





PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR


FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA


(Policía Local y Bomberos San Pedro)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_22_20160226

Elaborado por:	Revisado por:
 <p>Alberto Trueba Salas</p>	 <p>Inés Simón García</p>

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETO.....	1
3. SITUACIÓN ACTUAL	2
3.1 Datos generales.....	2
3.2 Datos contractuales	4
3.3 Distribución de consumo y costes por períodos	4
3.4 Cubiertas	7
4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO	8
4.1 Registros trifásicos	8
4.2 Perfil de funcionamiento.....	9
5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA	10
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	27
5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica	32
6. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO.....	33
6.1 Inversión.....	33
6.2 Estudio de ahorro energético y económico	34

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		22
	POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO		Rev.03

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Datos generales

Denominación del Centro	Policía local y Bomberos de <u>San Pedro</u>
Dirección	C/ Carril de Picaza, 29670 Marbella (Málaga)
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Policía: Inspector destacamento Ricardo del Río 650 970 356
Número de edificios	2

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la Policía Local y Bomberos que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Carril de Picaza** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**. Se trata de un edificio dividido en dos zonas; una para la policía y otra para bomberos además de un lavadero de coches.



Imagen 1 Vista general de las instalaciones

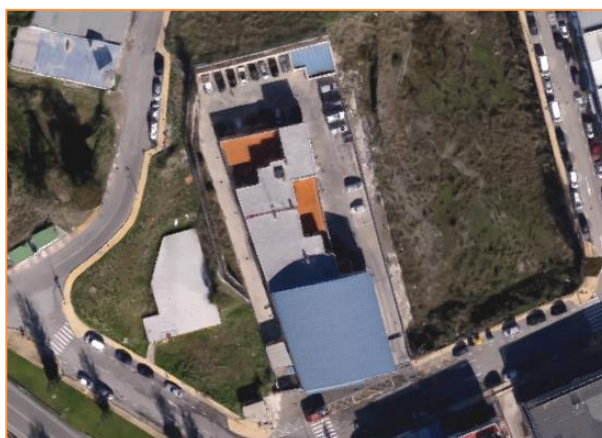



Imagen 2 Vista aérea del edificio


	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO		1306
			22
			Rev.03

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m²	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	2	1775,2	14	24 h Todo el año	1990		
Edificio lavadero	1	-	2	2 veces/semana	-		

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
DCO	2	07:00-15:00	Administrativo
Recepción	2	24 horas	-
Objetos perdidos	1	07:00-15:00	Administrativo
Inspector	1	-	Administrativo
Tráfico	1	07:00-15:00	Administrativo
Atestados	2	24 horas	Administrativo
Bomberos	5	24 horas	-
Lavadero policía	2	Par de veces por semana	-

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

3.2 Datos contractuales

El suministro eléctrico está contratado con la comercializadora Endesa.

El centro consta de dos puntos de suministro; uno para la zona de la policía, y otro asociado a los consumos derivados de la zona de los bomberos.

En este caso, se propone conectar la instalación fotovoltaica con el suministro de la policía, ya que tiene un perfil de carga uniforme y un consumo mínimo durante todos los días del año. Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

PUNTO DE SUMINISTRO – POLICÍA

CUPS	ES0031104225212001JW0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	40	40	40
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
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 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 (€)
05/02/2014	06/03/2014	939	2.827	2.096	14 /15 /16	0,00	220,05
06/03/2014	03/04/2014	746	2.280	1.739	14 /17 /15	0,00	713,44
03/04/2014	06/05/2014	798	2.260	2.260	14 /11 /14	0,00	250,40
06/05/2014	04/06/2014	743	2.113	1.654	14 /13 /14	0,00	697,31
04/06/2014	04/07/2014	1.103	3355	2.054	15 /16 /15	0,00	937,04
04/07/2014	06/08/2014	1.444	4.123	2.573	15 /15 /15	0,00	1.137,25
06/08/2014	03/09/2014	1.260	3.619	2.333	15 /16 /15	0,00	995,18
03/09/2014	03/10/2014	1.115	3.217	2.032	15 /15 /14	0,00	921,45
03/10/2014	06/11/2014	897	2.547	1.982	13 /13 /14	0,00	842,07
06/11/2014	04/12/2014	835	2.476	1980	14 /16 /15	0,00	777,05
04/12/2014	07/01/2015	1.205	3.588	2.735	14 /15 /16	0,00	1.066,44
07/01/2015	05/02/2015	1.087	3.306	2.363	17 /19 /16	0,00	962,06

Tabla 4 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales

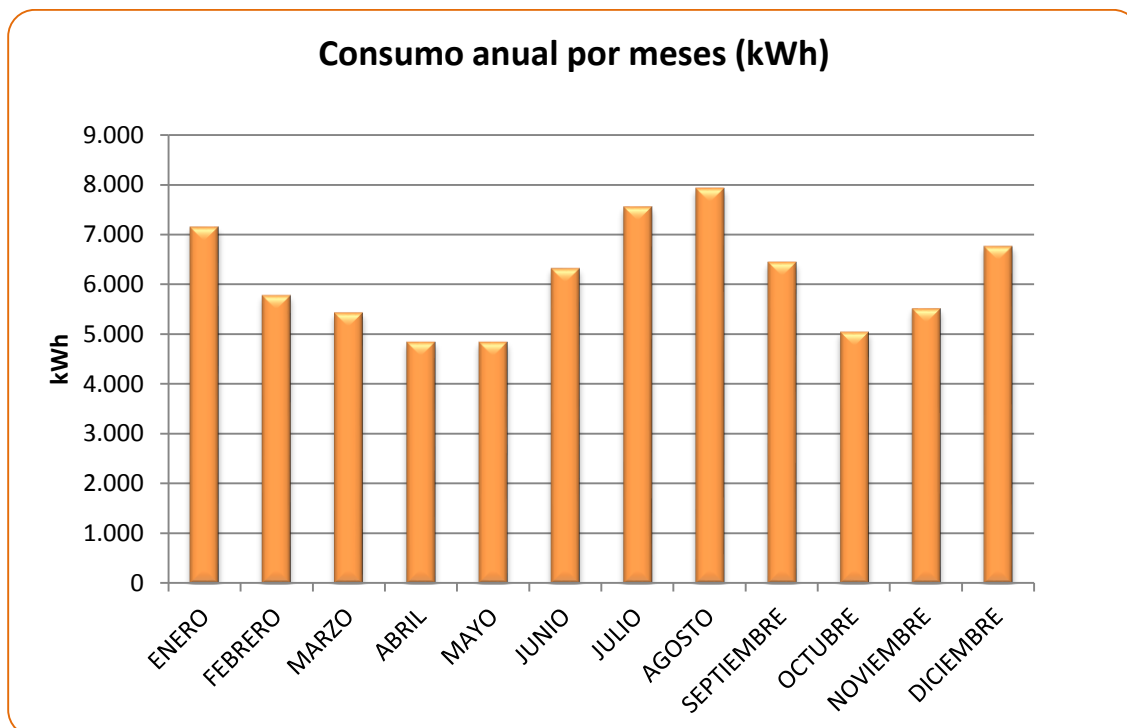


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

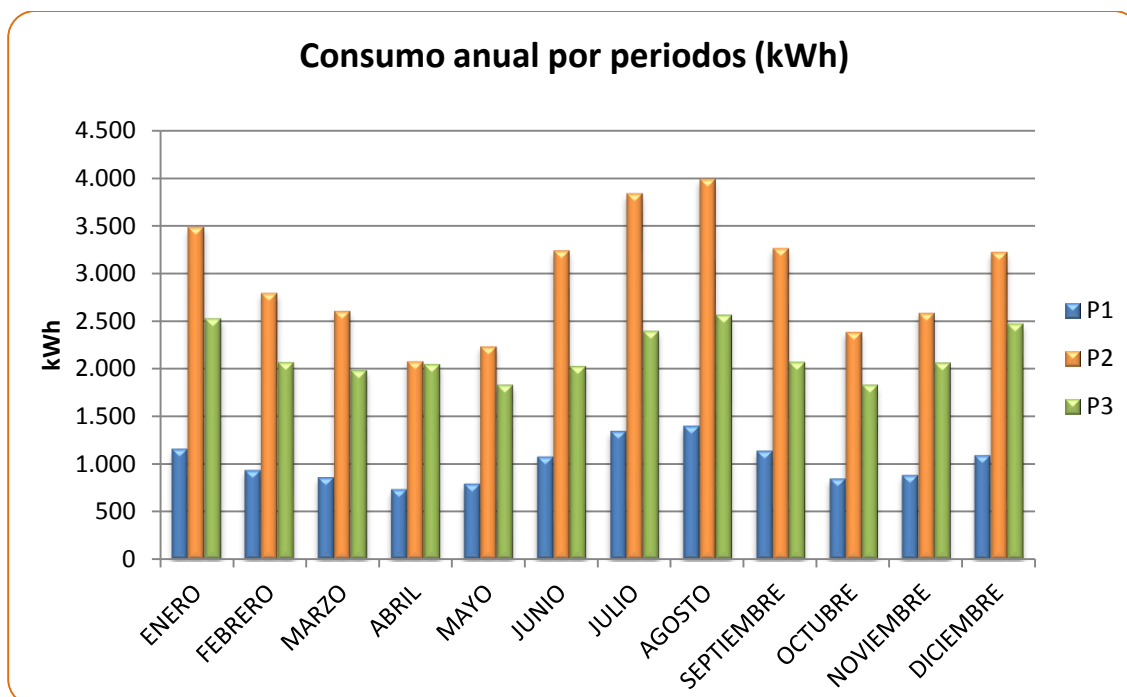




Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

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

	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	TOTAL (kWh)
Enero	1.150	3.483	2.520	7.153
Febrero	927	2.796	2.061	5.783
Marzo	855	2.605	1.976	5.435
Abril	730	2.080	2.042	4.853
Mayo	787	2.237	1.825	4.849
Junio	1.070	3.238	2.020	6.327
Julio	1.336	3.834	2.389	7.558
Agosto	1.389	3.985	2.556	7.930
Septiembre	1.131	3.261	2.063	6.455
Octubre	839	2.387	1.826	5.052
Noviembre	877	2.585	2.059	5.522
Diciembre	1.082	3.220	2.464	6.766
TOTAL	12.172	35.711	25.801	73.684

Tabla 5 Resumen de consumo eléctrico por periodos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

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 17/09/2015 y el 25/09/2015, en el punto de suministro eléctrico. Se trata de una medición realizada con un periodo de 1 minuto entre registros y recoge el consumo de los dos contratos de suministro de que consta el centro.

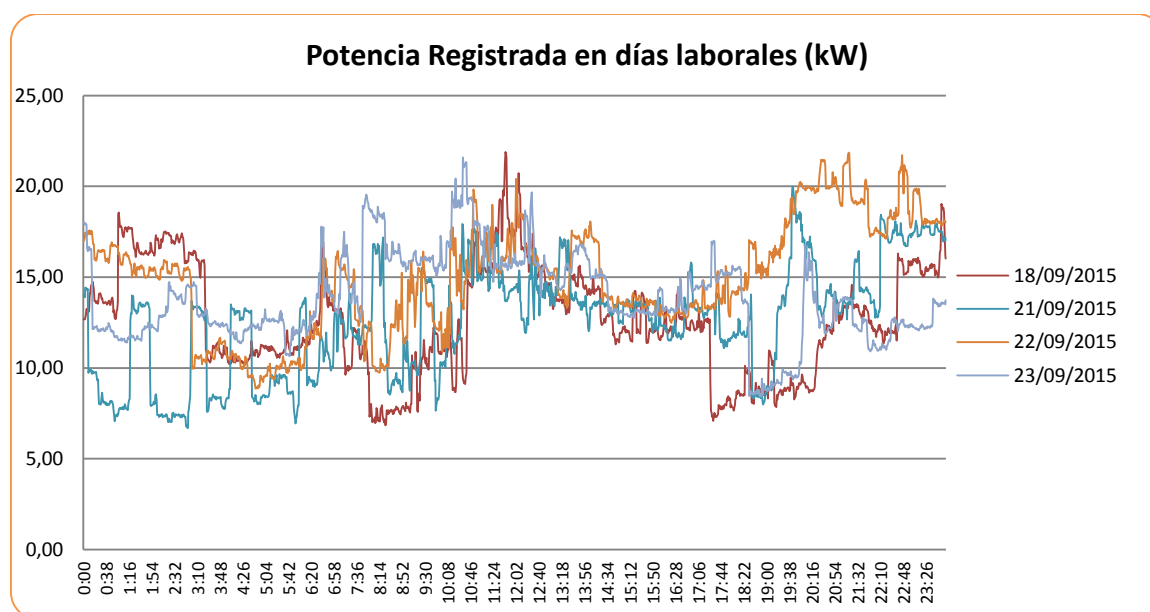


Gráfico 3 Registro trifásico – Días laborables

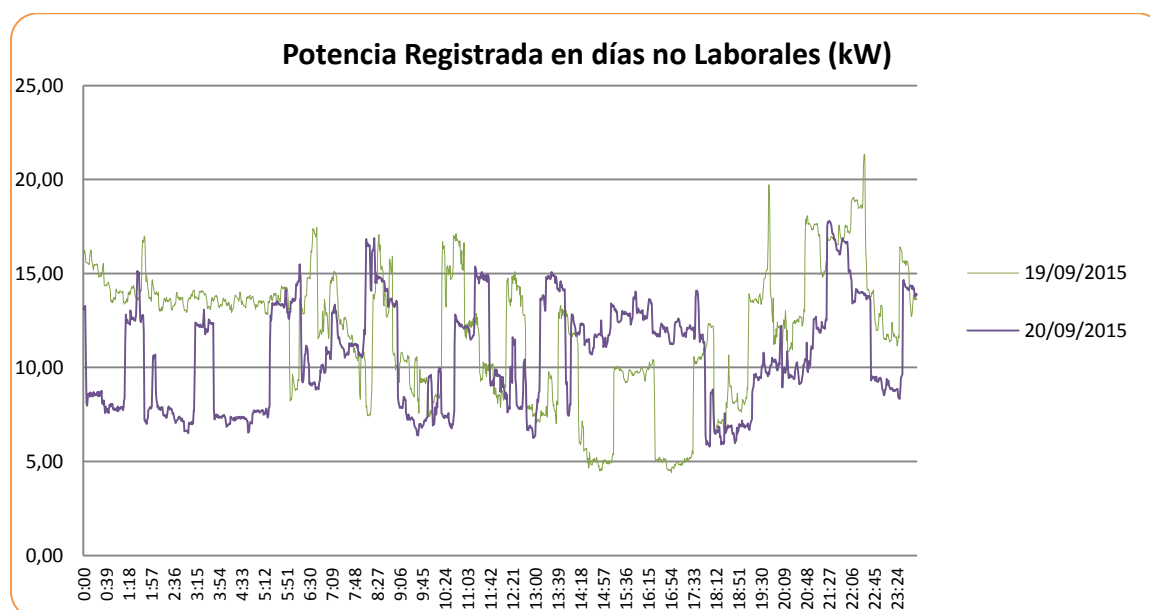


Gráfico 4 Registro trifásico – Festivos y fines de semana

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:

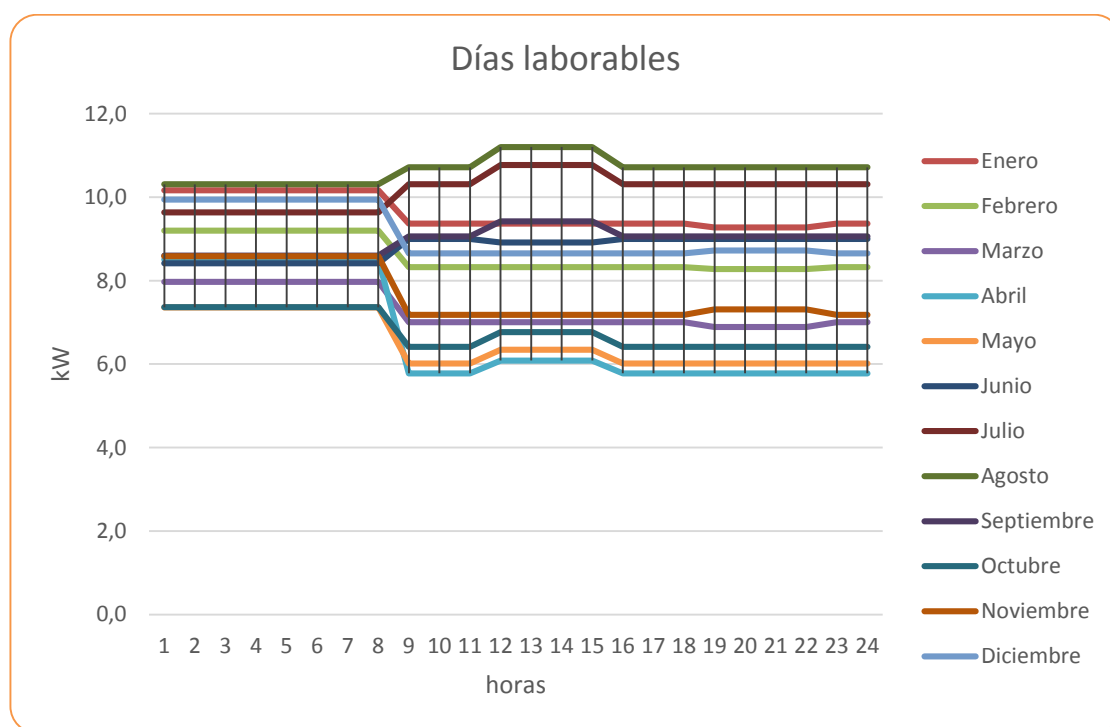



Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días laborables

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO		1306
			22
			Rev.03

- **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 ($P_c \leq 10$ kW)	8,989169					
	2.0 DHA ($P_c \leq 10$ kW)	8,989169					
	2.0 DHS ($P_c \leq 10$ kW)	8,989169					
	2.1 A ($10 < P_c \leq 15$ kW)	15,390453					
	2.1 DHA ($10 < P_c \leq 15$ kW)	15,390453					
	2.1 DHS ($10 < P_c \leq 15$ kW)	15,390453					
	3.0 A ($P_c > 15$ 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 ($P_c \leq 10$ kW)	0,046750					
2.0 DHA ($P_c \leq 10$ kW)	0,060789	0,008510				
2.0 DHS ($P_c \leq 10$ kW)	0,061561	0,008869	0,008449			
2.1 A ($10 < P_c \leq 15$ kW)	0,058445					
2.1 DHA ($10 < P_c \leq 15$ kW)	0,071727	0,017885				
2.1 DHS ($10 < P_c \leq 15$ kW)	0,072498	0,020765	0,013707			
3.0 A ($P_c > 15$ 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 17,25 kWp y se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2. En los siguientes apartados se expone de forma ampliada dicha propuesta.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		22
	POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO		Rev.03

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

26/02/16

Página 1/9

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

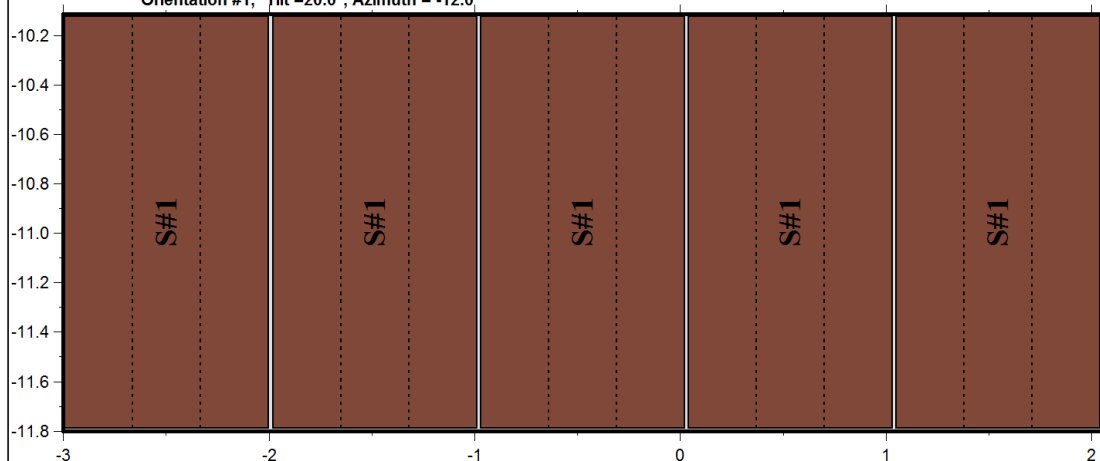
Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Características generador FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	REC 250PE	
Utiliza el modelo Sandia		Fabricante		Size 0.991 x 1.665 m ²
Número de módulos FV		En serie	23 módulos	En paralelo 3 cadenas

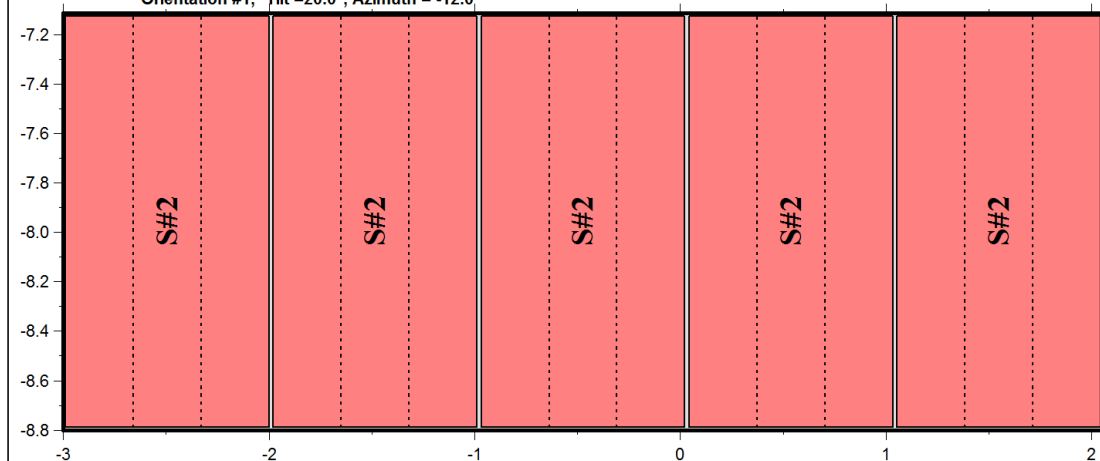
Campo en ramas, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



Campo en ramas, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



PVSYST V6.37

26/02/16

Página 2/9

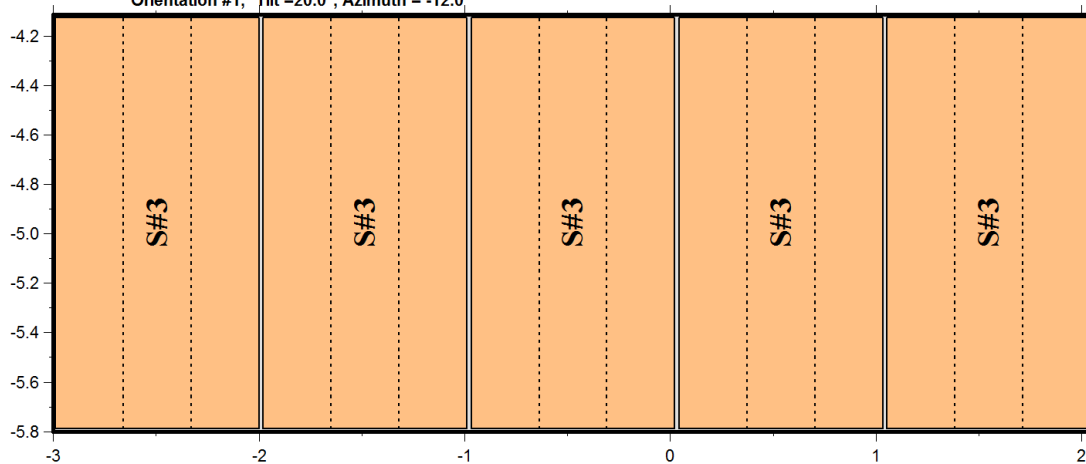
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

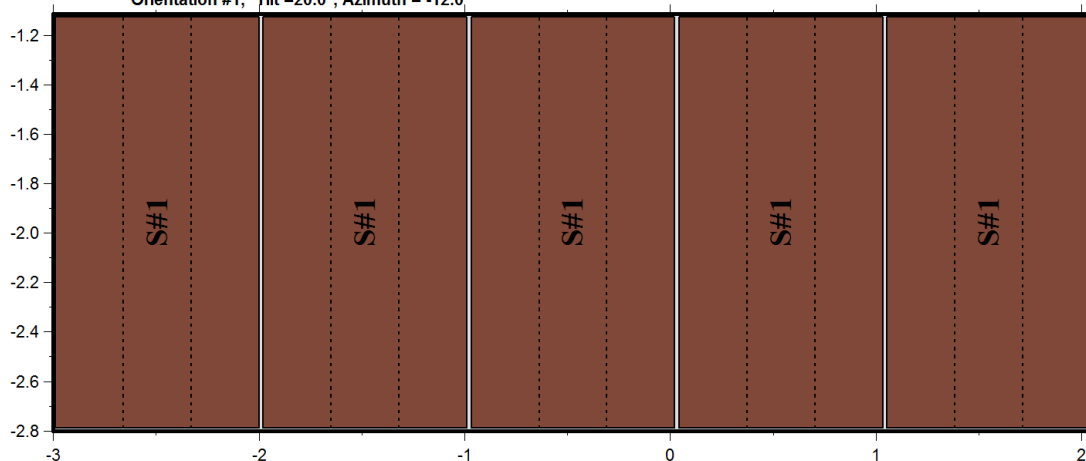
Campo en ramas, rama#3

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



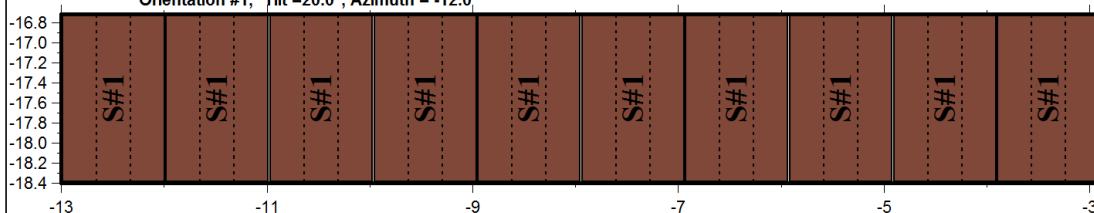
Campo en ramas, rama#4

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



Campo en ramas no 2, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



PVSYST V6.37

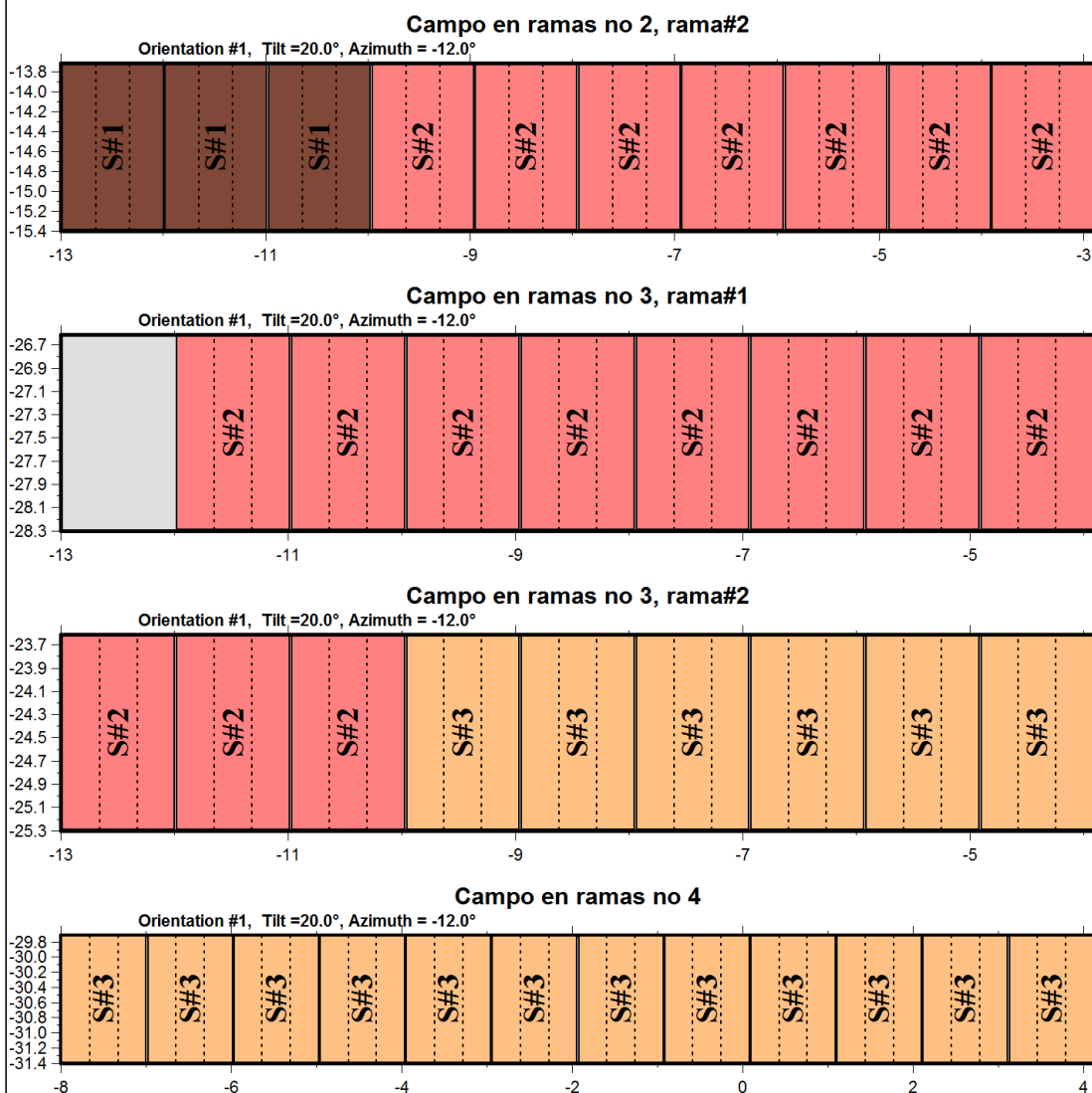
26/02/16

Página 3/9

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp



PVSYST V6.37

26/02/16

Página 4/9

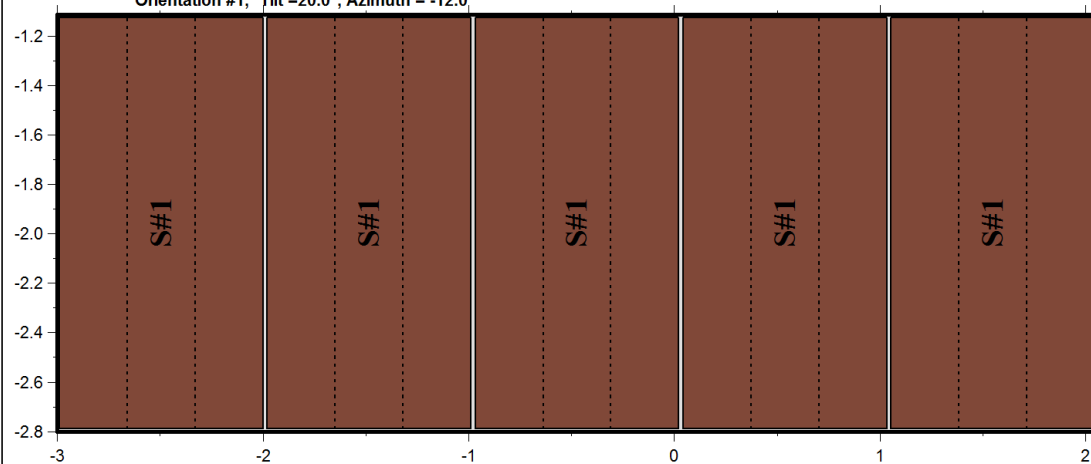
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

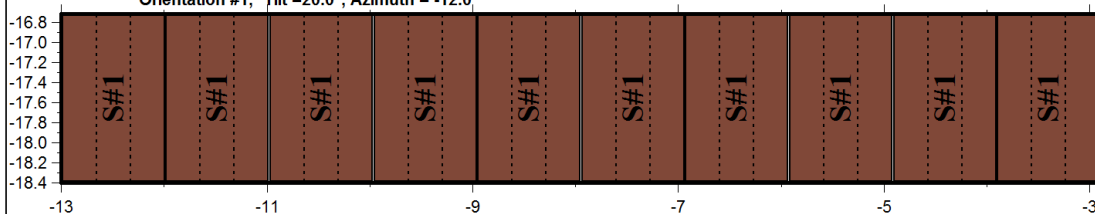
Campo en ramas, rama#4

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



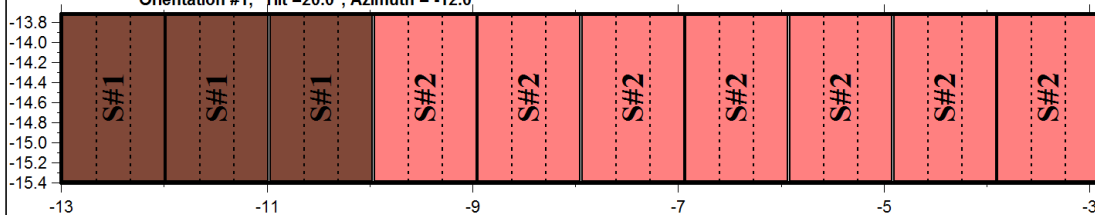
Campo en ramas no 2, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



Campo en ramas no 2, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



PVSYST V6.37

26/02/16

Página 5/9

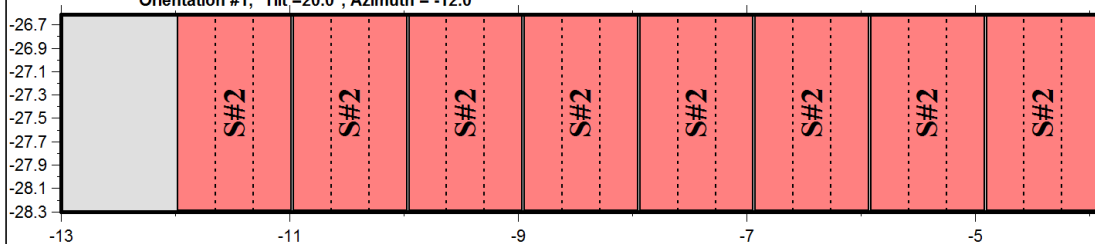
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

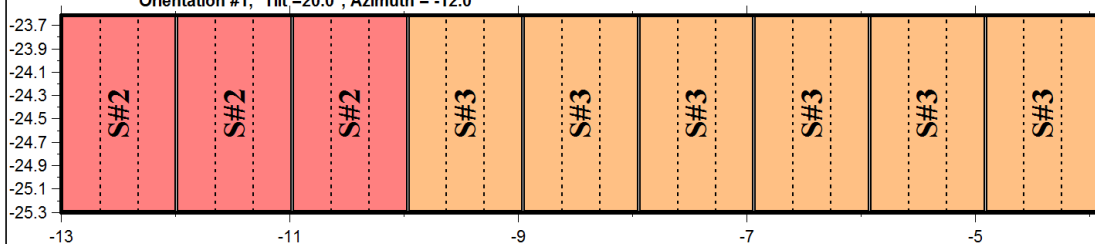
Campo en ramas no 3, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



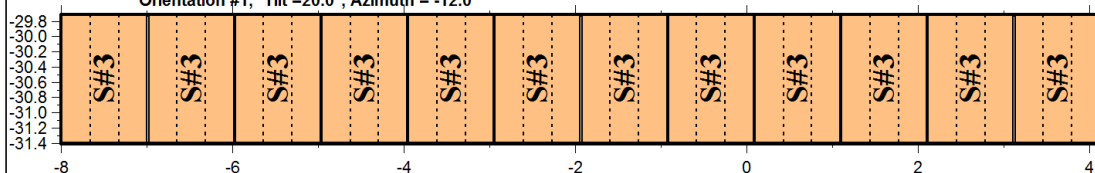
Campo en ramas no 3, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



Campo en ramas no 4

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



PVSYST V6.37

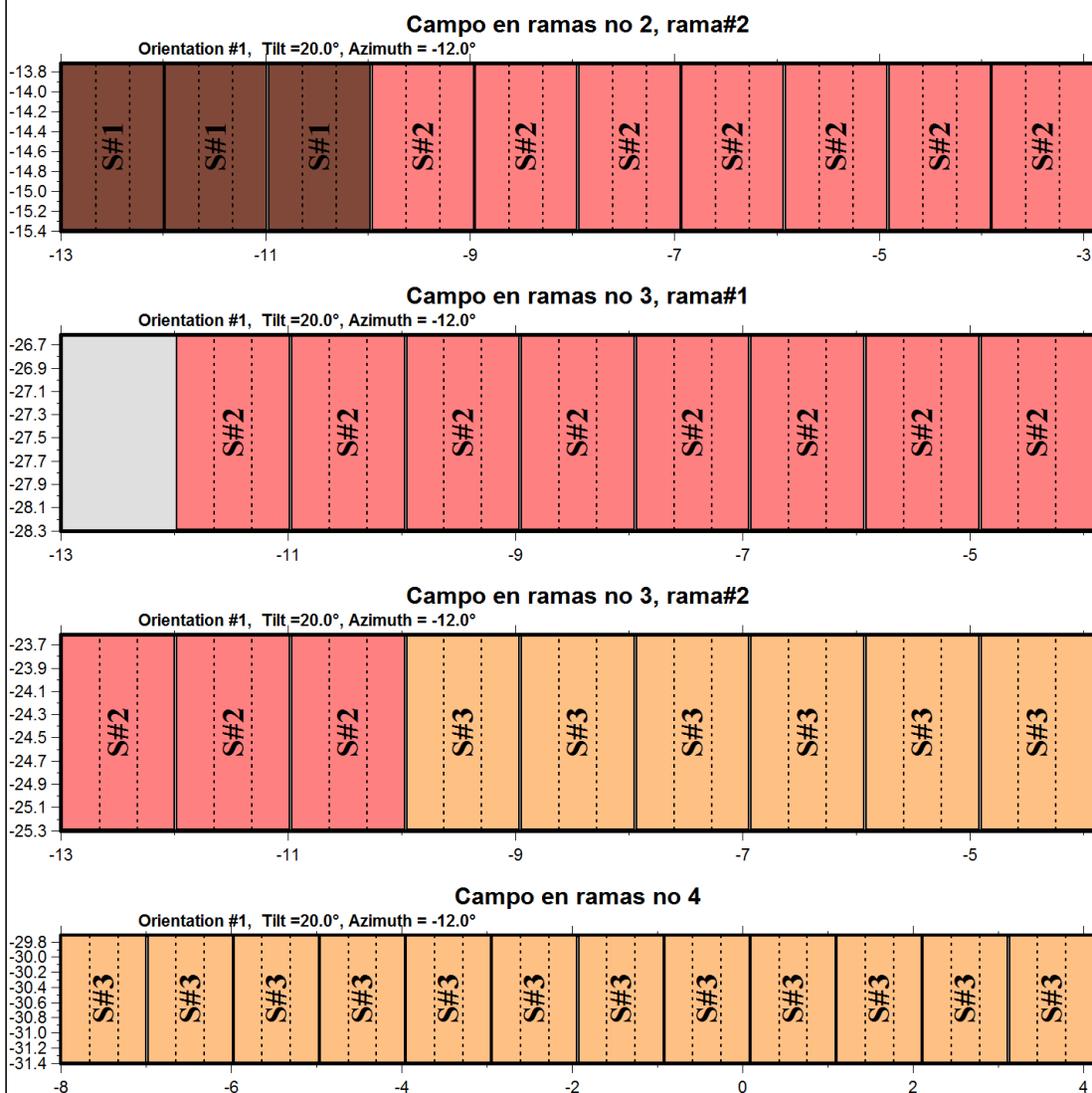
26/02/16

Página 6/9

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp



PVSYST V6.37

26/02/16

Página 7/9

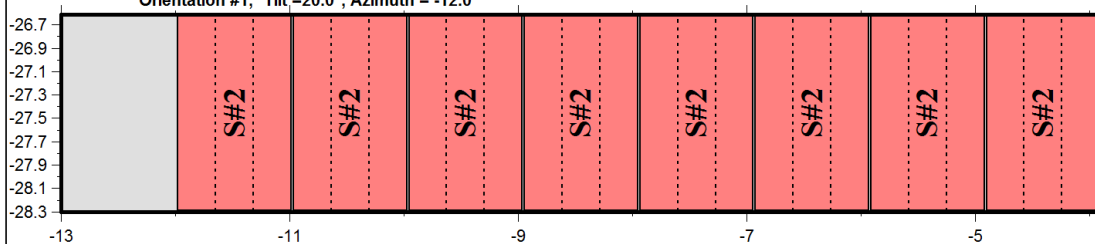
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

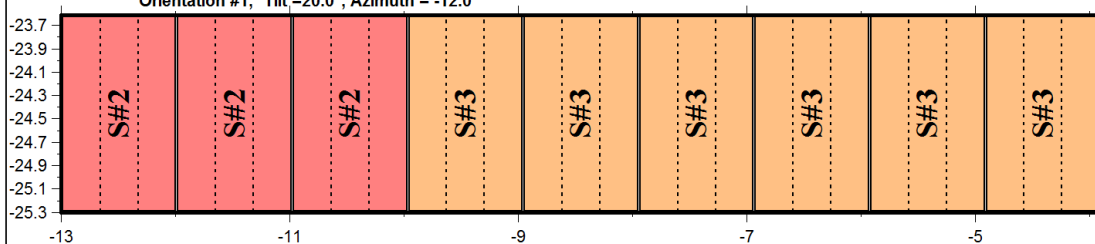
Campo en ramas no 3, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



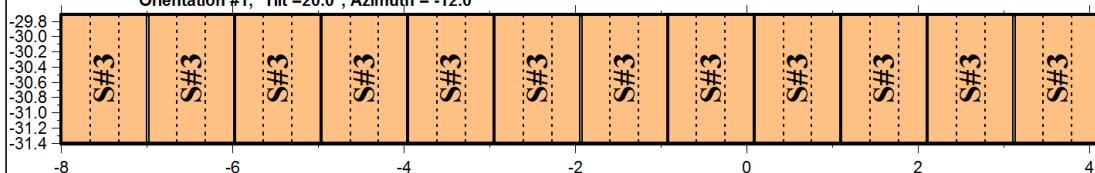
Campo en ramas no 3, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



Campo en ramas no 4

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



PVSYST V6.37

26/02/16

Página 8/9

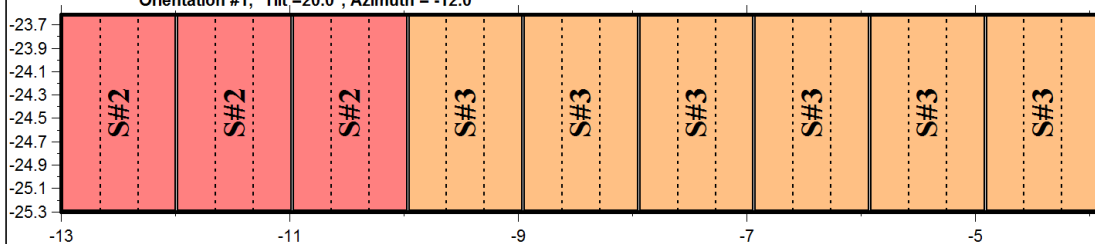
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

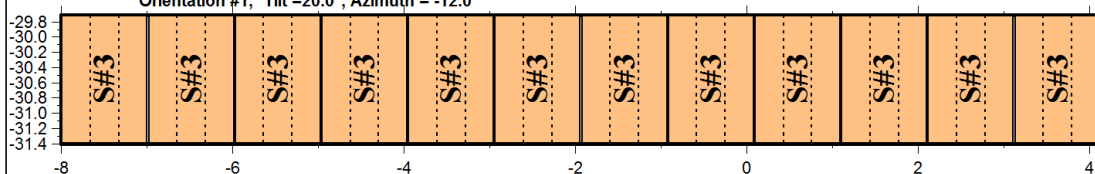
Campo en ramas no 3, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



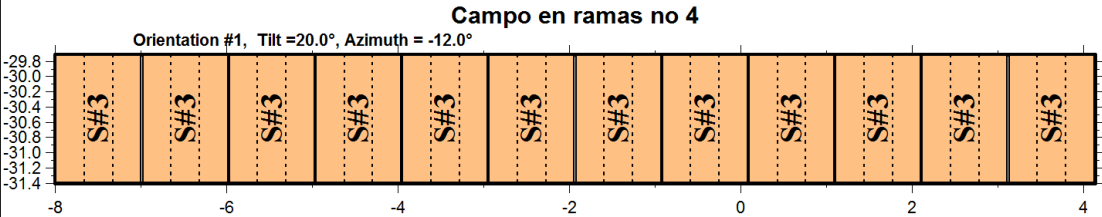
Campo en ramas no 4


Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -12.0°



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp
Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp



	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO		1306
			22
			Rev.03

PVSYST V6.37					26/02/16	Página 1/4
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación						
Proyecto :		MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp				
Lugar geográfico		Marbella		País	España	
Ubicación		Latitud	36.5°N	Longitud	4.9°W	
Hora definido como		Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	14 m	
		Albedo	0.20			
Datos climatológicos:		Marbella	Síntesis - Meteonorm 7.1 (1996-2010), Sat=92%			
Variante de simulación :		MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp				
		Fecha de simulación	25/02/16 20h47			
Parámetros de la simulación						
Orientación Plano Receptor		Inclinación	20°	Acimut	-12°	
Modelos empleados		Transposición	Perez	Difuso	Erbs, Meteonorm	
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos				
Sombras cercanas		Detailed electrical calculations		(acc. to module layout)		
Características generador FV						
Módulo FV		Si-poly	Modelo	REC 250PE		
			Fabricante	REC		
Número de módulos FV		En serie	23 módulos	En paralelo	3 cadenas	
Nº total de módulos FV		Nº módulos	69	Pnom unitaria	250 Wp	
Potencia global generador		Nominal (STC)	17.25 kWp	En cond. funciona.	15.56 kWp (50°C)	
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	627 V	I mpp	25 A	
Superficie total		Superficie módulos	114 m²	Superf. célula	101 m²	
Inversor						
		Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10			
		Fabricante	SMA			
Características		Tensión Funciona.	580-800 V	Pnom unitaria	15.0 kWac	
Banco de inversores		Nº de inversores	1 unidades	Potencia total	15.0 kWac	
Factores de pérdida Generador FV						
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	417 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
Necesidades de los usuarios :		Carga ilimitada (red)				

PVSYST V6.37

26/02/16

Página 2/4

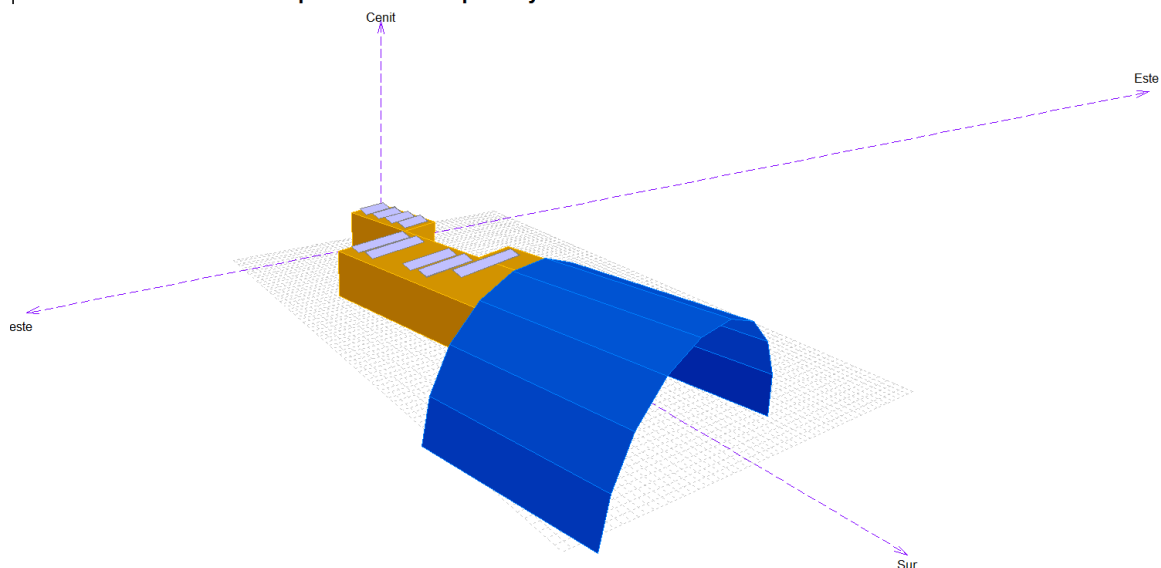
Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)		
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	-12°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom	250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	69	Pnom total	17.25 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10		15.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



PVSYST V6.37

26/02/16

Página 3/4

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp**

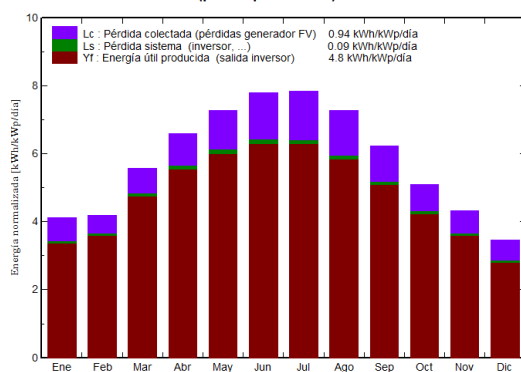
Variante de simulación : **MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)
Orientación Campos FV	inclinación	20° acimut -12°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE Pnom 250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	69 Pnom total 17.25 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10 15.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

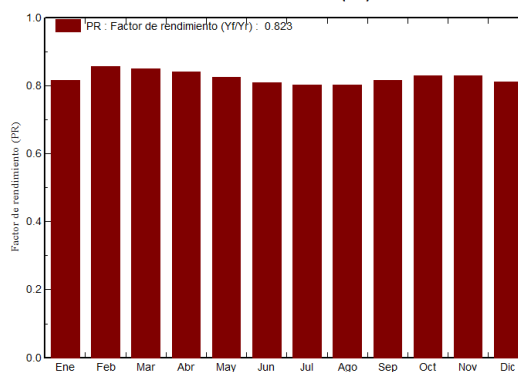
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	30.20 MWh/año	Produc. específico	1751 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	82.3 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 17.25 kWp



Factor de rendimiento (PR)



MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
Enero	88.7	10.86	127.8	118.2	1.839	1.802	12.64	12.38
Febrero	92.5	12.36	117.5	109.1	1.777	1.739	13.28	13.00
Marzo	147.7	14.96	173.0	160.7	2.589	2.539	13.15	12.89
Abril	183.8	16.68	197.9	184.4	2.931	2.873	13.01	12.75
Mayo	224.4	20.25	225.9	210.4	3.281	3.218	12.76	12.51
Junio	238.9	23.68	234.0	218.3	3.328	3.265	12.49	12.26
Julio	245.7	25.96	243.3	227.3	3.430	3.367	12.38	12.15
Agosto	214.8	25.92	225.9	210.9	3.184	3.126	12.38	12.16
Septiembre	164.6	22.40	187.3	174.7	2.688	2.638	12.61	12.37
Octubre	126.1	19.00	158.0	146.9	2.309	2.265	12.84	12.59
Noviembre	92.7	14.49	130.2	120.7	1.903	1.864	12.84	12.58
Diciembre	74.3	12.05	107.2	98.7	1.535	1.503	12.58	12.31
Año	1894.1	18.25	2127.9	1980.2	30.795	30.200	12.71	12.47

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

PVSYST V6.37 26/02/16 Página 4/4

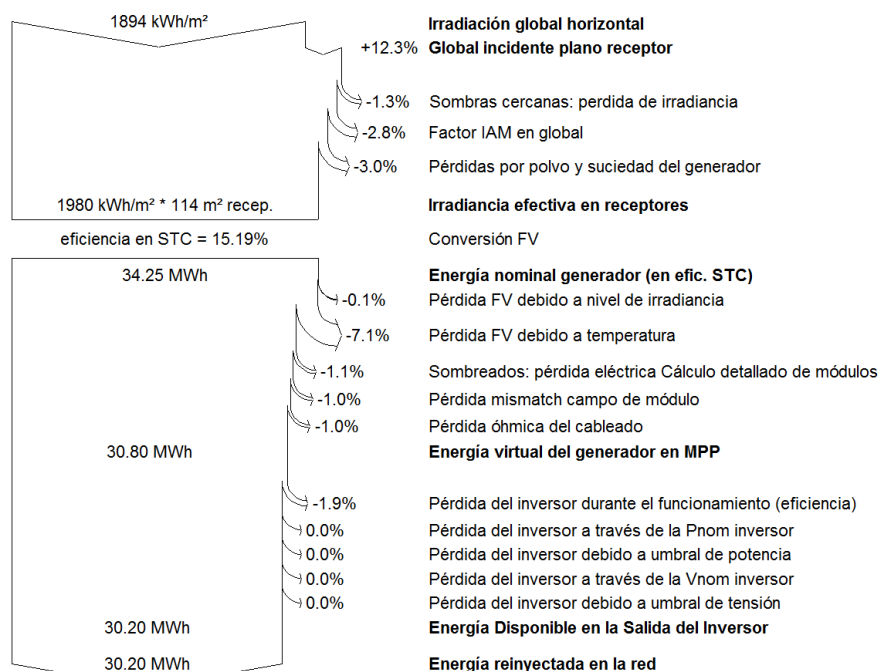
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 22 POLICÍA LOCAL Y BOMBEROS - 17,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - 22 POLICÍA Y BOMBEROS - 17,25 kWp

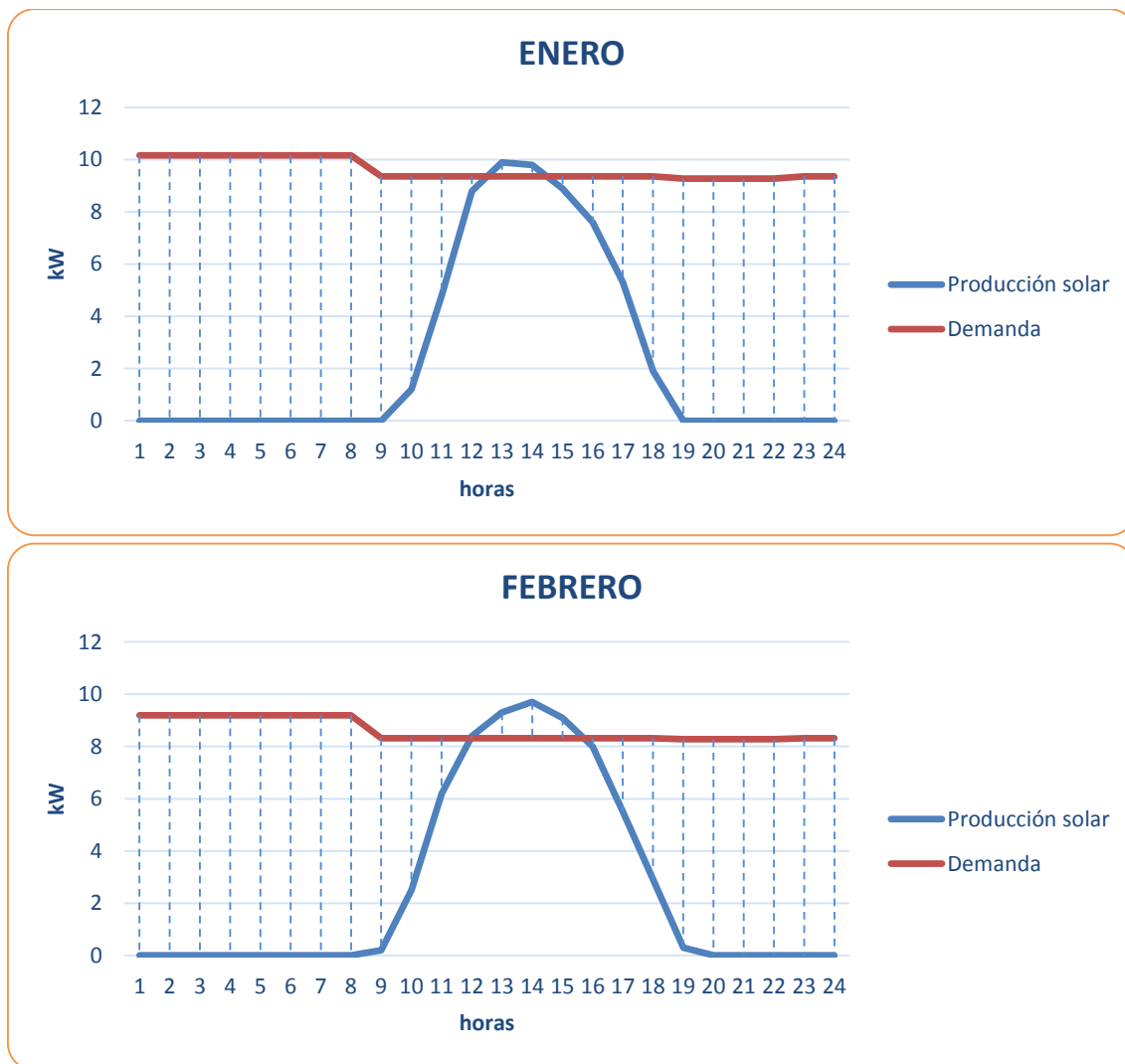
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)
Orientación Campos FV	inclinación	20° acimut -12°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE Pnom 250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	69 Pnom total 17.25 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10 15.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

Diagrama de pérdida durante todo el año

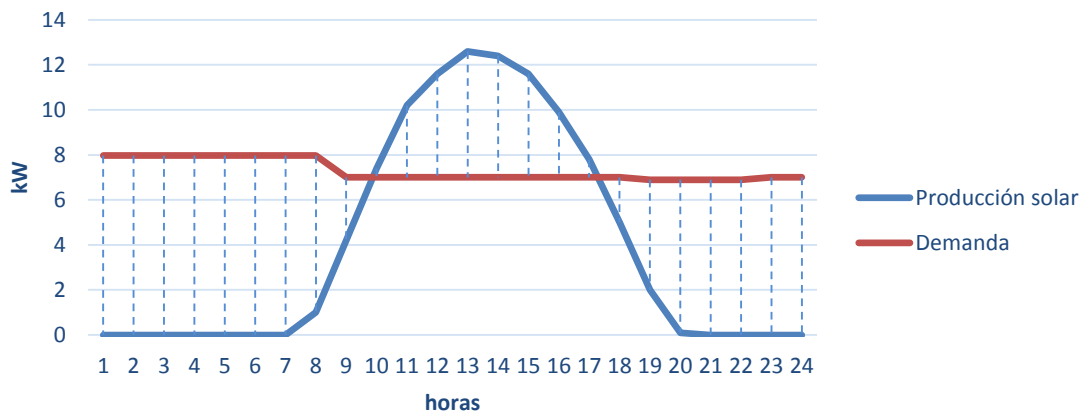


5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV

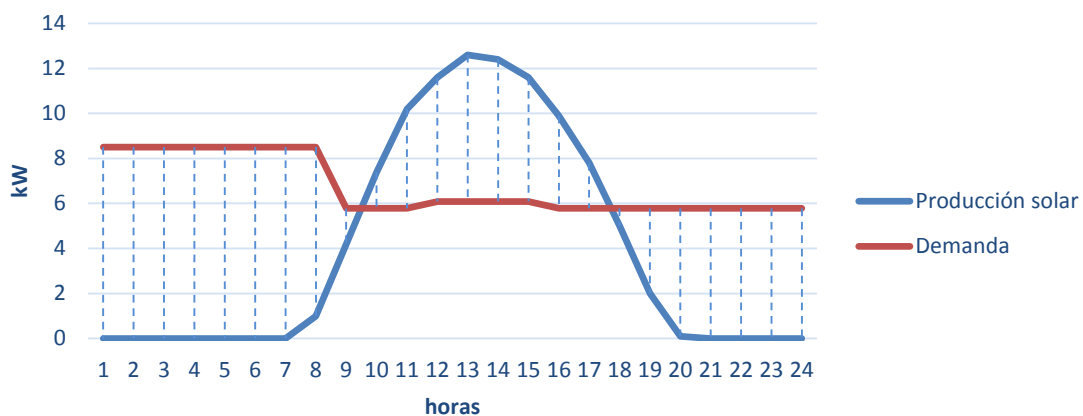
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



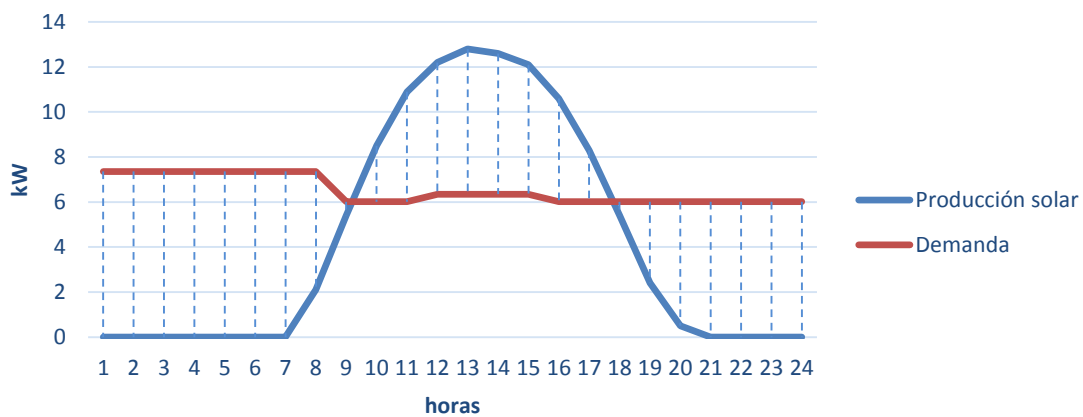
MARZO



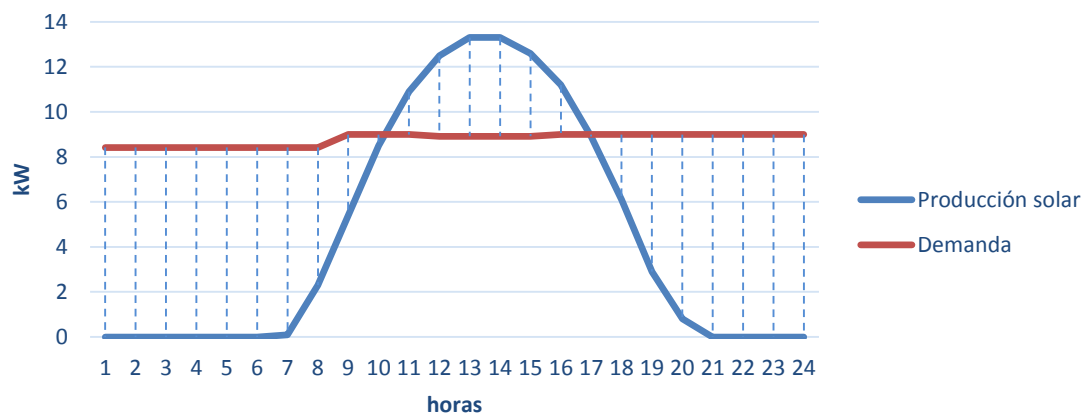
ABRIL



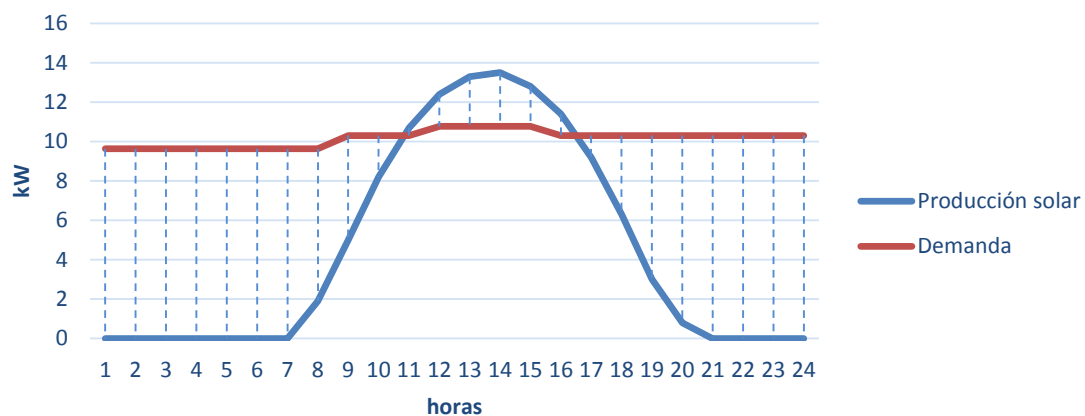
MAYO



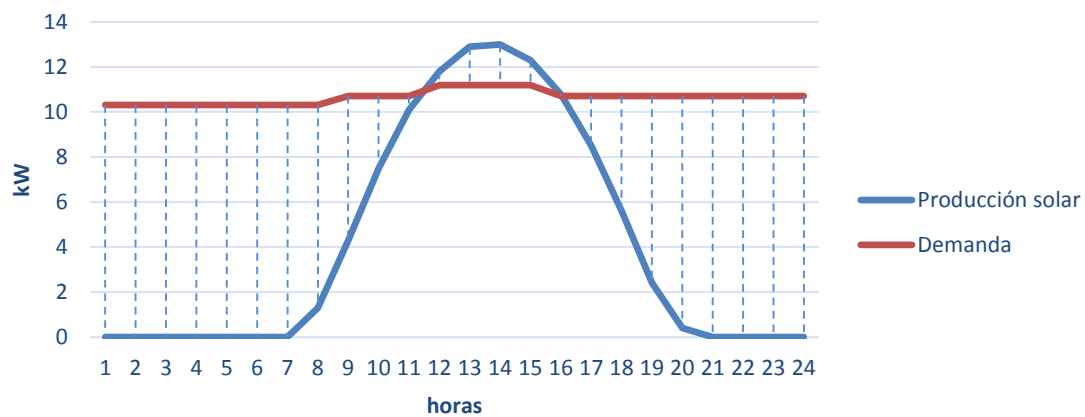
JUNIO



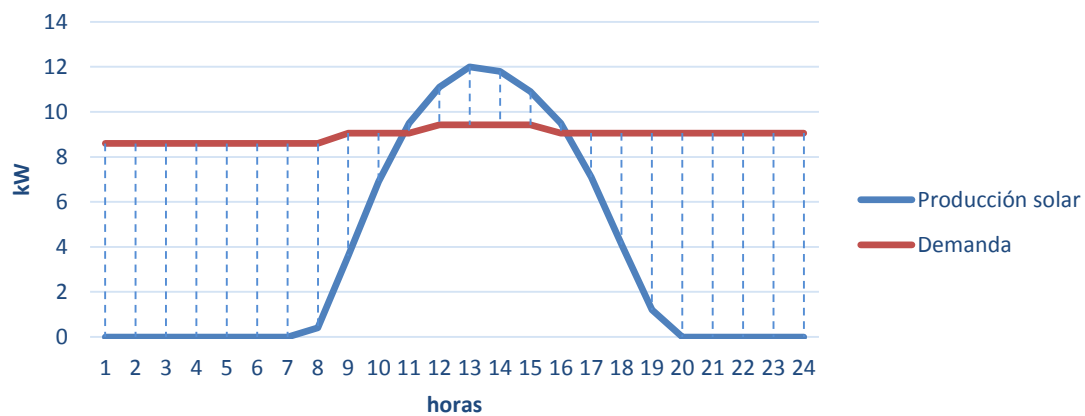
JULIO



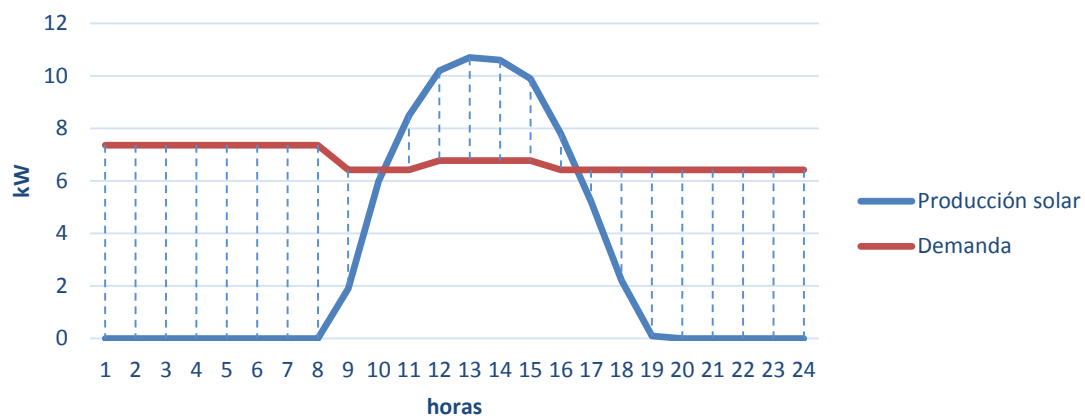
AGOSTO



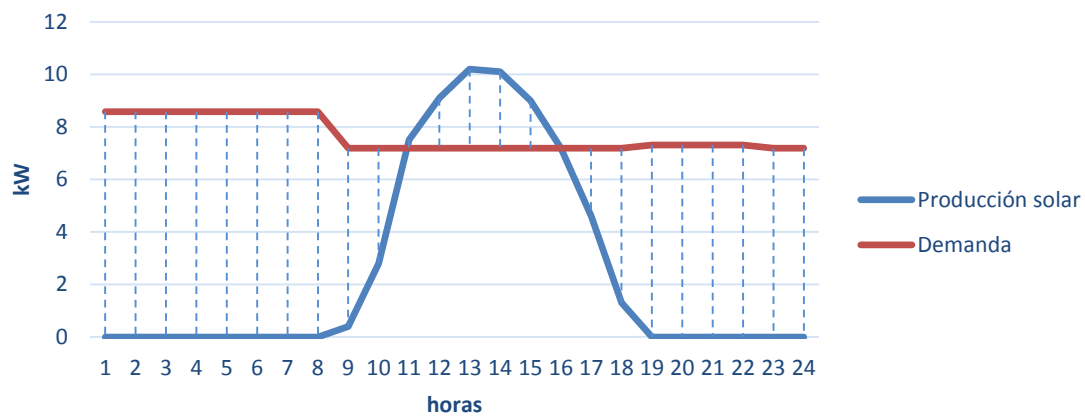
SEPTIEMBRE



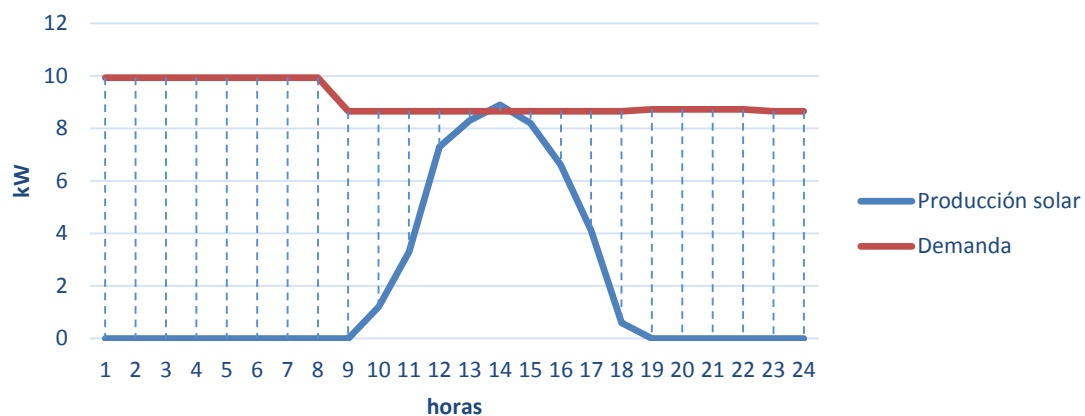
OCTUBRE



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 (%)
Enero	7.153	1.802	1.665	92,42%	137	7,58%	23,28%
Febrero	5.783	1.739	1.497	86,04%	243	13,96%	25,88%
Marzo	5.435	2.539	1.874	73,79%	666	26,21%	34,48%
Abril	4.853	2.873	1.752	61,00%	1.120	39,00%	36,11%
Mayo	4.849	3.218	2.006	62,35%	1.212	37,65%	41,38%
Junio	6.327	3.265	2.653	81,26%	612	18,74%	41,93%
Julio	7.558	3.367	3.031	90,02%	336	9,98%	40,10%
Agosto	7.930	3.126	2.945	94,21%	181	5,79%	37,14%
Septiembre	6.455	2.638	2.287	86,69%	351	13,31%	35,42%
Octubre	5.052	2.265	1.666	73,52%	600	26,48%	32,97%
Noviembre	5.522	1.864	1.473	79,03%	391	20,97%	26,68%
Diciembre	6.766	1.503	1.415	94,18%	87	5,82%	20,92%
TOTAL	73.684,0	30.200,0	24.265,0	80,35%	5.935,0	19,65%	32,93%

Tabla 9 Resumen – autoconsumo y cobertura

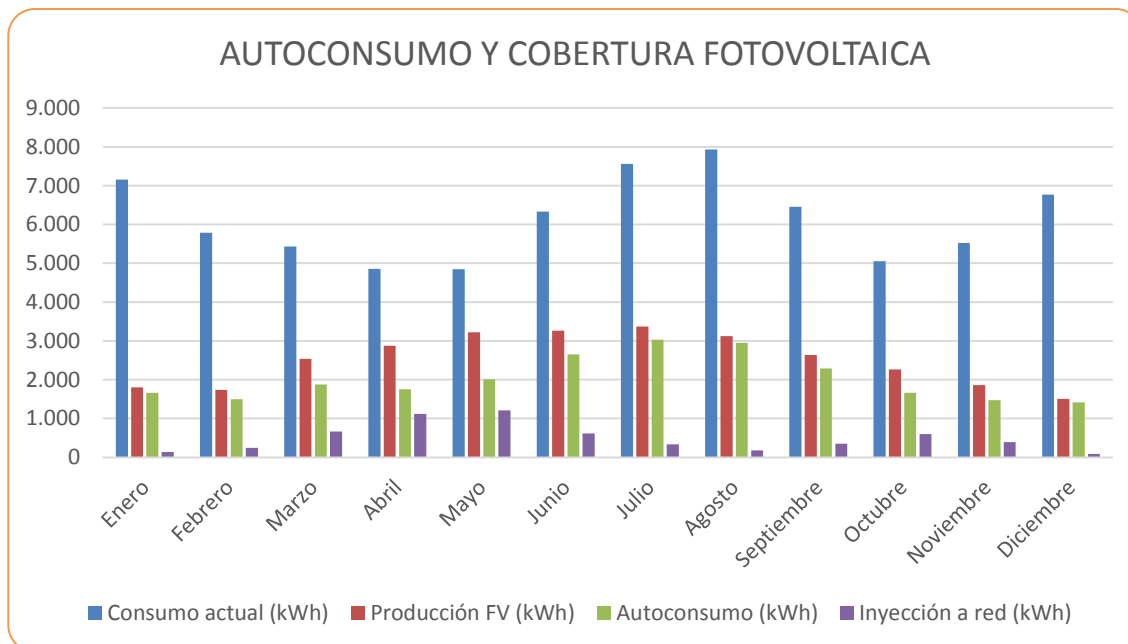



Gráfico 6 Resumen – autoconsumo y cobertura


	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		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	
INGENIERÍA Y TRAMITACIONES	* Proyecto visado y gestión de los permisos con el ayuntamiento y administración.
MATERIAL FOTOVOLTAICO	
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	* 17.250 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
INVERSORES	* 1 INVERSOR DE 15,0 kWn marca SMA o similar.
EJECUCIÓN OBRA	
ESTRUCTURA	* Suministro y montaje de estructura.
MONTAJE DE MÓDULOS	* Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.
MATERIAL ELÉCTRICO	* 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.
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	* Instalación eléctrica.
DIRECCIÓN DE OBRA Y PUESTA EN MARCHA	
DIRECCIÓN DE OBRA	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.
LEGALIZACIÓN	* Legalización como instalación generadora en baja tensión mediante OCA. * Entrega del proyecto a la distribuidora.
OTROS	
TELEMONITORIZACIÓN	* Cableado y extras para telemonitorización. * Instalación de módem para telemonitorizar la planta.
SEGURIDAD E IMPREVISTOS	* Partida de Seguridad y Salud. * Partida de alquiler de la maquinaria.
TOTAL	
35.187,50 €	

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

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	17,25	kWp	
Potencia nominal	15,0	kWn	
Consumo anual	73.684	kWh	
Gasto anual	7.978,94	€	
Producción solar	30.200	kWh	
Producción solar	1.751	kWh/kWp	
Autoconsumo	24.265	kWh	
Autoconsumo	80,35%		
Inyección a red	5.935	kWh	
Cobertura	32,93%		
Ahorro de emisiones	12,05	tn CO2	
Precio medio de autoconsumo	0,1247639	€/kWh	
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,10138447	€/kWh	
Venta a pool	0,04994	€/kWh	
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh	
Ahorro económico anual (sin respaldo)	3.320,82	€/año	
Ahorro económico anual (con respaldo)	2.753,52	€/año	
Inversión	35.187,50	€	
Inversión	2,04	€/Wp	
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,60	años	
Amortización (con peaje de respaldo)	12,78	años	

Tabla 10 Situación 1: 17,25 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
30.200	80,35%	19,65%	32,93%	2.753,52	35.187,50	2,04	12,78	12,05

Tabla 11 Resumen de resultados

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLICIA LOCAL Y BOMBEROS SAN PEDRO	1306
		22
		Rev.03

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 CO₂ 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.