



**PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR**

**FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO**

**AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

*(Policía Local)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_08_20150923

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>11</b>
5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo .....	11
5.2 Análisis de diferentes alternativas .....	13
5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos .....	16
5.4 Simulación .....	16
5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV.....	29
5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica .....	34
<b>6. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO.....</b>	<b>35</b>
6.1 Inversión.....	35
6.2 Estudio de ahorro energético y económico .....	36

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICÍA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.04</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

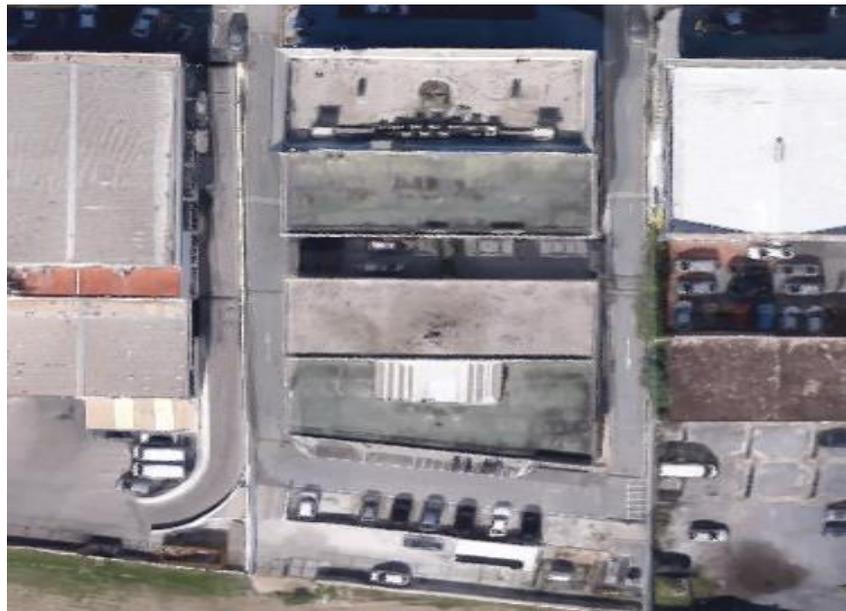
Denominación del Centro	POLICIA LOCAL DE MARBELLA
Dirección	C/ Juan de la Cierva nº13
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto	Fatima (Auxiliar) Tlf: 952 89 99 00
Número de edificios	2

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones de la **Policía Local** que se han auditado se encuentran situadas en la **C/ Juan de la Cierva nº13** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del edificio de la Policía Local*



*Imagen 2 Vista aérea del edificio de la Policía Local*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construid m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio principal	4	2.340,04	99 vigilantes y 372 policías, repartidos en 3 turnos	Horario de 24 horas	1995	2015
Edificio 2	4	2.188,5				

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

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento
Oficina 092	4	24 horas
Denuncias	6	24 horas
Resto de estancias	Variable	07:00-15:00

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICÍA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.04</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>	ES0031103718605001PH0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
Potencia contratada (kW)	200	200	200
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,291410
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

### 3.3 Distribución de consumo y costes por períodos

El periodo estudiado corresponde desde Enero del 2013 hasta Diciembre del 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	3636	13831	7054	37 /76 /71	0,00	3.812,05
31/01/2014	28/02/2014	3802	14091	7384	46 /82 /82	0,00	3.806,74
28/02/2014	31/03/2014	4060	14065	7594	54 /63 /62	0,00	3.978,67
31/03/2014	30/04/2014	5153	11776	7253	65 /63 /58	0,00	3.811,66
30/04/2014	31/05/2014	5630	12460	7623	70 /67 /57	0,00	4.023,99
31/05/2014	30/06/2014	6119	12784	7879	76 /72 /68	0,00	4.165,82
30/06/2014	31/07/2014	7215	14516	8913	93 /88 /80	0,00	4.641,03
31/07/2014	31/08/2014	7343	15356	9361	86 /86 /83	0,00	4.789,19
31/08/2014	30/09/2014	7003	15314	9204	105 /110 /105	0,00	4.682,30
30/09/2014	31/10/2014	5616	13878	8217	70 /75 /65	0,00	4.283,88
31/10/2014	30/11/2014	4023	13535	7284	43 /63 /59	0,00	3.901,91
30/11/2014	31/12/2014	4169	14238	7743	45 /72 /63	0,00	4.078,87

Tabla 4 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales

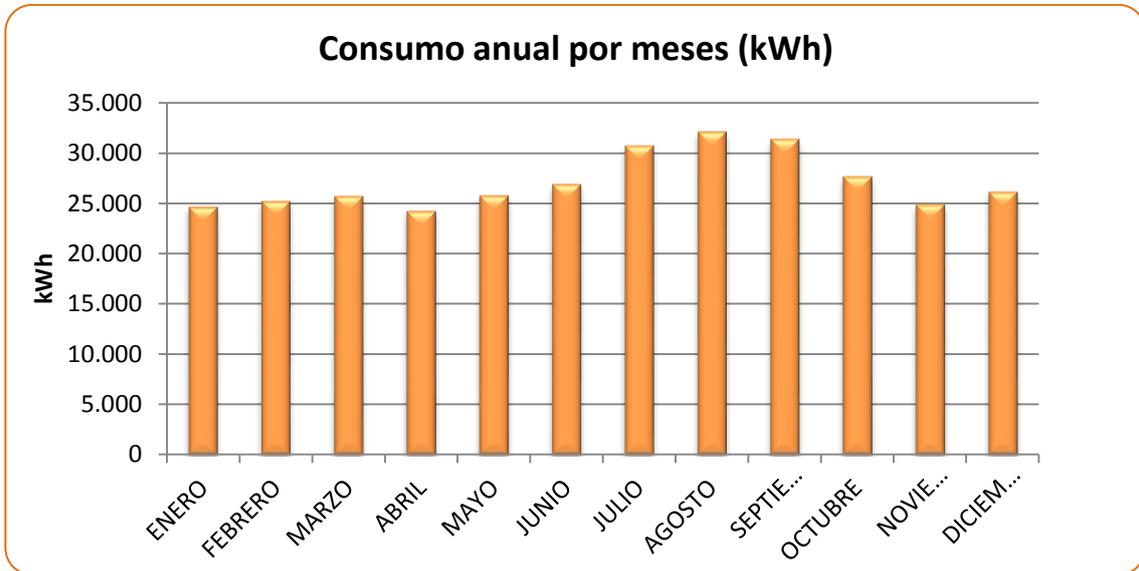


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

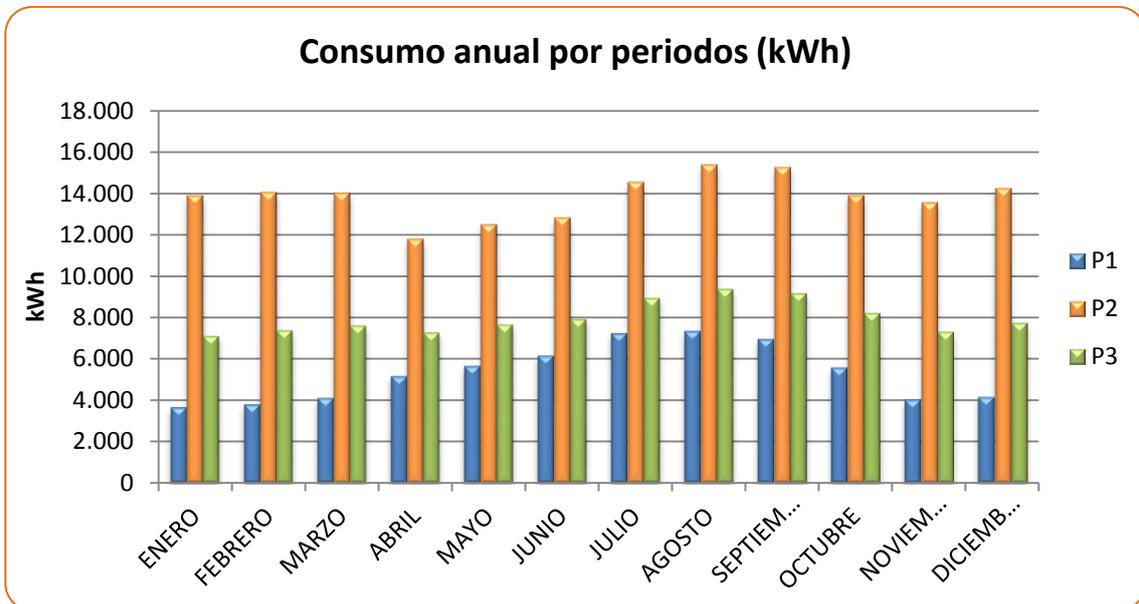


Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICÍA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.04</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>	3.636	13.831	7.054	<b>24.521</b>
<b>Febrero</b>	3.802	14.091	7.384	<b>25.277</b>
<b>Marzo</b>	4.060	14.065	7.594	<b>25.719</b>
<b>Abril</b>	5.153	11.776	7.253	<b>24.182</b>
<b>Mayo</b>	5.630	12.460	7.623	<b>25.713</b>
<b>Junio</b>	6.119	12.784	7.879	<b>26.782</b>
<b>Julio</b>	7.215	14.516	8.913	<b>30.644</b>
<b>Agosto</b>	7.343	15.356	9.361	<b>32.060</b>
<b>Septiembre</b>	7.003	15.314	9.204	<b>31.521</b>
<b>Octubre</b>	5.616	13.878	8.217	<b>27.711</b>
<b>Noviembre</b>	4.023	13.535	7.284	<b>24.842</b>
<b>Diciembre</b>	4.169	14.238	7.743	<b>26.150</b>
<b>TOTAL</b>	<b>63.769</b>	<b>165.844</b>	<b>95.509</b>	<b>325.122</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 - Pabellón



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 19/06/2015 y el 24/06/2015, en el punto de suministro eléctrico. Se trata de una medición realizada con un periodo de 1 minuto entre registros.

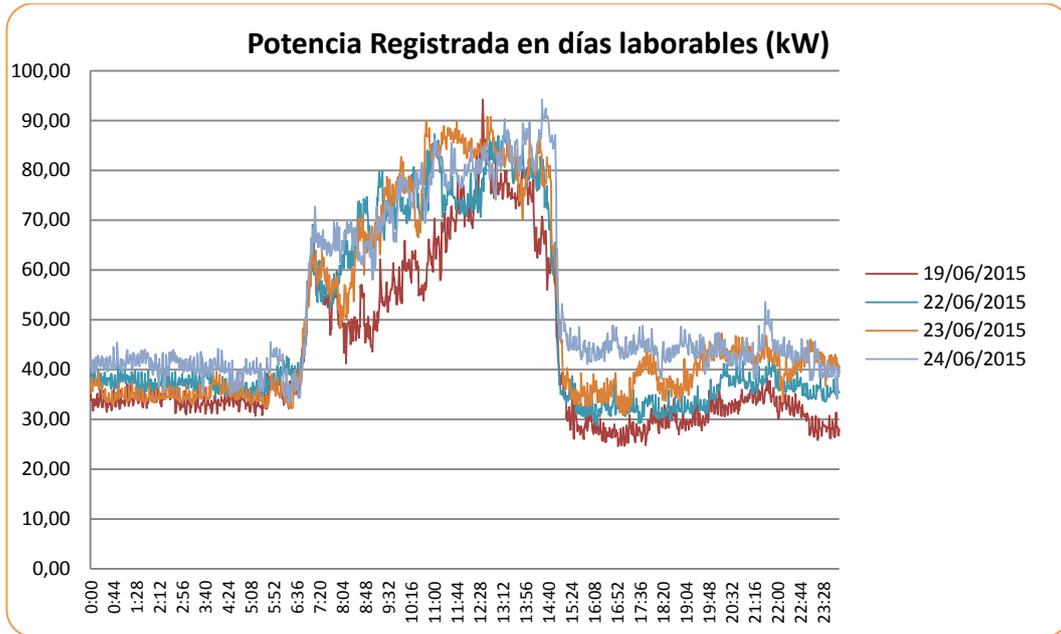


Gráfico 3 Registro trifásico – Días laborables

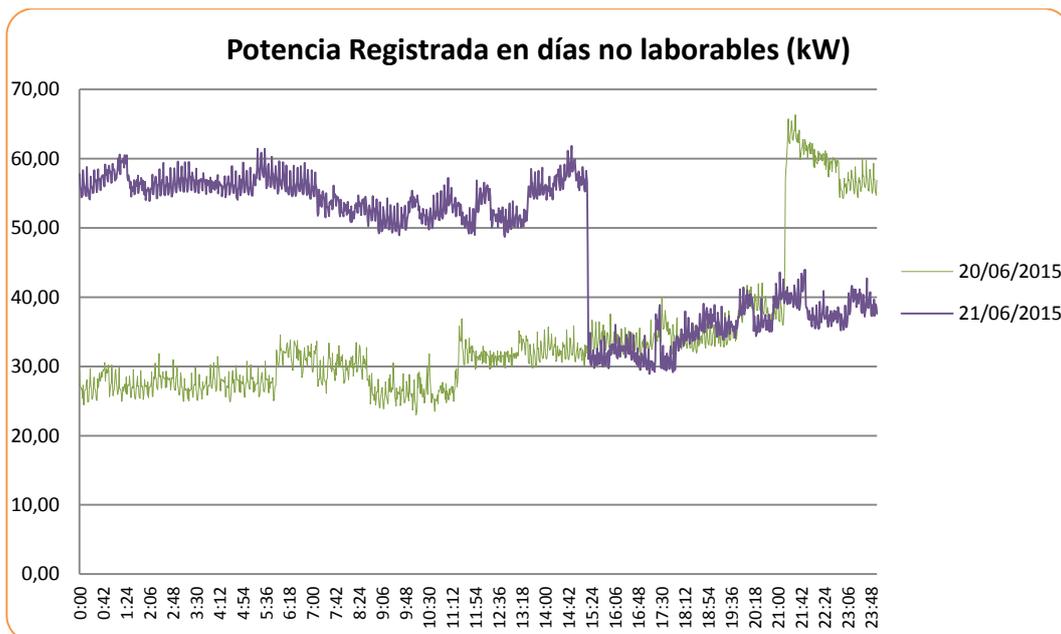


Gráfico 4 Registro trifásico – Festivos y fines de semana

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:

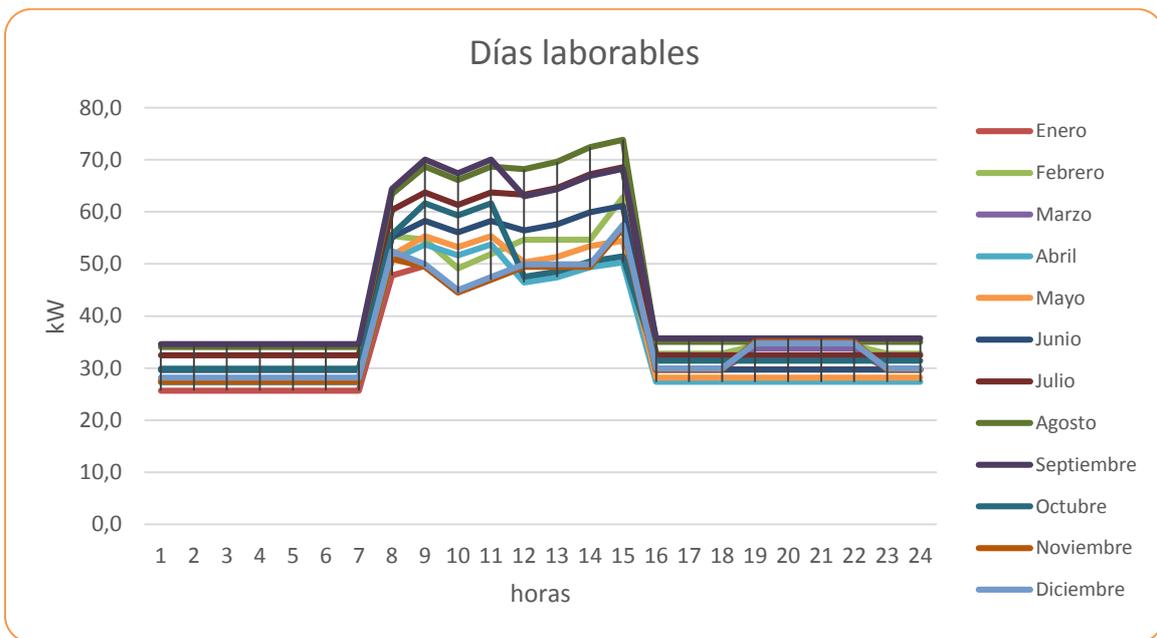


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días laborables

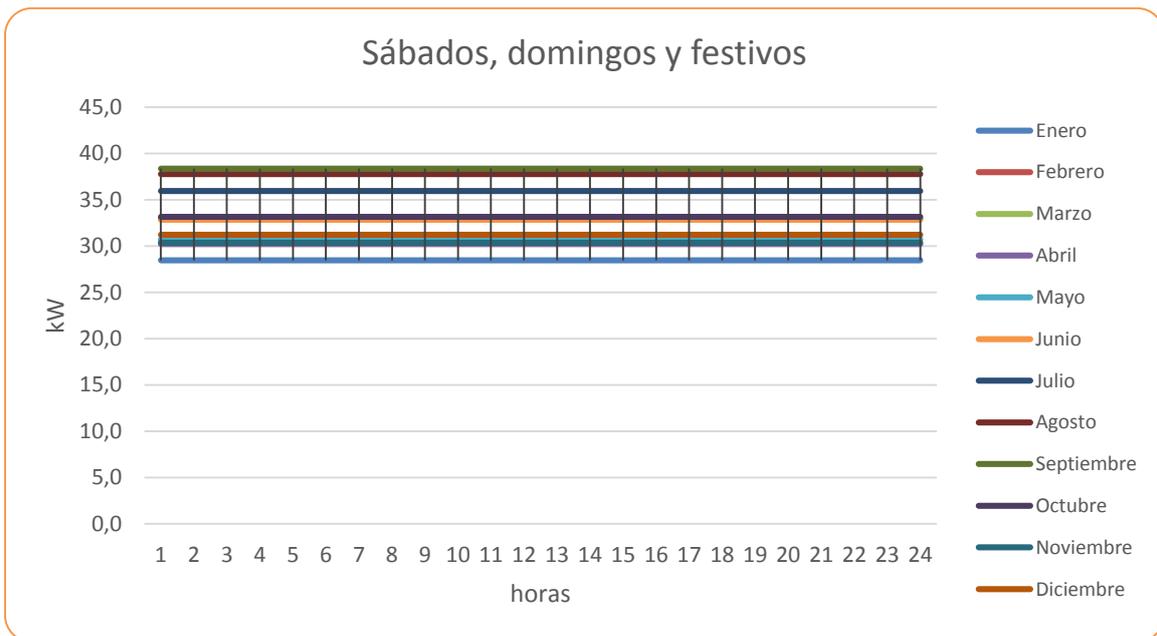


Gráfico 6 Perfil de funcionamiento – Sábados, domingos y festivos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICÍA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.04</b>

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>POLICÍA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.04</b>

## 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 (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

Tabla 8 Cargo transitorio por energía autoconsumida -

En este caso, al tratarse de un suministro eléctrico con una potencia contratada superior a 100 kW, la instalación proyectada se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2.

## 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 se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2. A continuación se resumen los resultados obtenidos en las mismas:

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
<b>Potencia pico</b>	<b>9,75</b>	kWp
<b>Potencia nominal</b>	10,0	kWn
<b>Consumo anual</b>	325.122	kWh
<b>Gasto anual</b>	36.187,88	€
<b>Producción solar</b>	16.840	kWh
<b>Producción solar</b>	<b>1.727</b>	kWh/kWp
<b>Autoconsumo</b>	16.840	kWh
<b>Autoconsumo</b>	<b>100,00%</b>	
<b>Inyección a red</b>	0	kWh
<b>Cobertura</b>	<b>5,18%</b>	
<b>Ahorro de emisiones</b>	6,72	tn CO2
<b>Precio medio de autoconsumo</b>	0,12628465	€/kWh
<b>Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo</b>	0,102411	€/kWh
<b>Venta a pool</b>	0,04994	€/kWh
<b>Peaje a la generación</b>	0,0005	€/kWh
<b>Ahorro económico anual (sin respaldo)</b>	2.126,60	€/año
<b>Ahorro económico anual (con respaldo)</b>	1.724,58	€/año
<b>Inversión</b>	20.795,00	€

<b>Inversión</b>	<b>2,13</b>	€/Wp
<b>Amortización (sin peaje de respaldo)</b>	<b>9,78</b>	años
<b>Amortización (con peaje de respaldo)</b>	<b>12,06</b>	años

Tabla 9 Situación 1: 9,75 kWp

<b>CASO: Autoconsumo Tipo 2</b>	<b>3.0A</b>	
<b>Potencia pico</b>	<b>40,25</b>	kWp
<b>Potencia nominal</b>	35,0	kWn
<b>Consumo anual</b>	325.122	kWh
<b>Gasto anual</b>	36.187,88	€
<b>Producción solar</b>	69.883	kWh
<b>Producción solar</b>	<b>1.736</b>	kWh/kWp
<b>Autoconsumo</b>	69.824	kWh
<b>Autoconsumo</b>	<b>99,92%</b>	
<b>Inyección a red</b>	59	kWh
<b>Cobertura</b>	<b>21,48%</b>	
<b>Ahorro de emisiones</b>	27,88	tn CO2
<b>Precio medio de autoconsumo</b>	0,12625323	€/kWh
<b>Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo</b>	0,10238981	€/kWh
<b>Venta a pool</b>	0,04994	€/kWh
<b>Peaje a la generación</b>	0,0005	€/kWh
<b>Ahorro económico anual (sin respaldo)</b>	8.818,42	€/año
<b>Ahorro económico anual (con respaldo)</b>	7.152,18	€/año
<b>Inversión</b>	61.752,50	€
<b>Inversión</b>	<b>1,53</b>	€/Wp
<b>Amortización (sin peaje de respaldo)</b>	<b>7,00</b>	años
<b>Amortización (con peaje de respaldo)</b>	<b>8,63</b>	años

Tabla 10 Situación 2: 40,25 kWp

<b>CASO: Autoconsumo Tipo 2</b>	<b>3.0A</b>	
<b>Potencia pico</b>	<b>45,75</b>	kWp
<b>Potencia nominal</b>	40,0	kWn
<b>Consumo anual</b>	325.122	kWh
<b>Gasto anual</b>	36.187,88	€
<b>Producción solar</b>	79.827	kWh
<b>Producción solar</b>	<b>1.745</b>	kWh/kWp
<b>Autoconsumo</b>	79.273	kWh
<b>Autoconsumo</b>	<b>99,31%</b>	
<b>Inyección a red</b>	554	kWh
<b>Cobertura</b>	<b>24,38%</b>	
<b>Ahorro de emisiones</b>	31,85	tn CO2

<b>Precio medio de autoconsumo</b>	0,1261966	€/kWh
<b>Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo</b>	0,10235199	€/kWh
<b>Venta a pool</b>	0,04994	€/kWh
<b>Peaje a la generación</b>	0,0005	€/kWh
<b>Ahorro económico anual (sin respaldo)</b>	10.031,39	€/año
<b>Ahorro económico anual (con respaldo)</b>	8.141,16	€/año
<b>Inversión</b>	69.507,50	€
<b>Inversión</b>	<b>1,52</b>	€/Wp
<b>Amortización (sin peaje de respaldo)</b>	<b>6,93</b>	años
<b>Amortización (con peaje de respaldo)</b>	<b>8,54</b>	años

Tabla 11 Situación 3: 45,75 kWp

<b>CASO: Autoconsumo Tipo 2</b>	<b>3.0A</b>	
<b>Potencia pico</b>	<b>58,50</b>	kWp
<b>Potencia nominal</b>	50,0	kWn
<b>Consumo anual</b>	325.122	kWh
<b>Gasto anual</b>	36.187,88	€
<b>Producción solar</b>	98.814	kWh
<b>Producción solar</b>	<b>1.689</b>	kWh/kWp
<b>Autoconsumo</b>	95.083	kWh
<b>Autoconsumo</b>	<b>96,22%</b>	
<b>Inyección a red</b>	3.731	kWh
<b>Cobertura</b>	<b>29,25%</b>	
<b>Ahorro de emisiones</b>	39,43	tn CO2
<b>Precio medio de autoconsumo</b>	0,12619802	€/kWh
<b>Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo</b>	0,10235313	€/kWh
<b>Venta a pool</b>	0,04994	€/kWh
<b>Peaje a la generación</b>	0,0005	€/kWh
<b>Ahorro económico anual (sin respaldo)</b>	12.183,72	€/año
<b>Ahorro económico anual (con respaldo)</b>	9.916,49	€/año
<b>Inversión</b>	87.485,00	€
<b>Inversión</b>	<b>1,50</b>	€/Wp
<b>Amortización (sin peaje de respaldo)</b>	<b>7,18</b>	años
<b>Amortización (con peaje de respaldo)</b>	<b>8,82</b>	años

Tabla 12 Situación 4: 58,50 kWp

En este caso se ha seleccionado la situación 3 (45,75 kWp), con resultados similares de rentabilidad respecto de la opción 4 (58,50 kWp), aunque ésta última presenta limitaciones de espacio, ya que sería necesario ocupar parte de la terraza de la cafetería. 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 6.3.7. A continuación se muestran los resultados:

PVSYST V6.37		26/11/15	Página 1/5
<b>Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación</b>			
<b>Proyecto : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA</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	21 m
	Albedo 0.20		
<b>Datos climatológicos:</b>	<b>Marbella</b>	Síntesis - Meteonorm 7.1 (1996-2010), Sat=92%	
<b>Variante de simulación : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp</b>			
	Fecha de simulación	26/11/15 12h10	
<b>Parámetros de la simulación</b>			
<b>Orientación Plano Receptor</b>	Inclinación 20°	Acimut	0°
<b>Modelos empleados</b>	Transposición Perez	Difuso	Erbs, Meteonorm
<b>Perfil obstáculos</b>	Sin perfil de obstáculos		
<b>Sombras cercanas</b>	Detailed electrical calculations (acc. to module layout)		
<b>Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)</b>			
<b>Módulo FV</b>	Si-poly	Modelo	<b>REC 250PE</b>
		Fabricante	REC
<b>Sub-generador "Sub-generador #1"</b>			
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
<b>Sub-generador "Sub-generador #2"</b>			
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. 888 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	574 V	I mpp 1.5 A
<b>Total</b>	Potencia global generadores	Nominal (STC) <b>46 kWp</b>	Total 184 módulos
	Superficie módulos	<b>304 m²</b>	Superf. célula 269 m²
<b>Sub-generador "Sub-generador #1" : Inverso</b>			
	Modelo	<b>Sunny Tripower 20000TLEE-JP</b>	
	Fabricante	SMA	
Características	Tensión Funciona.	580-800 V	Pnom unitaria 20.0 kWac
Banco de inversores	Nº de inversores	1 unidades	Potencia total 20 kWac
<b>Sub-generador "Sub-generador #2" : Inverso</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>Total</b>	Nº de inversores	2	Potencia total 40 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)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	313 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
	Generador#2	313 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

**Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación (continuación)**

Pérdida Calidad Módulo		Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos		Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = $1 - b_o (1/\cos i - 1)$	Parám. bo	0.05

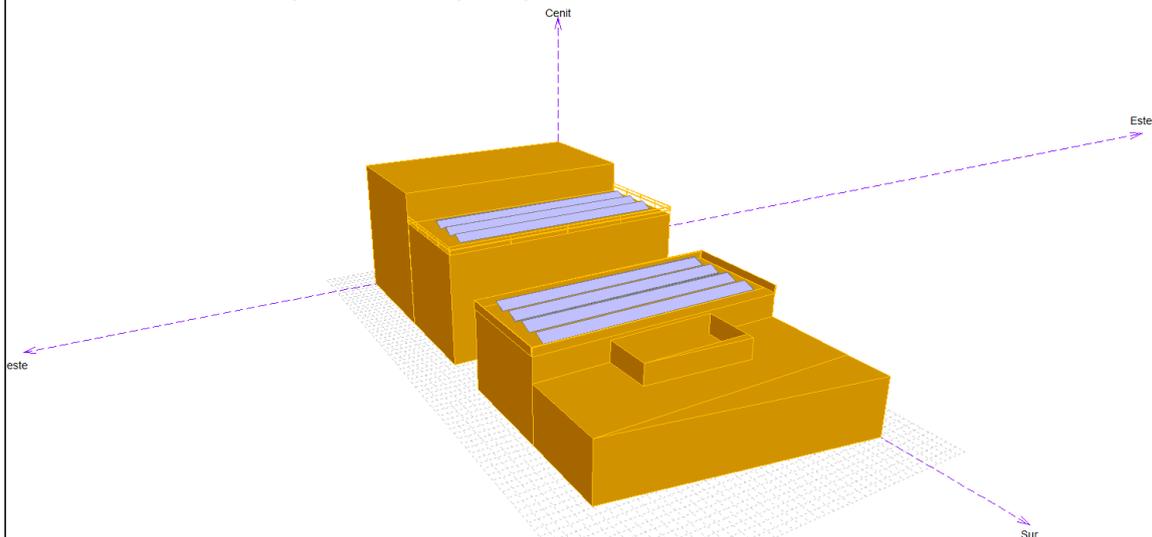
**Necesidades de los usuarios :** Carga ilimitada (red)

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

**Proyecto :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
**Variante de simulación :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
<b>Sombras cercanas</b>	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)	
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	184	Pnom total <b>46.0 kWp</b>
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TLEE-JP	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total <b>40.0 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

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



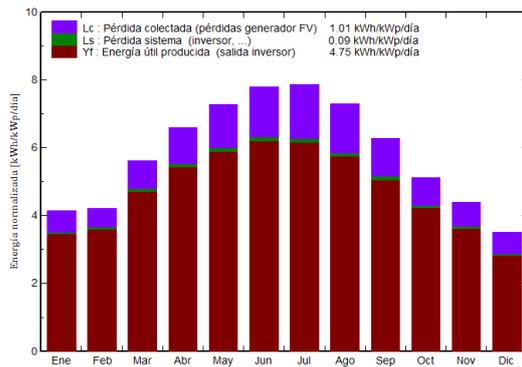
**Sistema Conectado a la Red: Resultados principales**

**Proyecto :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
**Variante de simulación :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp

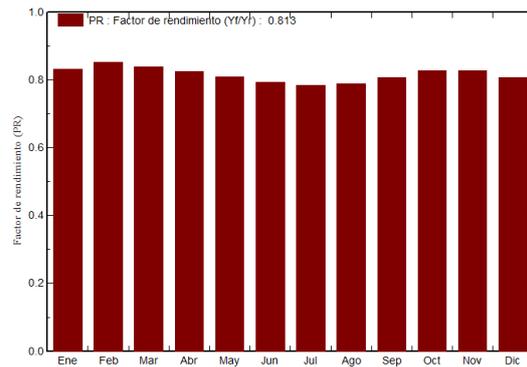
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
<b>Sombras cercanas</b>		Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)	
Orientación Campos FV		inclinación	20°	acimut 0°
Módulos FV		Modelo	REC 250PE	Pnom 250 Wp
Generador FV		N° de módulos	184	Pnom total <b>46.0 kWp</b>
Inversor		Modelo	Sunny Tripower 20000TLEE-JP	20.00 kW ac
Inversor		Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Banco de inversores		N° de unidades	2.0	Pnom total <b>40.0 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)		

**Resultados principales de la simulación**  
Producción del Sistema **Energía producida 79.83 MWh/año** Producc. específico 1735 kWh/kWp/año  
Factor de rendimiento (PR) 81.3 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 46.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)



**08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp**

**Balances y resultados principales**

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	%	%
Enero	88.7	10.86	128.6	118.6	5.015	4.926	12.84	12.61
Febrero	92.5	12.36	118.2	109.4	4.718	4.630	13.15	12.91
Marzo	147.7	14.96	174.0	161.1	6.844	6.723	12.95	12.73
Abril	183.8	16.68	197.7	183.7	7.646	7.505	12.74	12.50
Mayo	224.4	20.25	225.9	209.5	8.559	8.404	12.48	12.25
Junio	238.9	23.68	234.3	217.7	8.719	8.560	12.26	12.04
Julio	245.7	25.96	243.8	227.0	8.957	8.796	12.10	11.88
Agosto	214.8	25.92	226.0	210.3	8.357	8.206	12.18	11.96
Septiembre	164.6	22.40	188.2	175.1	7.119	6.990	12.46	12.23
Octubre	126.1	19.00	158.6	147.1	6.148	6.040	12.77	12.55
Noviembre	92.7	14.49	131.7	121.6	5.107	5.014	12.78	12.54
Diciembre	74.3	12.05	108.5	99.5	4.109	4.033	12.47	12.24
Año	1894.1	18.25	2135.5	1980.6	81.298	79.827	12.54	12.31

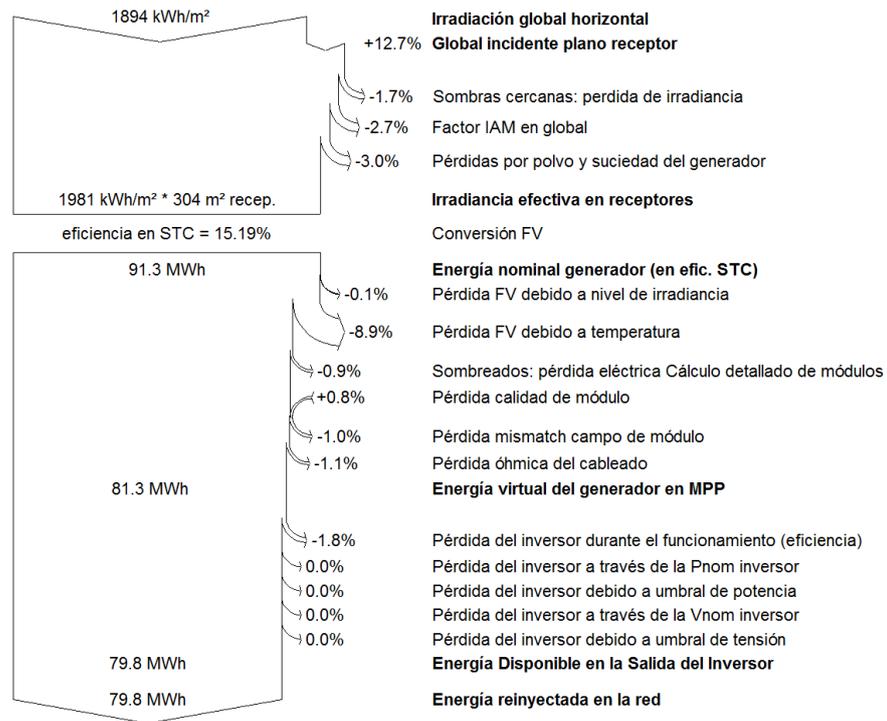
Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador  
T Amb Temperatura Ambiente E\_Grid Energía reinyectada en la red  
GlobInc Global incidente plano receptor EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta  
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados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

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

**Proyecto :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
**Variante de simulación :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
<b>Sombras cercanas</b>	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)	
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	184	Pnom total <b>46.0 kWp</b>
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TLEE-JP	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total <b>40.0 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

**Diagrama de pérdida durante todo el año**

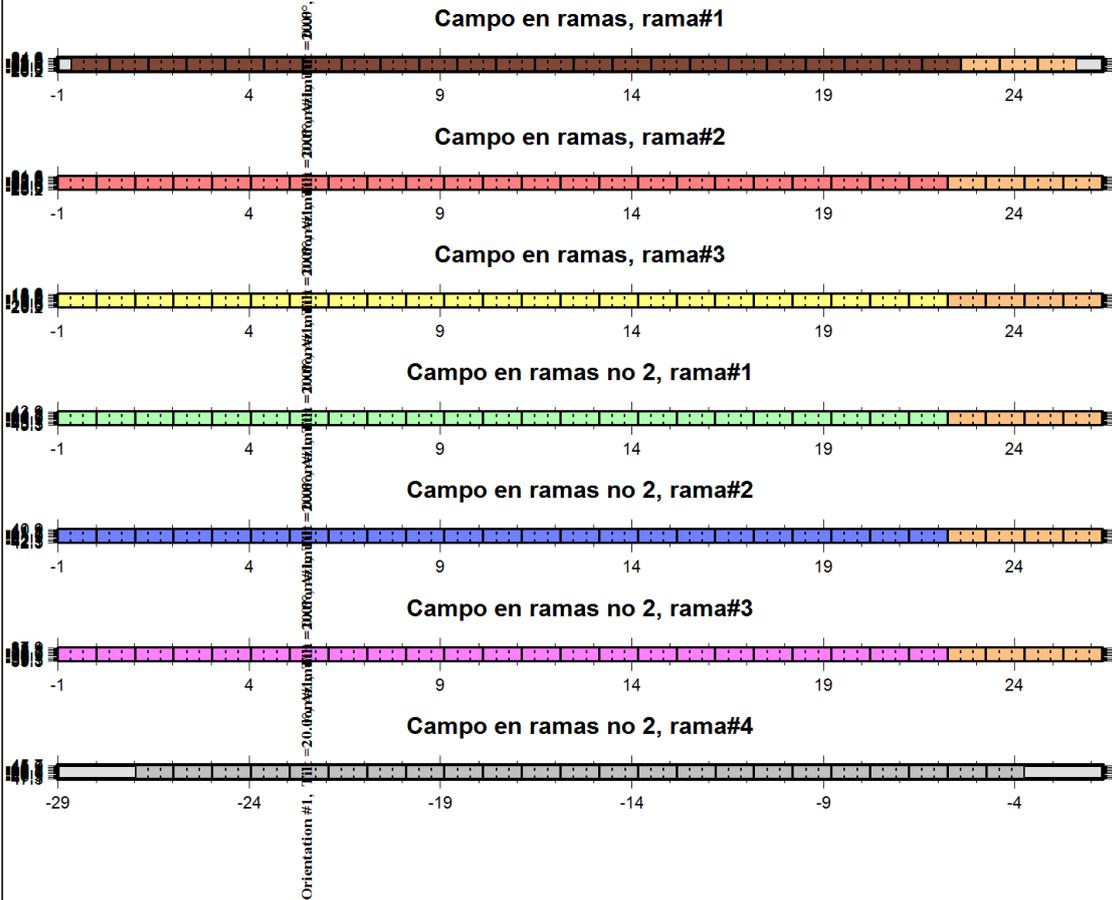


**Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas**

**Proyecto :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
**Variante de simulación :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp

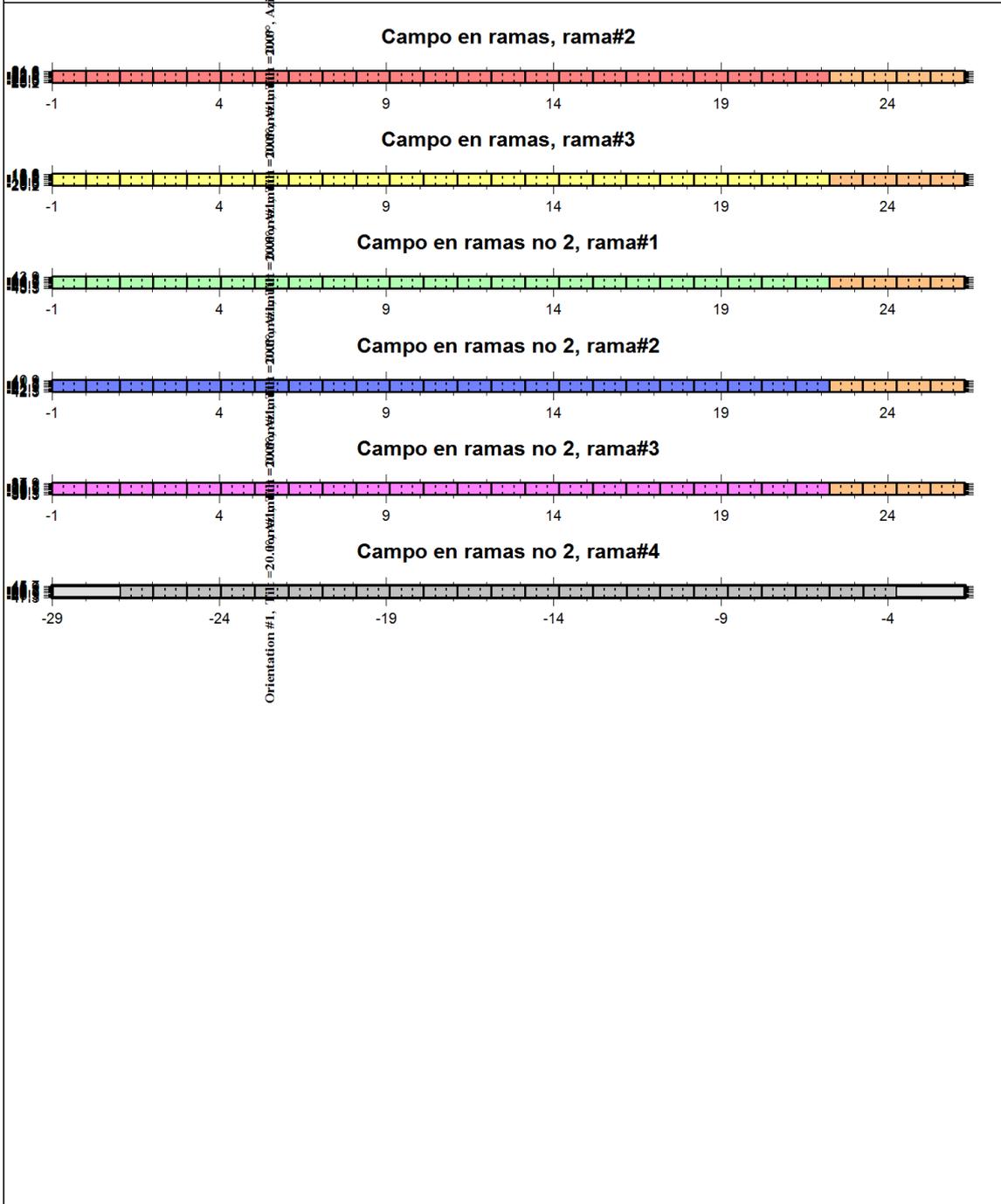
**Características generador FV**

<b>Módulo FV</b>	Si-poly	Modelo	<b>REC 250PE</b>	Size	0.991 x 1.665 m <sup>2</sup>
<b>Utiliza el modelo Sandia</b>		Fabricante		En paralelo	4 cadenas
<b>Sub-generador: Número de módulos FV1"</b>		En serie	23 módulos	En paralelo	4 cadenas
<b>Sub-generador: Número de módulos FV2"</b>		En serie	23 módulos	En paralelo	4 cadenas



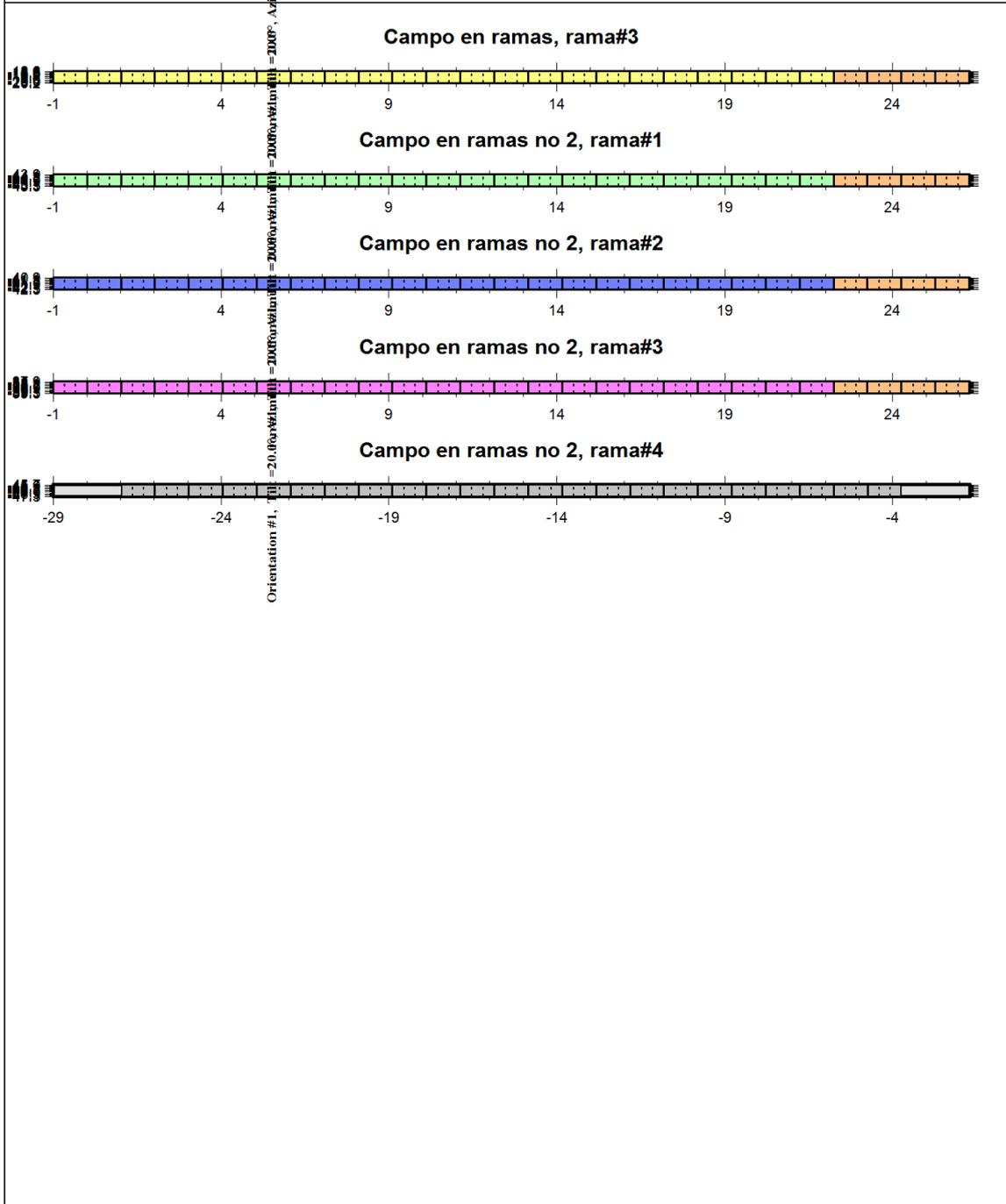
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
 Variante de simulación : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp



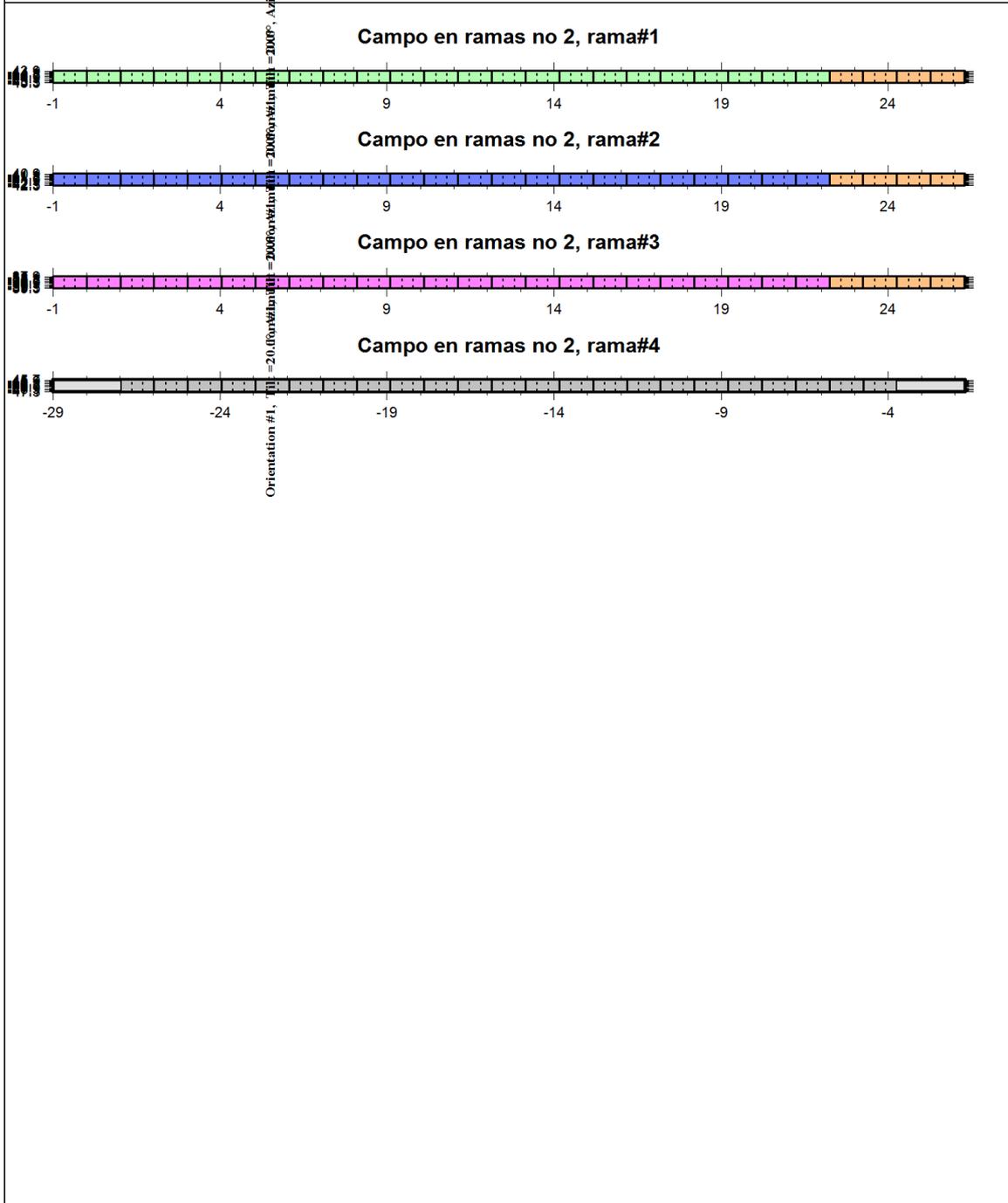
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
 Variante de simulación : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
 Variante de simulación : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp



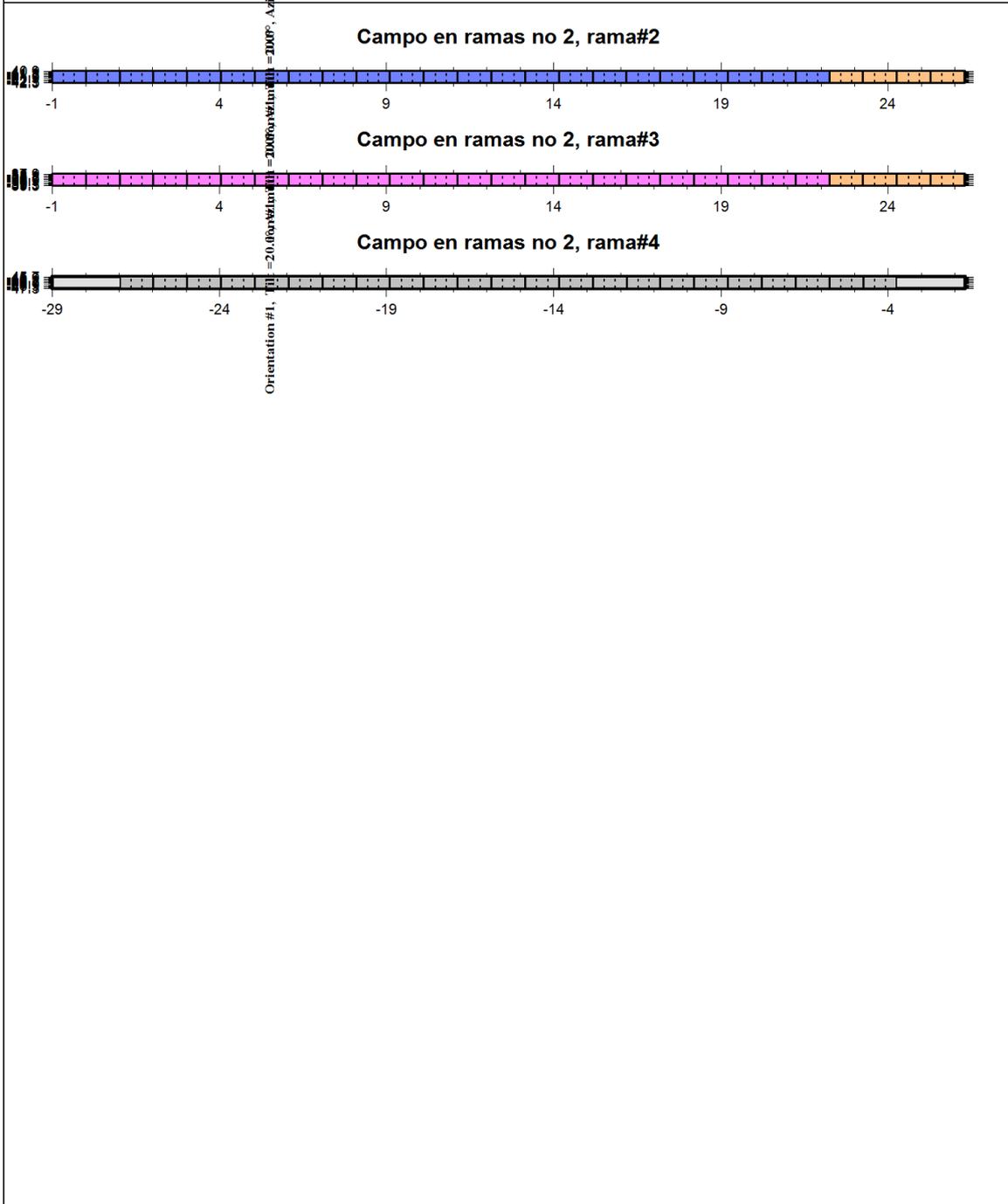
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto :

08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA

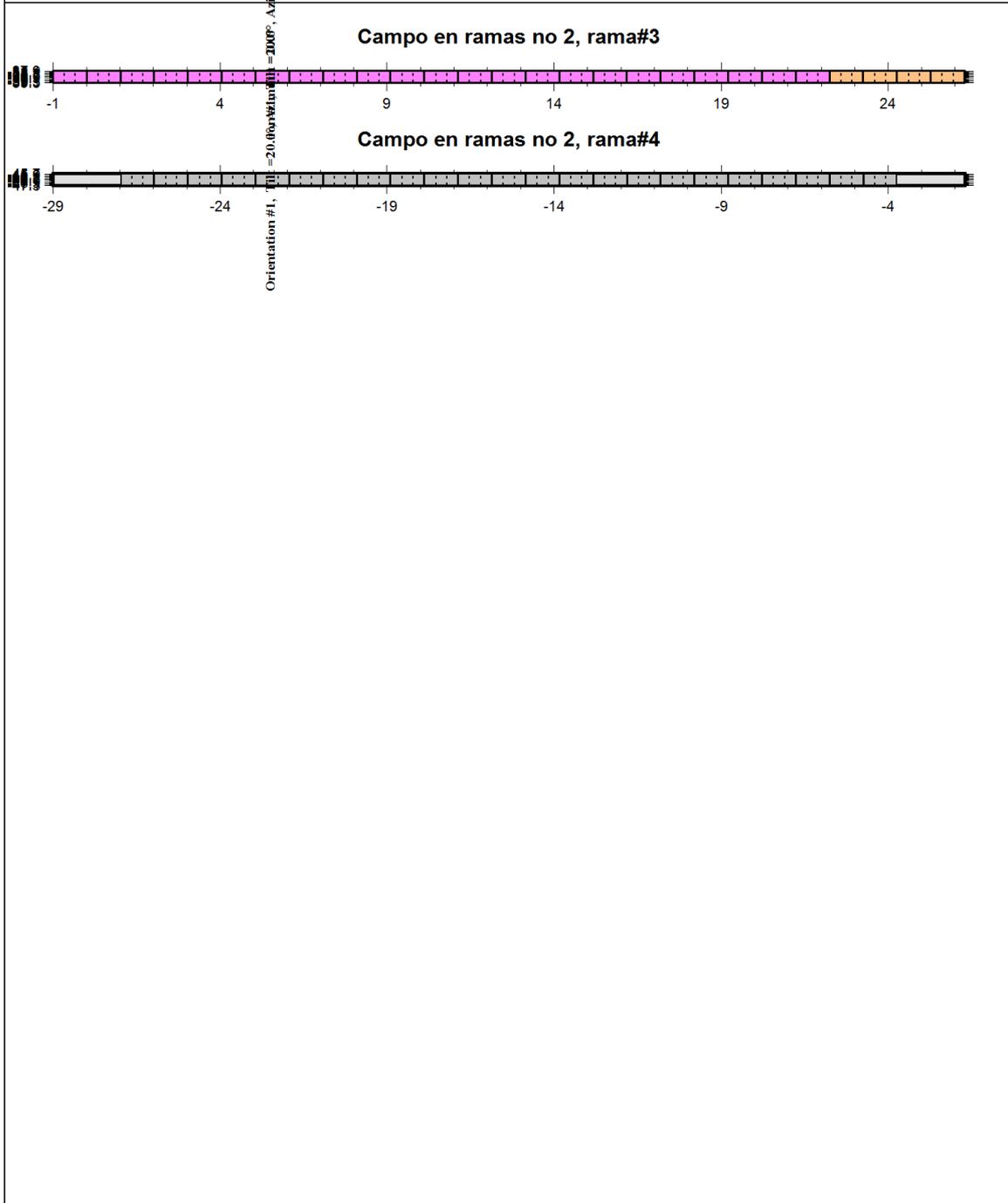
Variante de simulación :

08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp



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

**Proyecto :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA  
**Variante de simulación :** 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA

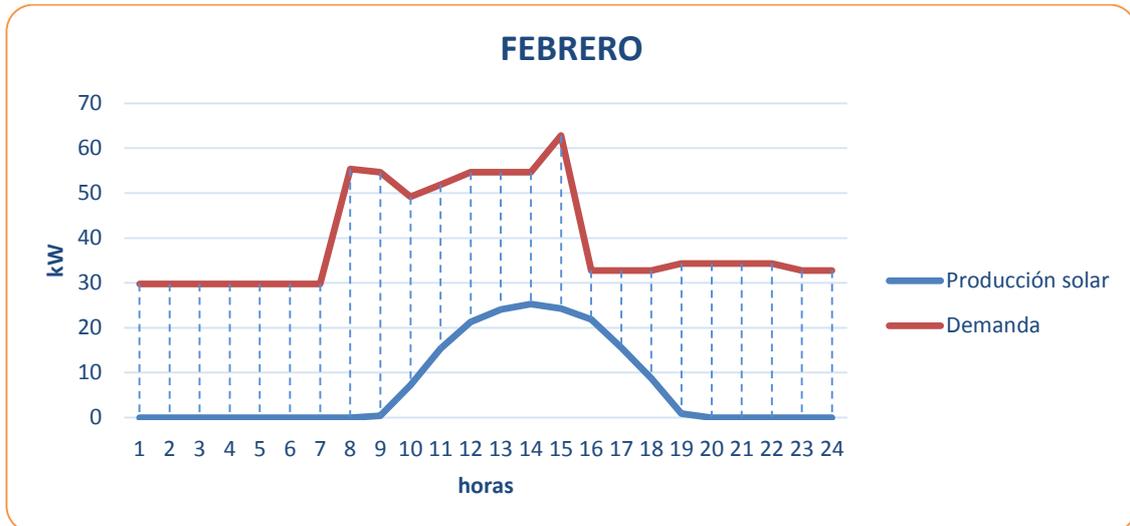
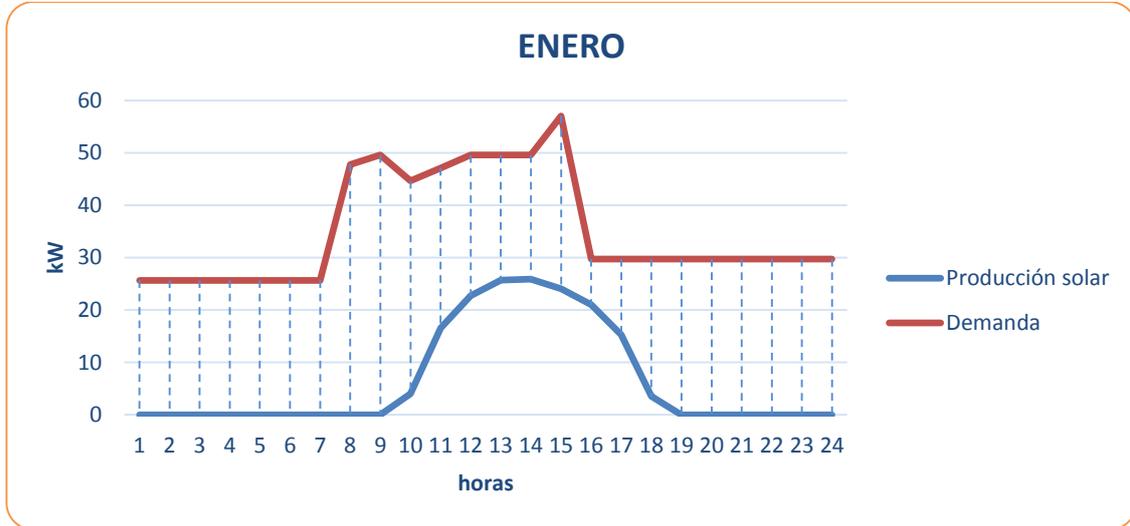
Variante de simulación : 08 POLICÍA LOCAL - MARBELLA 45,75kWp

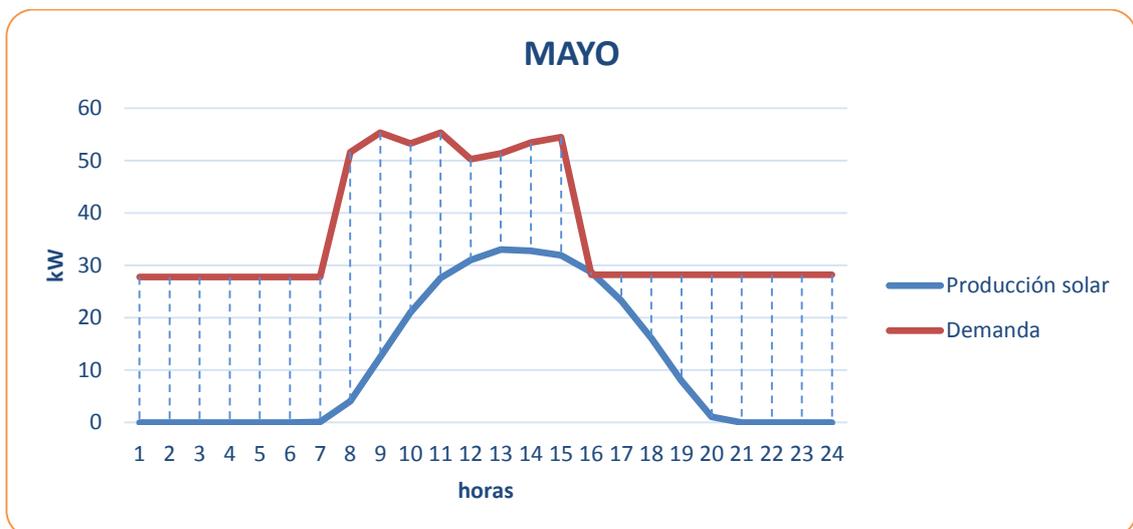
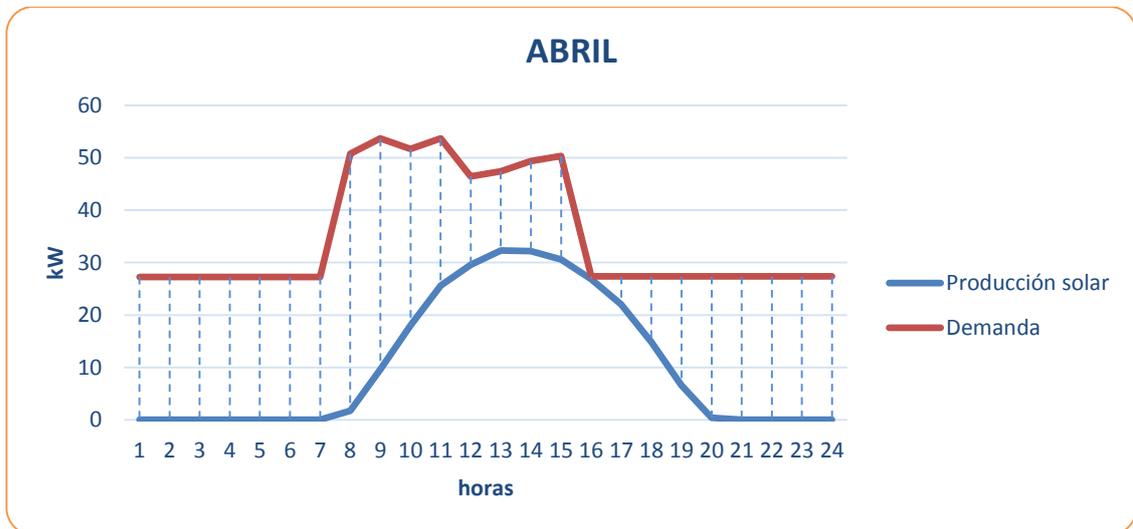
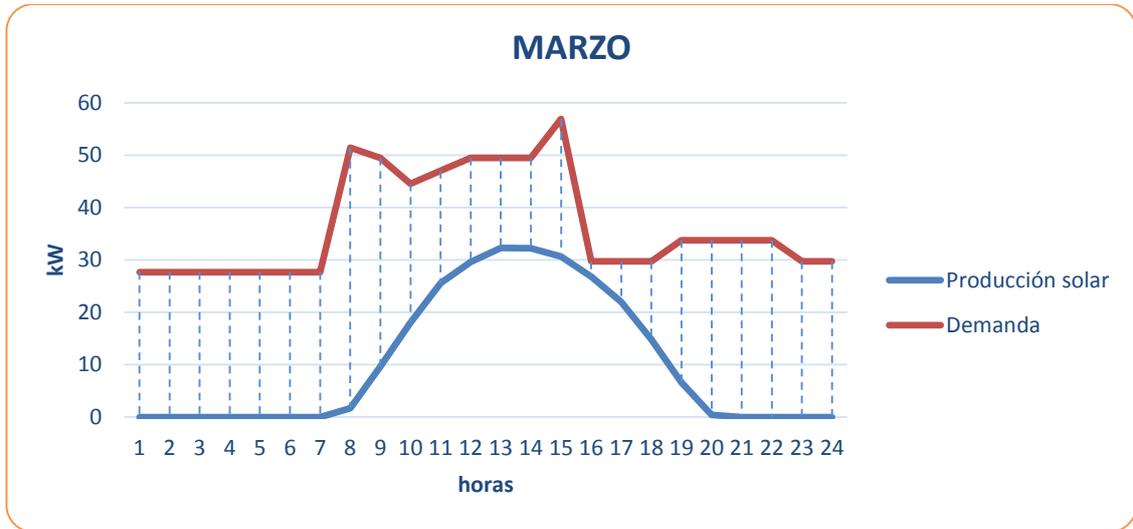
Campo en ramas no 2, rama#4

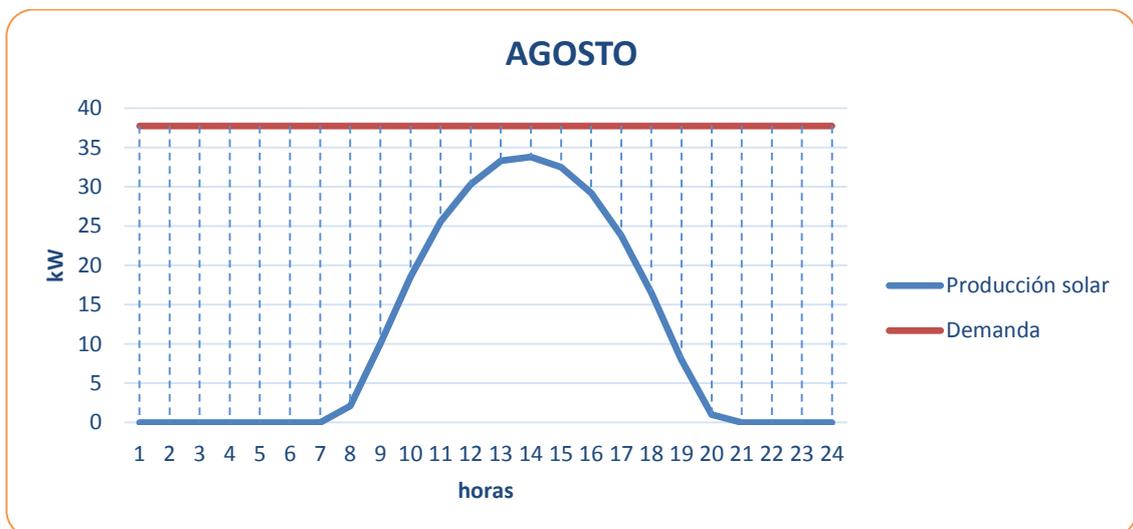
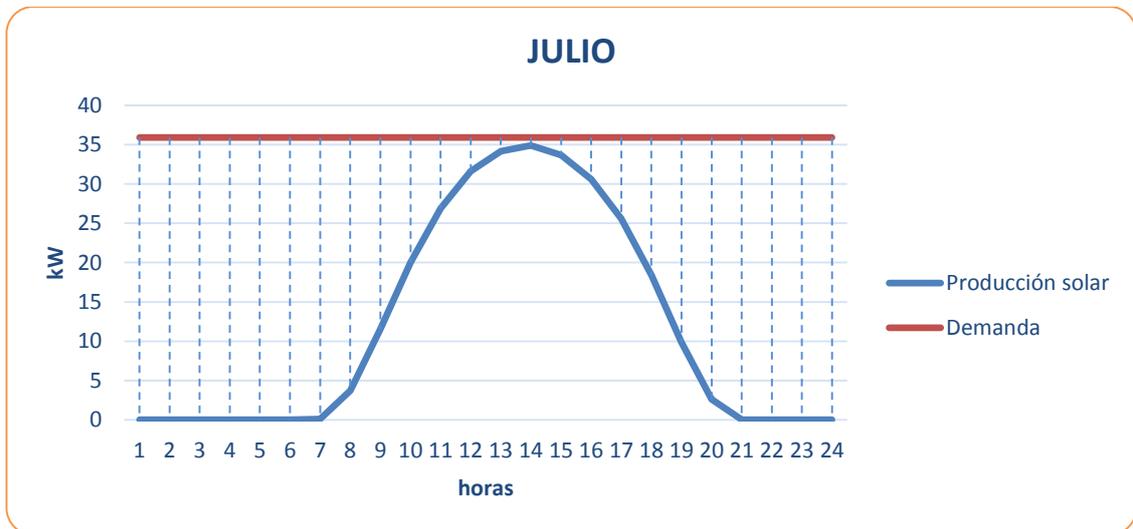
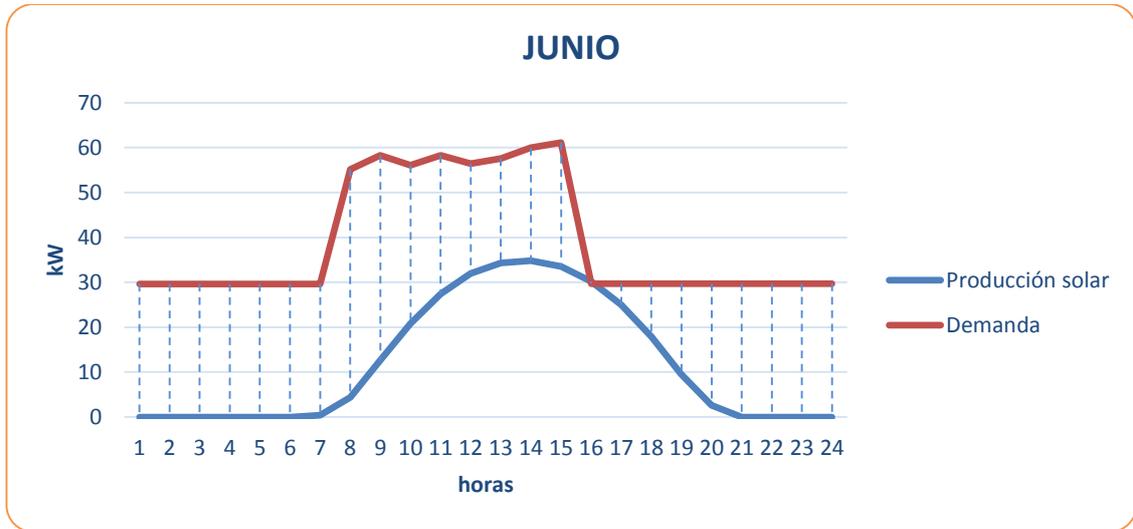


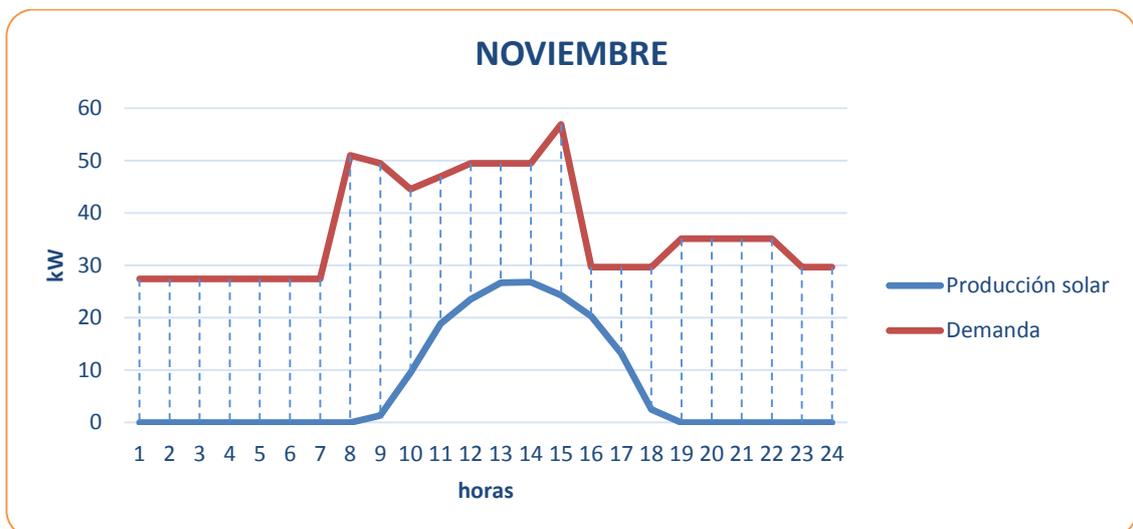
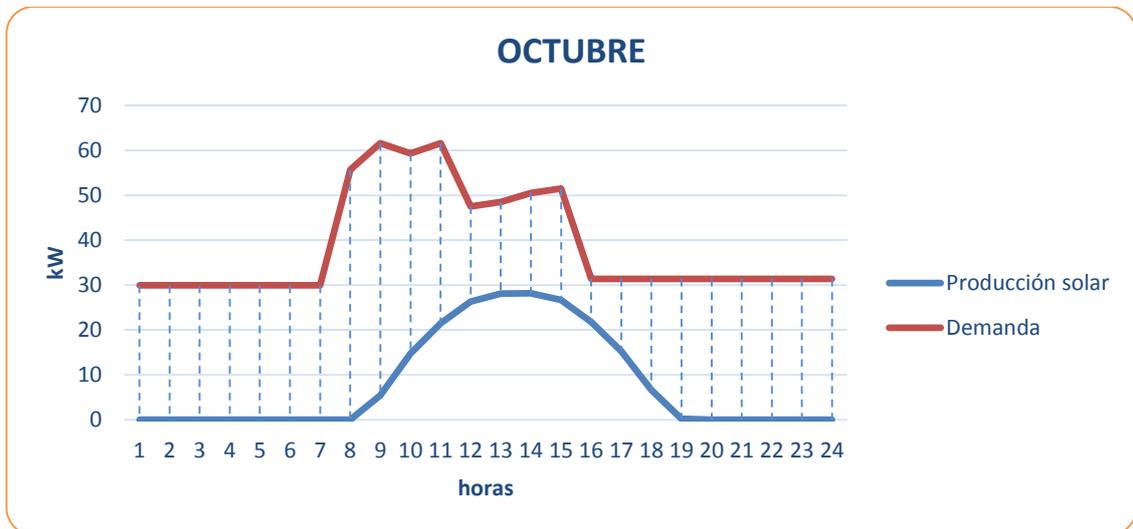
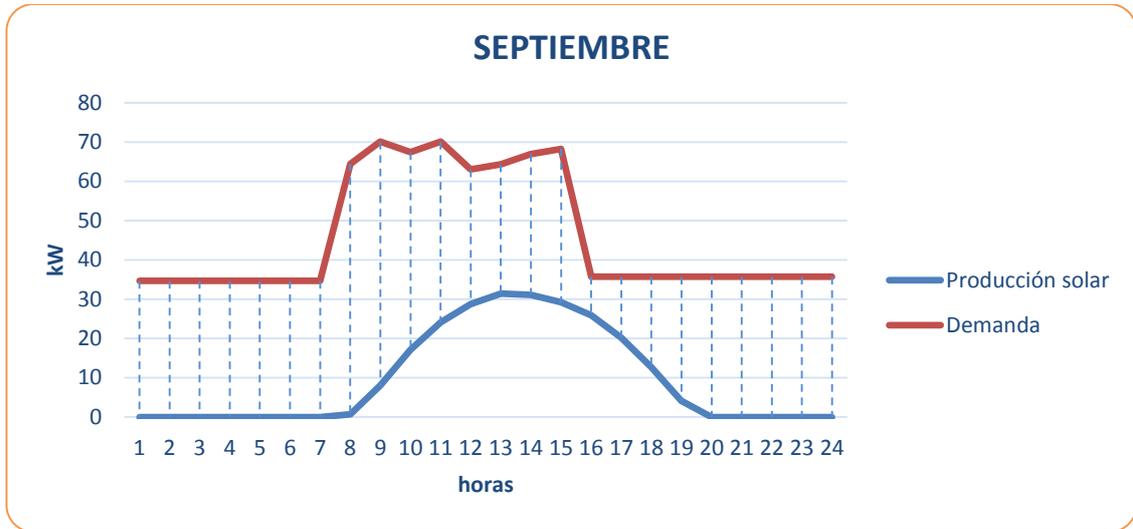
**5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV**

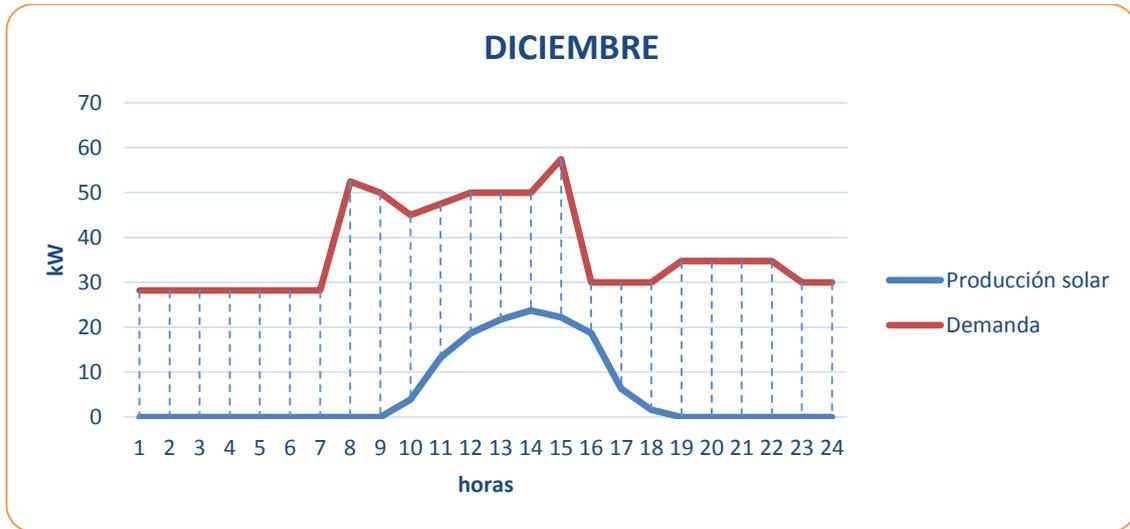
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:











### 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>	24.521	4.926	4.878	99,03%	48	0,96%	19,89%
<b>Febrero</b>	25.277	4.630	4.629	99,97%	1	0,03%	18,31%
<b>Marzo</b>	25.719	6.723	6.652	98,94%	71	1,06%	25,86%
<b>Abril</b>	24.182	7.505	7.311	97,42%	194	2,58%	30,24%
<b>Mayo</b>	25.713	8.404	8.225	97,88%	179	2,12%	31,99%
<b>Junio</b>	26.782	8.560	8.502	99,32%	59	0,69%	31,74%
<b>Julio</b>	30.644	8.796	8.794	99,98%	1	0,02%	28,70%
<b>Agosto</b>	32.060	8.206	8.206	100,00%	0	0,00%	25,60%
<b>Septiembre</b>	31.521	6.990	6.990	100,00%	0	0,00%	22,18%
<b>Octubre</b>	27.711	6.040	6.038	99,97%	2	0,03%	21,79%
<b>Noviembre</b>	24.842	5.014	5.014	100,00%	0	0,00%	20,18%
<b>Diciembre</b>	26.150	4.033	4.033	100,01%	0	0,00%	15,42%
<b>TOTAL</b>	325.122,0	79.827,0	79.272,9	<b>99,31%</b>	554,5	<b>0,69%</b>	<b>24,38%</b>

Tabla 13 Resumen – autoconsumo y cobertura

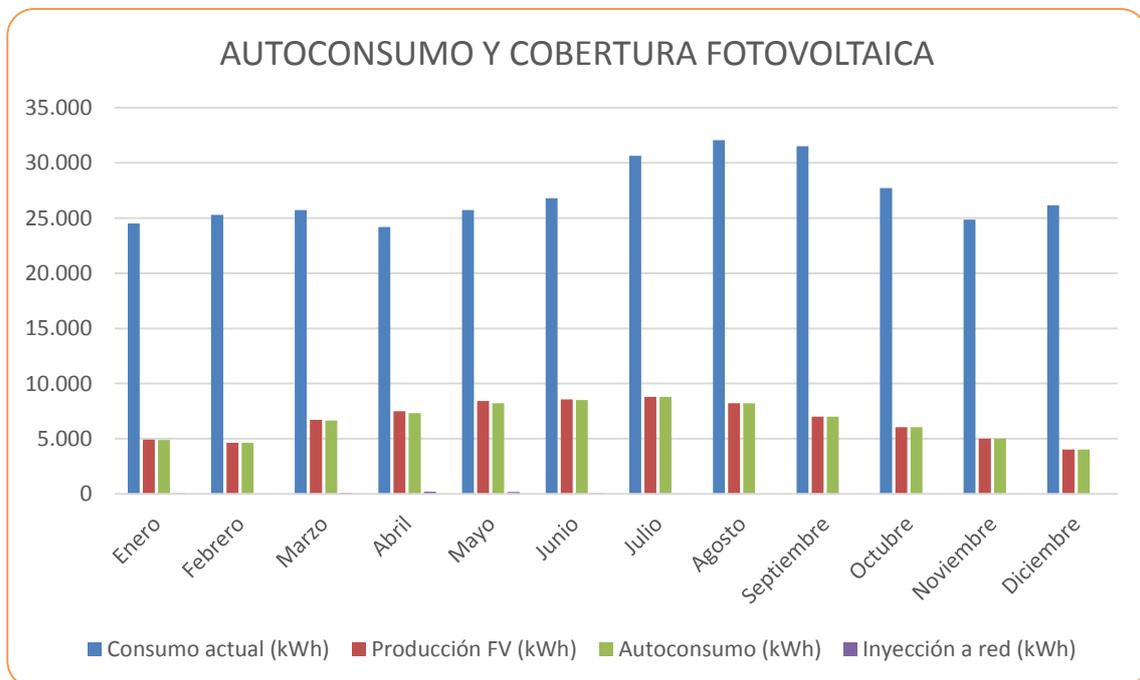


Gráfico 7 Resumen – autoconsumo y cobertura

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICÍA LOCAL</b>	1306
		08
		Rev.04

## 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>	* 45.750 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
<b>INVERSORES</b>	* 2 INVERSORES 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>69.507,50 €</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	<b>45,75</b>	kWp
Potencia nominal	40,0	kWn
Consumo anual	325.122	kWh
Gasto anual	36.187,88	€
Producción solar	79.827	kWh
Producción solar	<b>1.745</b>	kWh/kWp
Autoconsumo	79.273	kWh
Autoconsumo	<b>99,31%</b>	
Inyección a red	554	kWh
Cobertura	<b>24,38%</b>	
Ahorro de emisiones	31,85	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,1261966	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,10235199	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	10.031,39	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	8.141,16	€/año
Inversión	69.507,50	€
Inversión	<b>1,52</b>	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	<b>6,93</b>	años
Amortización (con peaje de respaldo)	<b>8,54</b>	años

Tabla 14 Situación 3: 45,75 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
79.827	99,31%	0,69%	24,38%	8.141,16	69.507,50	1,52	<b>8,54</b>	31,85

Tabla 15 Resumen de resultados

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICÍA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.04</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.