





PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR

FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. Xarblanca)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_27_20160311

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.03

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETO Y ALCANCE.....	1
3. SITUACIÓN ACTUAL	2
3.1 Datos generales.....	2
3.2 Datos contractuales	3
3.3 Distribución de consumo y costes por períodos	4
3.4 Cubiertas	6
4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO	7
4.1 Registros trifásicos	7
4.2 Perfil de funcionamiento.....	8
5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA	9
5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo.....	9
5.2 Análisis de diferentes alternativas	12
5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos.....	15
5.4 Simulación	15
5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV.....	24
5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica	28
6. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO.....	29
6.1 Inversión.....	29
6.2 Estudio de ahorro energético y económico	30

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		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 Y ALCANCE

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 AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.03

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Datos generales

Denominación del Centro	CEIP Xarblanca
Dirección	Urbanización Xarblanca, Calle la Pimienta, s/n, 29602 Marbella, Málaga
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	Antonio J. Casero Martín 671 56 54 85
Número de edificios	3
Referencia Catastral	0243102UF3404S

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Xarblanca** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle la Pimienta** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vistas generales del CEIP Xarblanca



Imagen 2 Vista aérea del CEIP Xarblanca

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA		1306
			27
			Rev.03

CEIP Xarblanca	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Administración	3	1590	101	7:00 a 19:00	2007	2014	Sustitución del grupo de presión
Edificio Aulas	3	1335	536	9:00 a 19:30			
Edificio Gimnasio	1	279	30	9:00 a 14:00			

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

Los meses de Julio y Agosto el centro permanece cerrado.

CEIP Xarblanca	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	27 por aula	9:00 a 19:30	Educativo
Comedor	189	14:00 a 16:00	Cocina-comedor
Gimnasio	30	9:00 a 14:00	Deportivo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

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:

CUPS	ES0031104662440001NA0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Tabla 4 Datos contractuales

3.3 Distribución de consumo y costes por períodos

El periodo estudiado recoge los consumos entre enero y 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	946	5732	615	25 /62 /7	67,95	1.404,22
31/01/2014	28/02/2014	802	4892	681	23 /69 /8	62,41	1.255,51
28/02/2014	31/03/2014	980	4671	429	47 /51 /5	145,00	1.373,23
31/03/2014	30/04/2014	1901	2620	528	46 /37 /7	135,52	1.255,19
30/04/2014	31/05/2014	2081	2396	366	45 /29 /4	155,74	1.281,86
31/05/2014	30/06/2014	1521	2143	496	40 /28 /20	108,14	1.126,68
30/06/2014	31/07/2014	190	851	470	9 /7 /6	7,17	696,77
31/07/2014	31/08/2014	145	807	453	5 /7 /6	8,80	685,68
31/08/2014	30/09/2014	1599	2122	505	43 /28 /8	125,29	1.154,30
30/09/2014	31/10/2014	1724	2759	384	41 /38 /4	161,91	1.290,79
31/10/2014	30/11/2014	609	4407	384	20 /51 /7	163,25	1.300,53
30/11/2014	31/12/2014	566	3901	543	20 /57 /10	62,99	1.160,92

Tabla 5 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

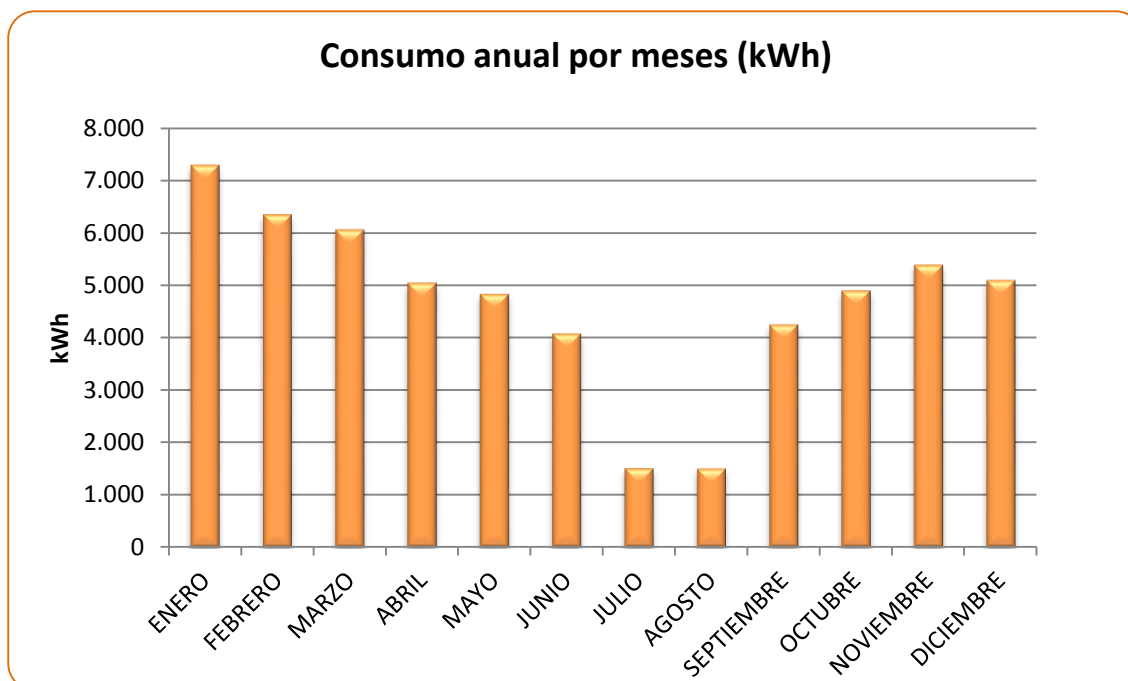


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

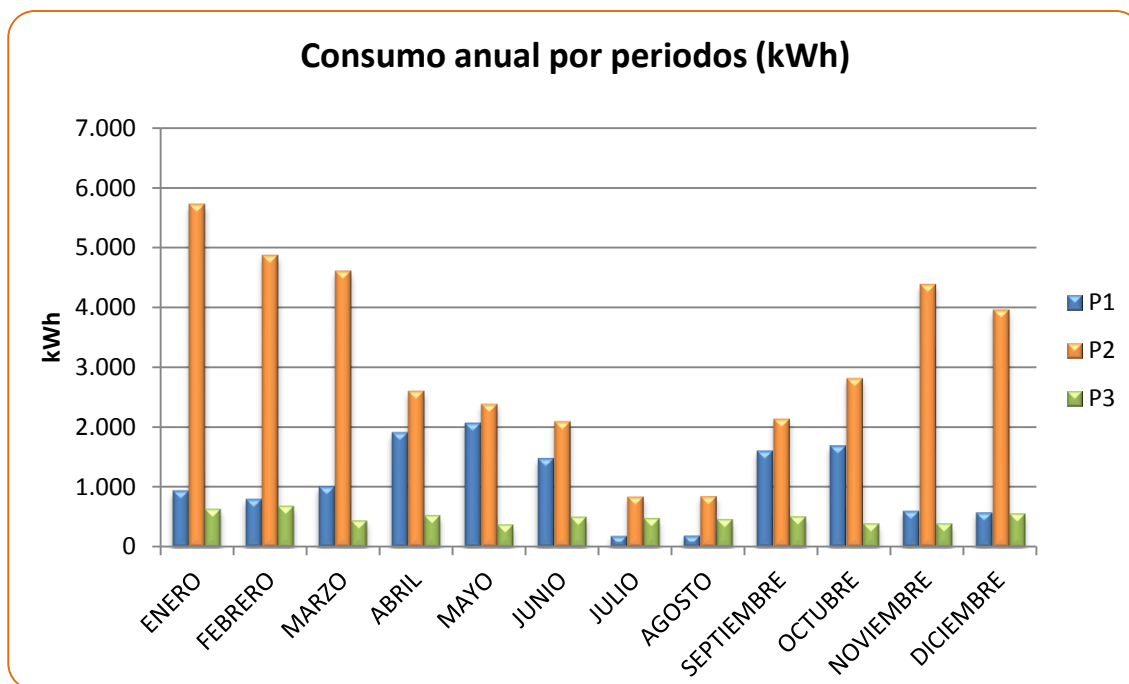


Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos

	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	TOTAL (kWh)
Enero	946	5.732	615	7.293
Febrero	802	4.892	681	6.375
Marzo	980	4.671	429	6.080
Abril	1.901	2.620	528	5.049
Mayo	2.081	2.396	366	4.843
Junio	1.521	2.143	496	4.160
Julio	190	851	470	1.511
Agosto	145	807	453	1.405
Septiembre	1.599	2.122	505	4.226
Octubre	1.724	2.759	384	4.867
Noviembre	609	4.407	384	5.400
Diciembre	566	3.901	543	5.010
TOTAL	13.064	37.301	5.854	56.219

Tabla 6 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 09/12/2015 y el 16/12/2015, 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.

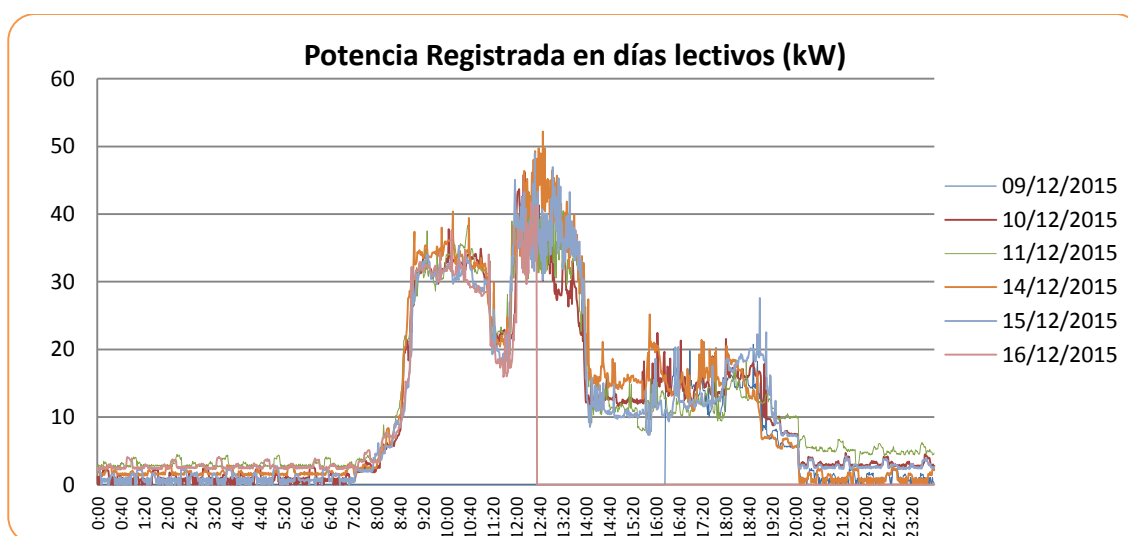


Gráfico 3 Potencia registrada en días lectivos

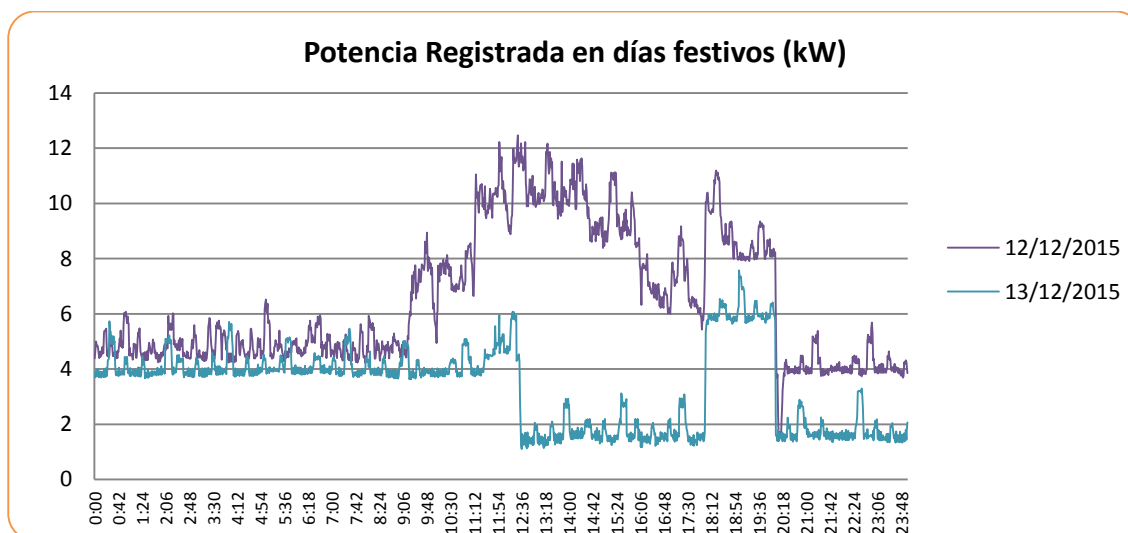


Gráfico 4 Potencia registrada en días festivos

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:

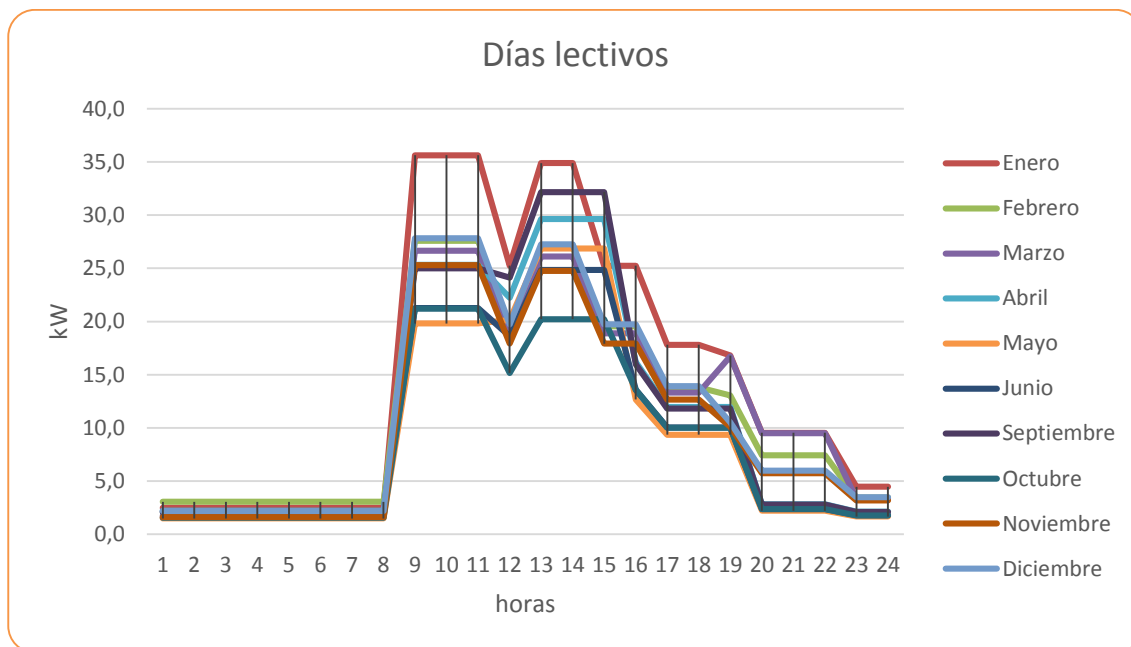


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días lectivos



Gráfico 6 Perfil de funcionamiento – Sábados, domingos y festivos

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 C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		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 C.E.I.P. XARBLANCA		1306
			27
			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 7 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 8 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 9 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. Por otra parte, existe una gran cantidad de energía producida, durante los fines de semana y el periodo vacacional, que no puede ser auto-consumida de forma instantánea en su totalidad, por lo que se podrá verter a la red.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.03

5.2 Análisis de diferentes alternativas

Se han simulado varias situaciones diferentes teniendo en cuenta el nivel de consumo del centro y de acuerdo al espacio disponible en cubierta. A continuación se resumen los resultados obtenidos en las mismas:

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	28,75	kWp
Potencia nominal	25,0	kWn
Consumo anual	56.219	kWh
Gasto anual	6.708,61	€
Producción solar	49.902	kWh
Producción solar	1.736	kWh/kWp
Autoconsumo	25.817	kWh
Autoconsumo	51,73%	
Inyección a red	24.086	kWh
Cobertura	45,92%	
Ahorro de emisiones	19,91	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,124502105	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,101221438	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	4.405,00	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	3.803,98	€/año
Inversión	48.700,00	€
Inversión	1,69	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	11,06	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,80	años

Tabla 10 Situación 1: 28,75 kWp

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	23,00	kWp
Potencia nominal	20,0	kWn
Consumo anual	56.219	kWh
Gasto anual	6.708,61	€
Producción solar	40.258	kWh
Producción solar	1.750	kWh/kWp
Autoconsumo	22.111	kWh
Autoconsumo	54,92%	
Inyección a red	18.147	kWh
Cobertura	39,33%	
Ahorro de emisiones	16,06	tn CO2

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Precio medio de autoconsumo	0,124252887	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,101057223	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	3.644,59	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	3.131,71	€/año
Inversión	39.960,00	€
Inversión	1,74	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,96	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,76	años

Tabla 11 Situación 2: 23,0 kWp

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	17,25	kWp
Potencia nominal	15,0	kWn
Consumo anual	56.219	kWh
Gasto anual	6.708,61	€
Producción solar	30.299	kWh
Producción solar	1.756	kWh/kWp
Autoconsumo	17.802	kWh
Autoconsumo	58,75%	
Inyección a red	12.497	kWh
Cobertura	31,67%	
Ahorro de emisiones	12,09	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,124091029	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,100951644	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	2.826,92	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	2.414,99	€/año
Inversión	33.117,50	€
Inversión	1,92	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	11,72	años
Amortización (con peaje de respaldo)	13,71	años

Tabla 12 Situación 3: 17,25 kWp

De acuerdo a estos resultados, las situaciones simuladas entrarían dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Además, se ha considerado adecuado proponer esta actuación por el nivel de ahorro de emisiones de CO₂ alcanzado con la misma. Por otra parte, con un mantenimiento adecuado la instalación podría alcanzar una vida

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.03

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.

En este caso se ha seleccionado la situación 2, con mejores resultados de rentabilidad, correspondiente con una potencia de **23,0 kWp**. En los siguientes apartados se expone de forma ampliada dicha situación.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		27
	C.E.I.P. XARBLANCA		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:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.03

PVSYST V6.37			11/03/16	Página 1/4	
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA					
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 - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp					
		Fecha de simulación	11/03/16 12h51		
Parámetros de la simulación					
Orientación Plano Receptor		Inclinación	20°	Acimut	29°
Modelos empleados		Transposición	Perez	Difuso	Erbs, Meteonorm
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Características generador FV					
Módulo FV		Si-poly	Modelo	REC 250PE	
			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)	23.00 kWp	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	152 m²	Superf. célula	134 m²
Inversor					
		Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		
		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
Factores de pérdida Generador FV					
Pérdidas por polvo y suciedad del generador			Fracción de Pérdidas	3.0 %	
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	16.5 W/m²K	Uv (viento)	2.5 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	251 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.2 % 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

11/03/16

Página 2/4

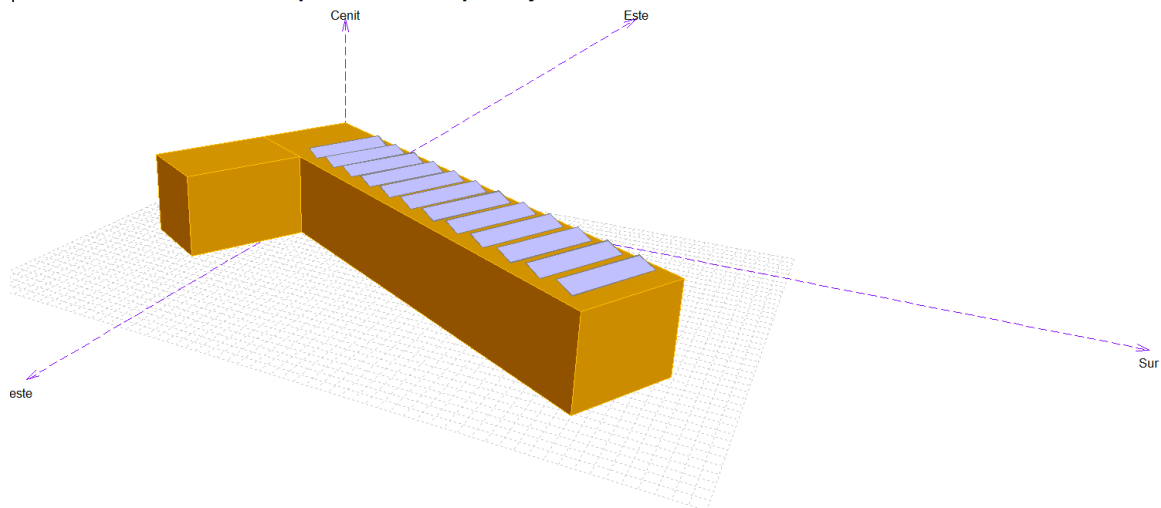
Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA**

Variante de simulación : **MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red			
Sombras cercanas	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	29°	
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	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)				

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



PVSYST V6.37

11/03/16

Página 3/4

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA**

Variante de simulación : **MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp**

Parámetros principales del sistema Tipo de sistema **Conectado a la red**

Sombras cercanas

Sombreado lineal

Orientación Campos FV

inclinación

20°

acimut 29°

Módulos FV

Modelo REC 250PE

Pnom 250 Wp

Generador FV

N° de módulos

Pnom total **23.00 kWp**

Inversor

Modelo

Sunny Tripower 20000TL-30

20.00 kW ac

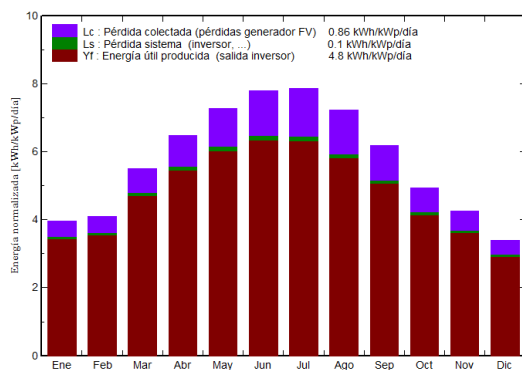
Necesidades de los usuarios

Carga ilimitada (red)

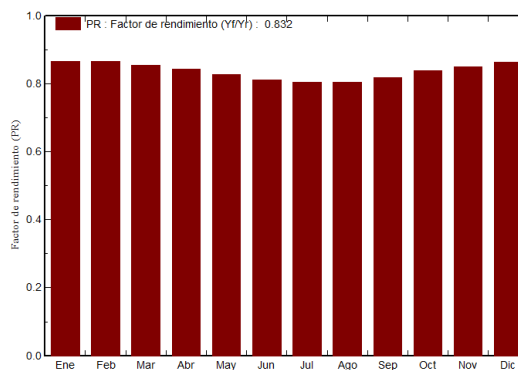
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema **Energía producida 40.26 MWh/año** Produc. específico 1750 kWh/kWp/año
Factor de rendimiento (PR) 83.2 %

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



Factor de rendimiento (PR)



MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 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	122.9	112.6	2.501	2.451	13.40	13.13
Febrero	92.5	12.36	114.5	105.9	2.333	2.284	13.42	13.13
Marzo	147.7	14.96	170.7	158.4	3.424	3.355	13.21	12.94
Abril	183.8	16.68	194.3	181.3	3.855	3.773	13.07	12.79
Mayo	224.4	20.25	225.6	210.4	4.390	4.300	12.82	12.55
Junio	238.9	23.68	234.3	219.0	4.468	4.375	12.56	12.30
Julio	245.7	25.96	244.0	228.5	4.613	4.519	12.45	12.20
Agosto	214.8	25.92	224.5	209.9	4.242	4.156	12.45	12.20
Septiembre	164.6	22.40	185.4	172.9	3.569	3.496	12.68	12.42
Octubre	126.1	19.00	153.5	142.3	3.022	2.963	12.97	12.72
Noviembre	92.7	14.49	127.7	116.9	2.552	2.500	13.16	12.89
Diciembre	74.3	12.05	105.0	95.6	2.129	2.086	13.35	13.08
Año	1894.1	18.25	2102.6	1953.7	41.098	40.258	12.88	12.61

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

11/03/16

Página 4/4

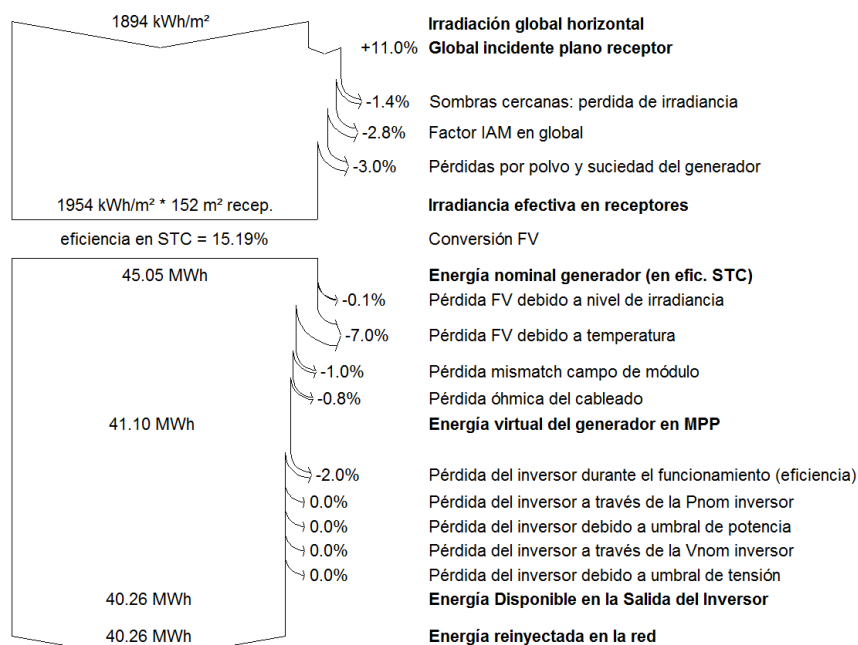
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA**

Variante de simulación : **MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	inclinación	20°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE
Generador FV	Nº de módulos	92
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	
		acimut 29°
		Pnom 250 Wp
		Pnom total 23.00 kWp
		20.00 kW ac

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVSYST V6.37

11/03/16

Página 1/4

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA

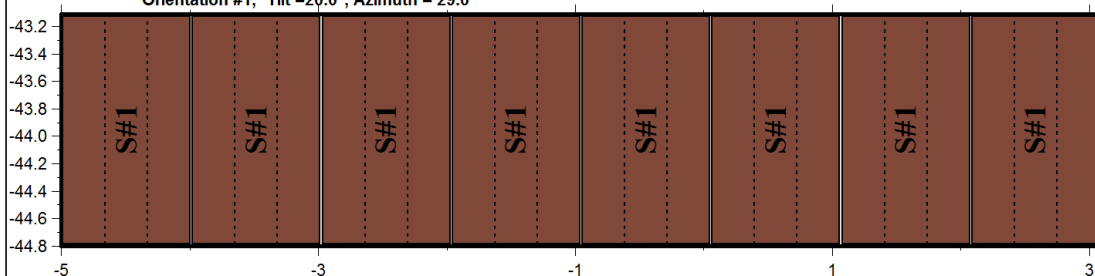
Variante de simulación : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp

Características generador FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	REC 250PE	Size	0.991 x 1.665 m ²
Utiliza el modelo Sandia		Fabricante		En paralelo	4 cadenas
Número de módulos FV		En serie	23 módulos		

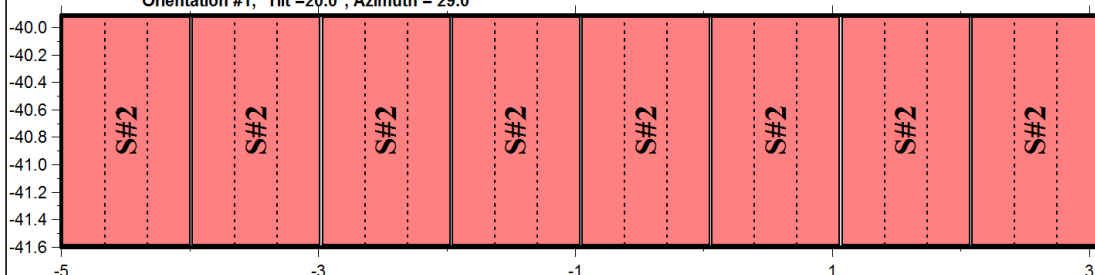
Campo en ramas, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



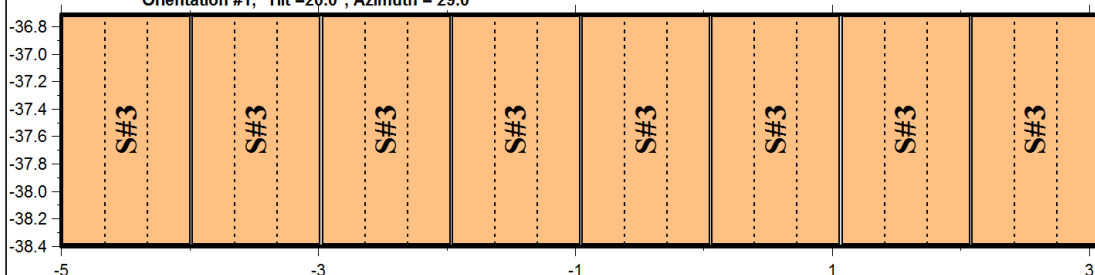
Campo en ramas, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



Campo en ramas, rama#3

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



PVSYST V6.37

11/03/16

Página 2/4

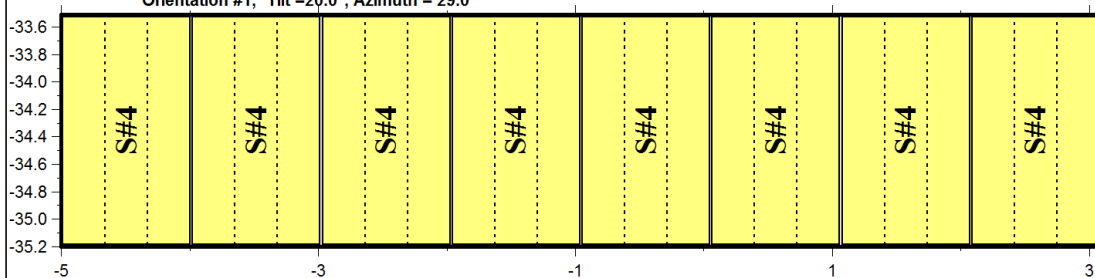
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA

Variante de simulación : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp

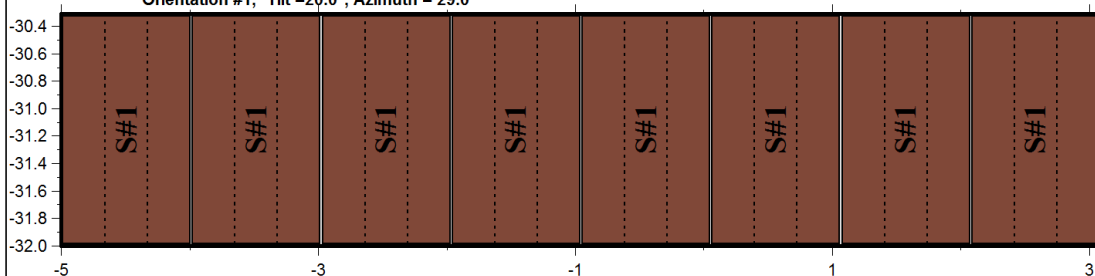
Campo en ramas, rama#4

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



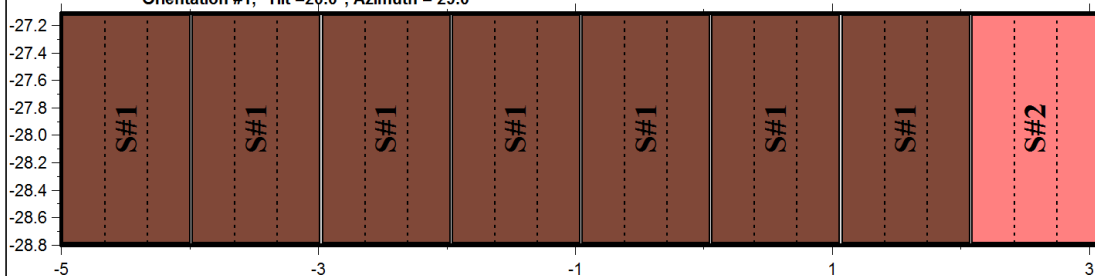
Campo en ramas, rama#5

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



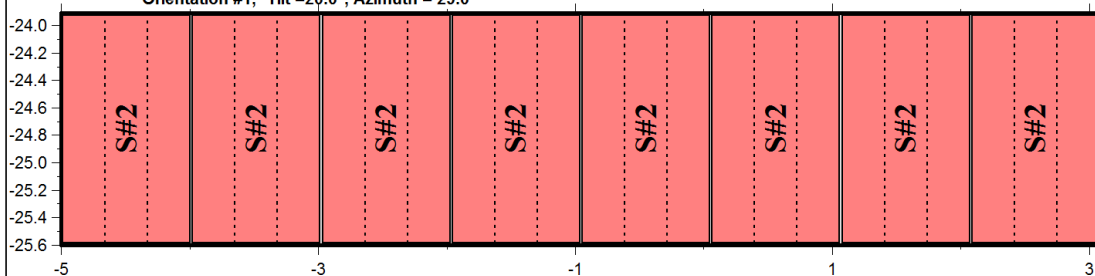
Campo en ramas, rama#6

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



Campo en ramas, rama#7

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



PVSYST V6.37

11/03/16

Página 3/4

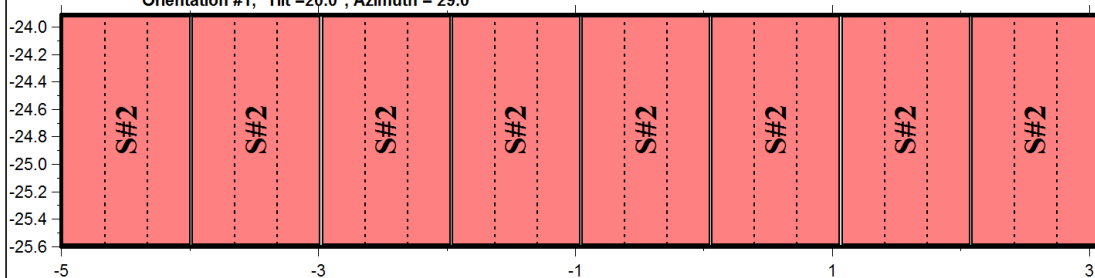
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA

Variante de simulación : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp

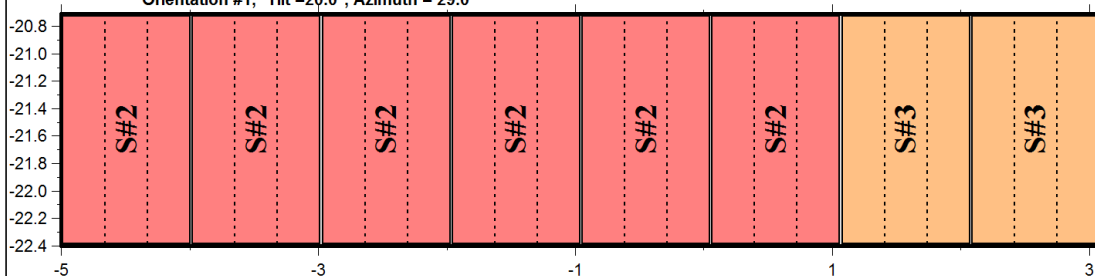
Campo en ramas, rama#7

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



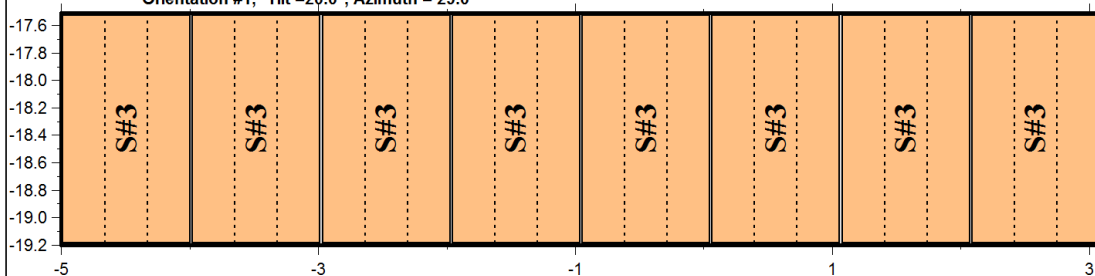
Campo en ramas, rama#8

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



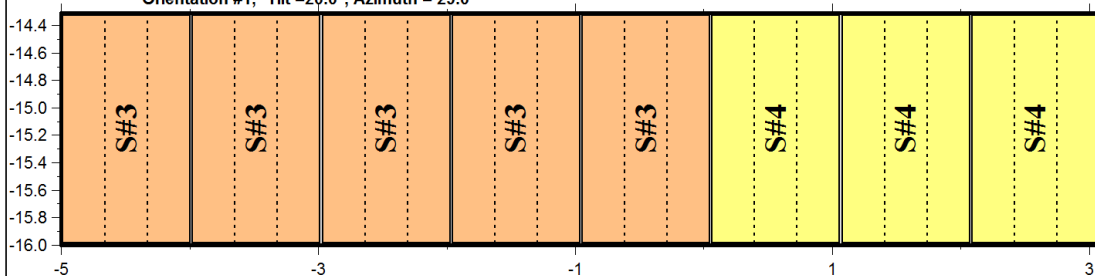
Campo en ramas, rama#9

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



Campo en ramas, rama#10

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



Campo en ramas, rama#11

PVSYST V6.37

11/03/16

Página 4/4

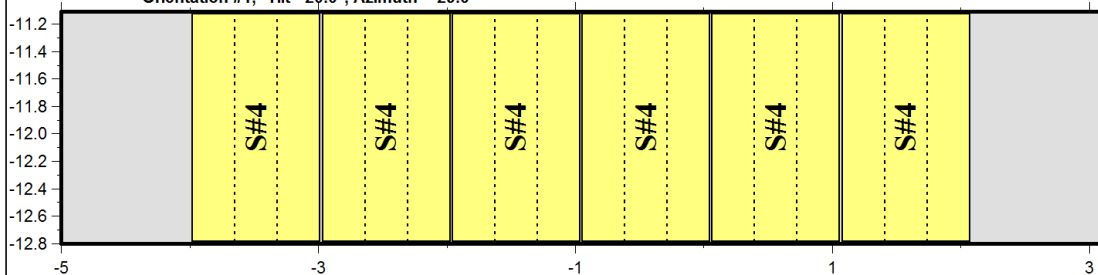
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA

Variante de simulación : MARBELLA - 27 CEIP XARBLANCA - 23 kWp

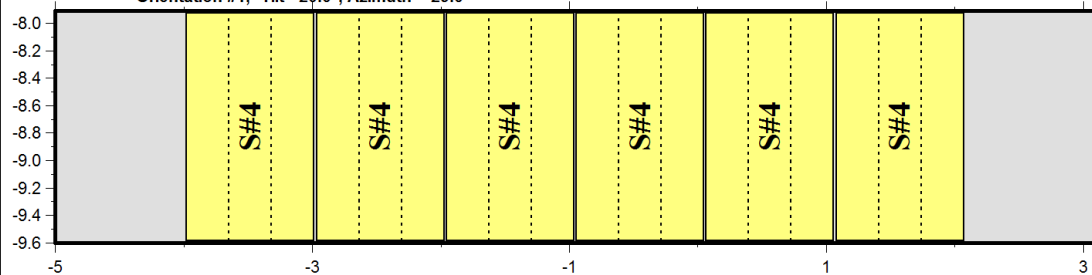
Campo en ramas, rama#11

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°



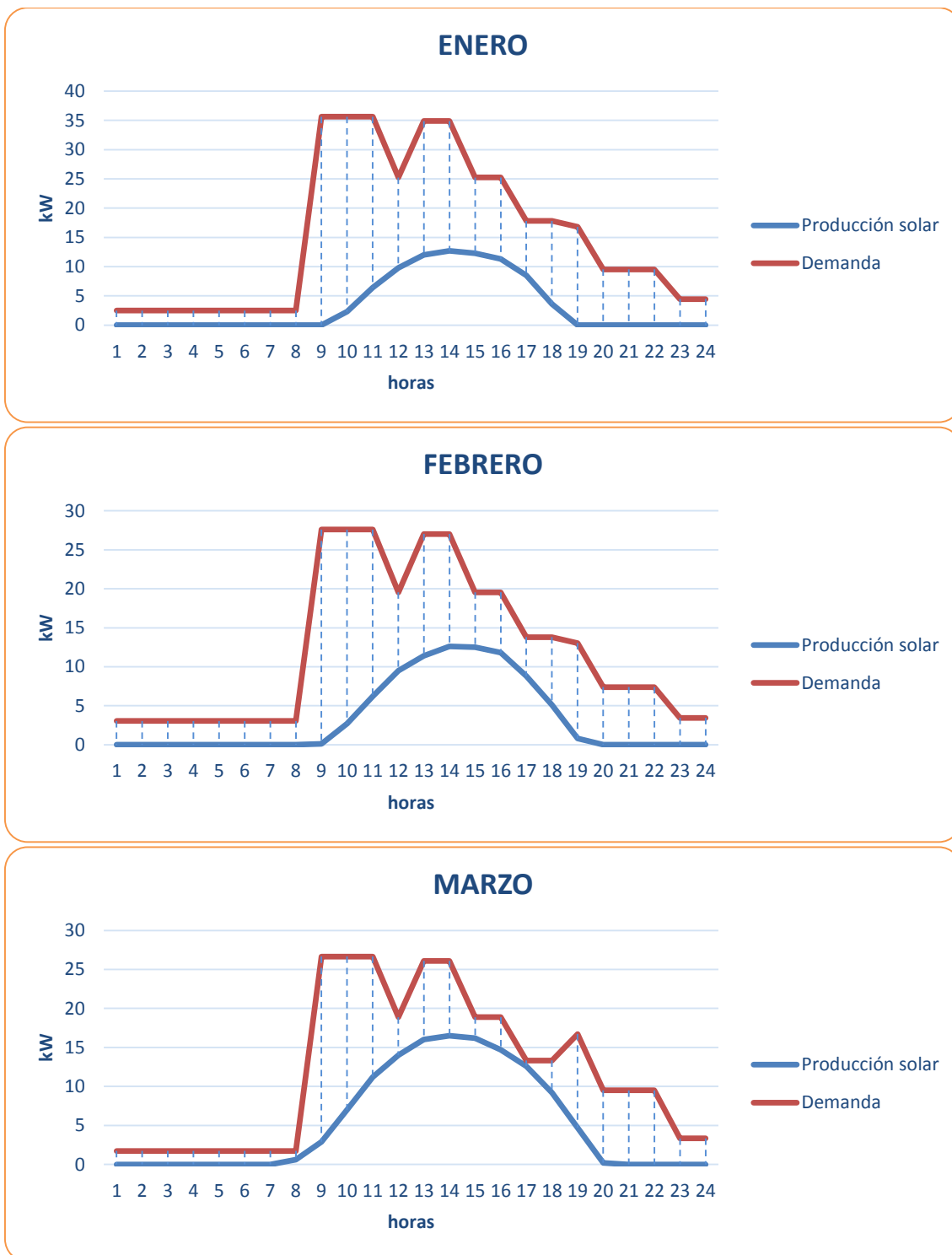
Campo en ramas, rama#12

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = 29.0°

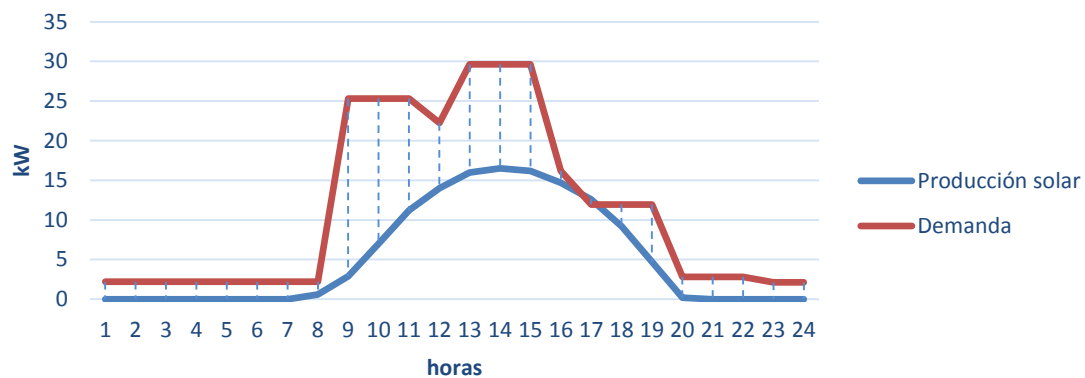


5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV

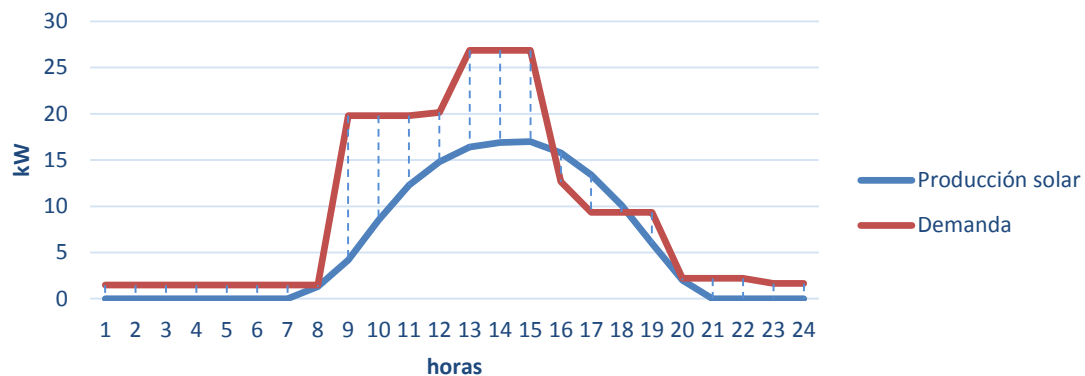
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



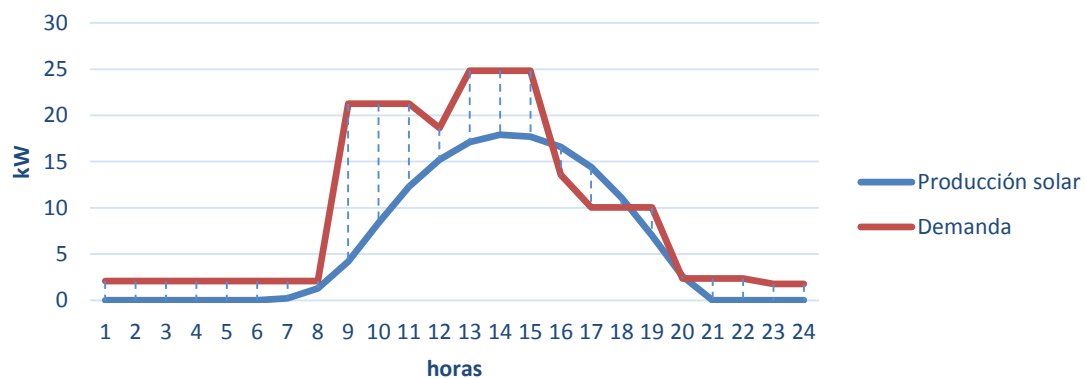
ABRIL



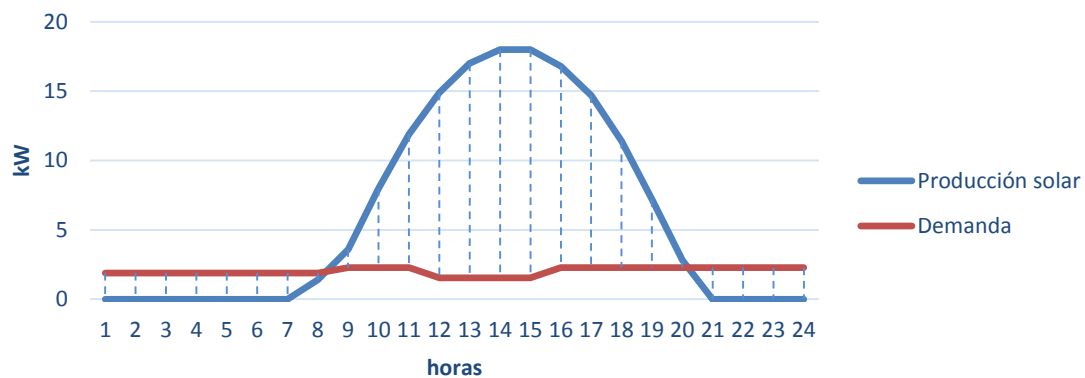
MAYO



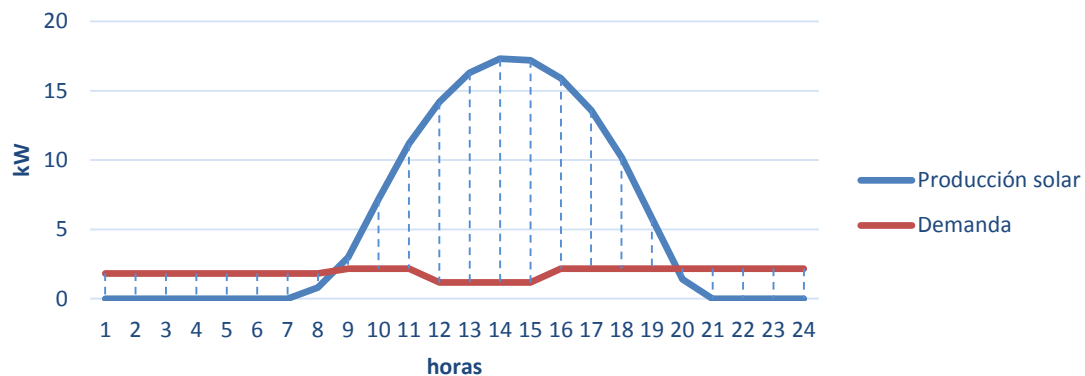
JUNIO



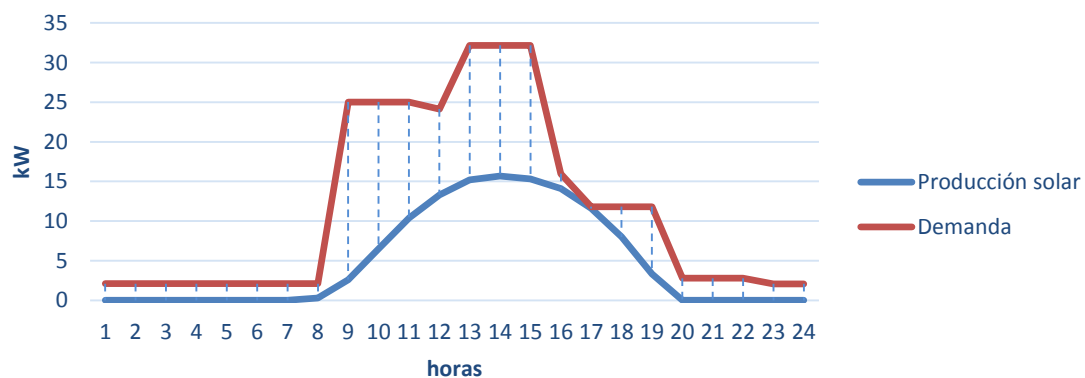
JULIO



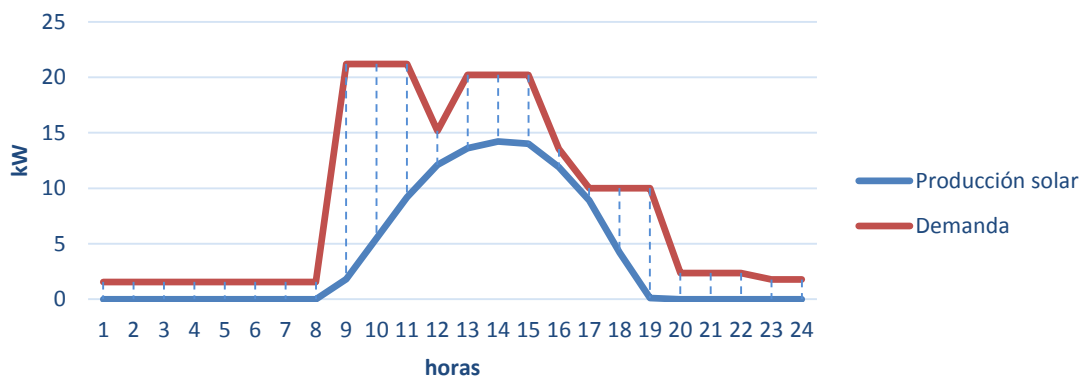
AGOSTO



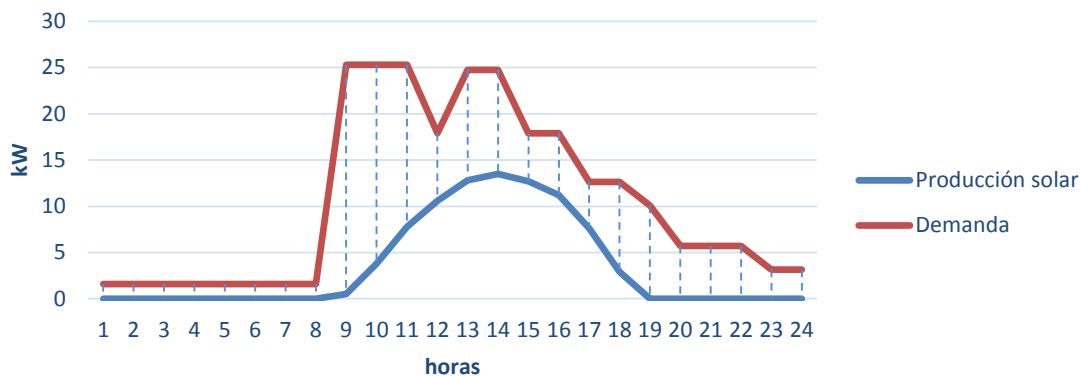
SEPTIEMBRE



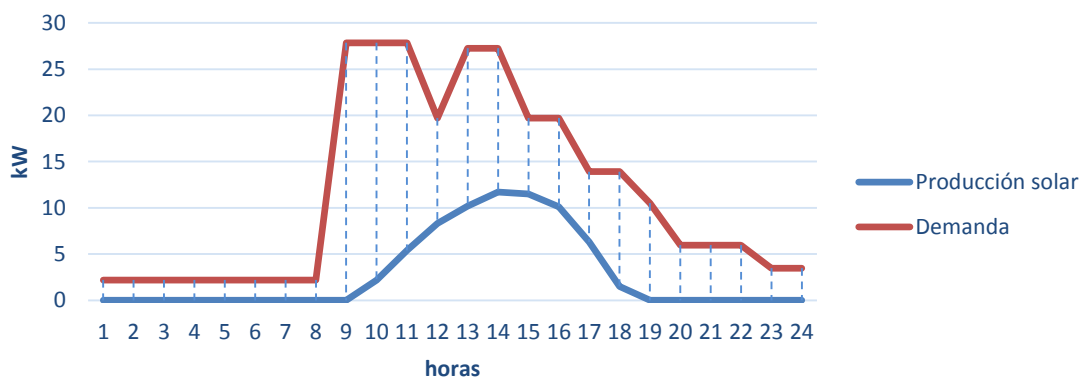
OCTUBRE



NOVIEMBRE



DICIEMBRE



5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica

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

	Consumo actual (kWh)	Producción FV (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Autoconsumo (%)	Inyección a red (kWh)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)
Enero	7.293	2.451	1.667	67,99%	784	32,01%	22,85%
Febrero	6.375	2.284	1.922	84,14%	362	15,86%	30,14%
Marzo	6.080	3.355	2.343	69,84%	1.012	30,16%	38,54%
Abril	5.049	3.773	2.307	61,13%	1.467	38,87%	45,68%
Mayo	4.843	4.300	2.737	63,65%	1.563	36,35%	56,51%
Junio	4.160	4.375	2.456	56,14%	1.919	43,86%	59,04%
Julio	1.511	4.519	802	17,74%	3.717	82,26%	53,06%
Agosto	1.405	4.156	682	16,42%	3.474	83,58%	48,57%
Septiembre	4.226	3.496	1.874	53,60%	1.622	46,40%	44,35%
Octubre	4.867	2.963	2.210	74,57%	753	25,43%	45,41%
Noviembre	5.400	2.500	1.856	74,21%	645	25,79%	34,36%
Diciembre	5.010	2.086	1.257	60,26%	829	39,74%	25,09%
TOTAL	56.219,0	40.258,5	22.111,4	54,92%	18.147,1	45,08%	39,33%

Tabla 13 Resumen – autoconsumo y cobertura

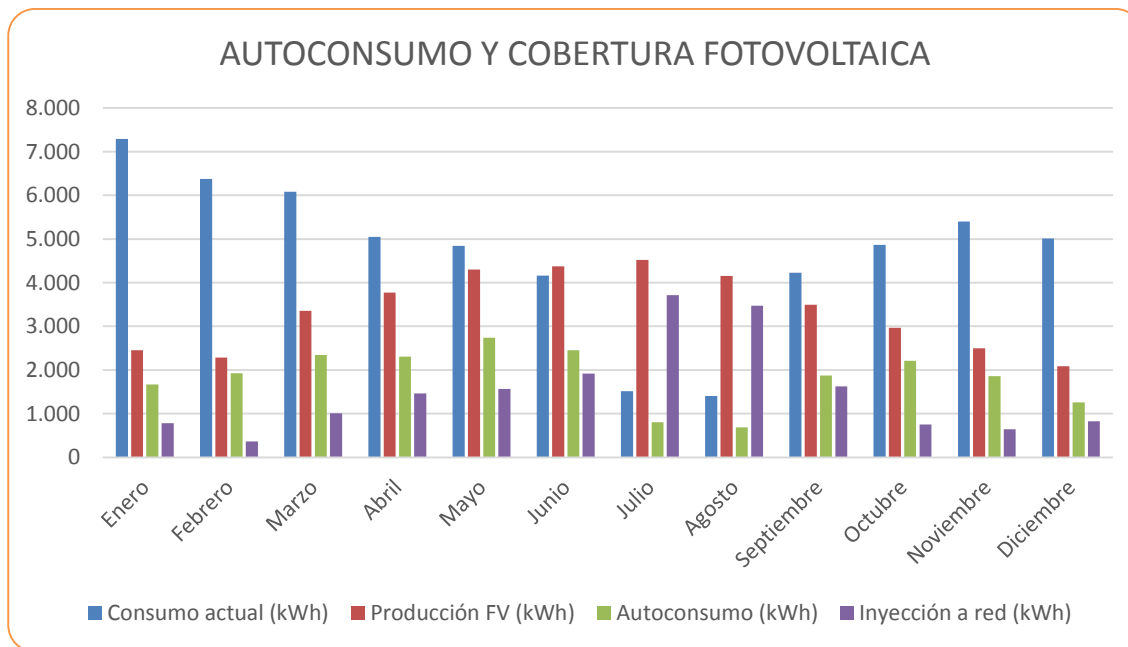


Gráfico 7 Resumen – autoconsumo y cobertura

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		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	* 23.000 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
INVERSORES	* 1 INVERSOR DE 20,0 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	
39.960,00 €	

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		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	23,00	kWp
Potencia nominal	20,0	kWn
Consumo anual	56.219	kWh
Gasto anual	6.708,61	€
Producción solar	40.258	kWh
Producción solar	1.750	kWh/kWp
Autoconsumo	22.111	kWh
Autoconsumo	54,92%	
Inyección a red	18.147	kWh
Cobertura	39,33%	
Ahorro de emisiones	16,06	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,124252887	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,101057223	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	3.644,59	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	3.131,71	€/año
Inversión	39.960,00	€
Inversión	1,74	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,96	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,76	años

Tabla 14 Situación 2: 23 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyecc. Red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
40.258	54,92%	45,08%	39,33%	3.131,71	39.960,00	1,74	12,76	16,06

Tabla 15 Resumen de resultados

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.03

Como se puede observar, la situación simulada entra dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Además, se ha considerado adecuado proponer esta actuación por el nivel de ahorro de emisiones de CO₂ alcanzado con la misma. 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.