



PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR

FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Palacio de Congresos)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_11_20160223

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

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.....	23
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 PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		Rev.04

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	PALACIO DE CONGRESOS
Dirección	CL JOSE MELIA. 29600 MARBELLA (MÁLAGA)
Tipo de edificio	Centro social
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Gregorio / Manolo (952 82 82 44)
Número de edificios	1
Referencia Catastral	9623103UF2492S

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Palacio de Congresos** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle José Melia** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vistas generales del Palacio de Congresos



Imagen 2 Vista aérea del Palacio de Congresos

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida . (m ²)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Palacio de Congresos	4	15427	3826	Variabl e	1987	1999	Iluminación Climatizació n

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Sala Azul	208	En función del evento	Cultural / social
Sala de exposiciones	1550	En función del evento	Cultural / social
Sala principal	593	En función del evento	Cultural / social
Platea 1	487	En función del evento	Cultural / social
Platea 2	440	En función del evento	Cultural / social
Oficinas planta segunda	20	De lunes a viernes 7:30 a 15:30	Administrativo
OAL de negociado	5	7:45 a 15:15	Administrativo
Consulado Ecuador	3	Viernes de 15:00 a 20:00	Administrativo
CIT	10	15 de Junio - 15 de Sept: 9.00 - 15.00 h. 15 Sept-15Jun: L-J: 9.00h - 17.30h V: 9.00 - 15.00 h.	Administrativo
Sala 3	100	En función del evento	Cultural / social
Sala 4-5	200	En función del evento	Cultural / social
Sala 1	100	En función del evento	Cultural / social
Sala 2	100	En función del evento	Cultural / social
Oficinas distrito 4	10	L-V: 7:45h a 15:15h	Administrativo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		Rev.04

3.2 Datos contractuales

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

El Palacio de Congresos cuenta con dos puntos de suministro; uno de carácter general, y otro asociado a los consumos derivados de los equipos de climatización.

En este caso, se propone conectar la instalación fotovoltaica con el suministro de servicios generales, 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:

SUMINISTRO GENERAL

CUPS	ES0031103007789001LFOF	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	394,44	394,44	394,44
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 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	1892	10788	2826	60 /79 /51	0,00	4.083,12
31/01/2014	28/02/2014	2479	12201	3079	80 /90 /52	0,00	4.171,73
28/02/2014	31/03/2014	3326	12070	2889	74 /73 /54	0,00	4.501,60
31/03/2014	30/04/2014	4734	9114	2851	75 /71 /45	0,00	4.288,70
30/04/2014	31/05/2014	6078	13492	3646	89 /94 /52	0,00	5.106,24
31/05/2014	30/06/2014	6215	13265	3473	96 /92 /64	0,00	5.057,95
30/06/2014	31/07/2014	5692	12910	3461	93 /94 /59	0,00	5.020,81
31/07/2014	31/08/2014	5026	11564	3614	78 /81 /42	0,00	4.783,80
31/08/2014	30/09/2014	6267	13036	3163	100 /88 /48	0,00	5.015,66
30/09/2014	31/10/2014	5067	11390	2720	91 /92 /51	0,00	4.701,17
31/10/2014	30/11/2014	4145	14799	3512	102 /111 /81	0,00	4.935,33
30/11/2014	31/12/2014	3455	14130	3341	84 /102 /65	0,00	4.826,21

Tabla 4 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales

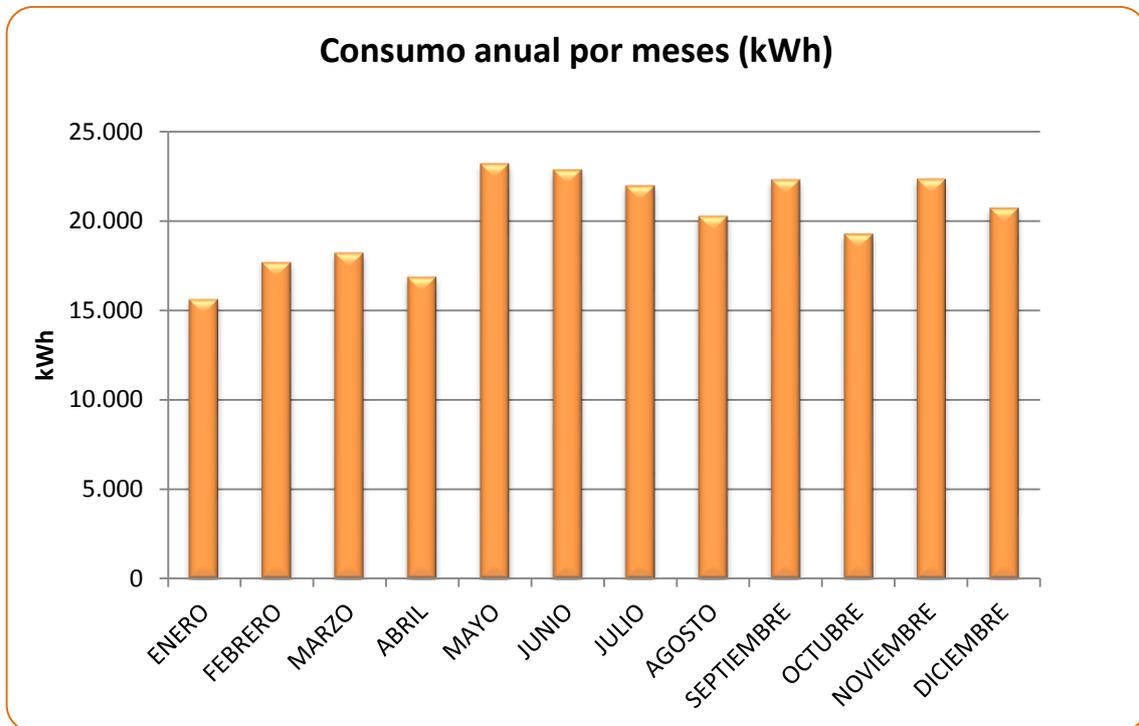


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

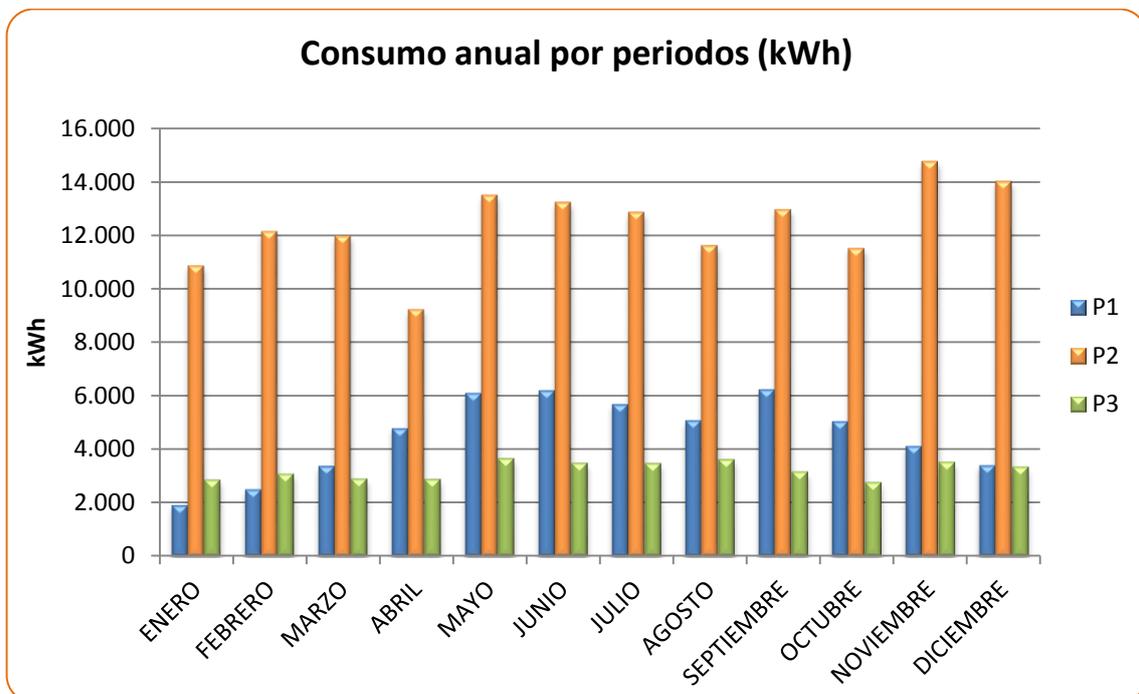


Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		Rev.04

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

	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	TOTAL (kWh)
Enero	1.892	10.788	2.826	15.506
Febrero	2.479	12.201	3.079	17.759
Marzo	3.326	12.070	2.889	18.285
Abril	4.734	9.114	2.851	16.699
Mayo	6.078	13.492	3.646	23.216
Junio	6.215	13.265	3.473	22.953
Julio	5.692	12.910	3.461	22.063
Agosto	5.026	11.564	3.614	20.204
Septiembre	6.267	13.036	3.163	22.466
Octubre	5.067	11.390	2.720	19.177
Noviembre	4.145	14.799	3.512	22.456
Diciembre	3.455	14.130	3.341	20.926
TOTAL	54.376	148.759	38.575	241.710

Tabla 5 Resumen de consumo eléctrico por periodos

3.4 Cubiertas

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

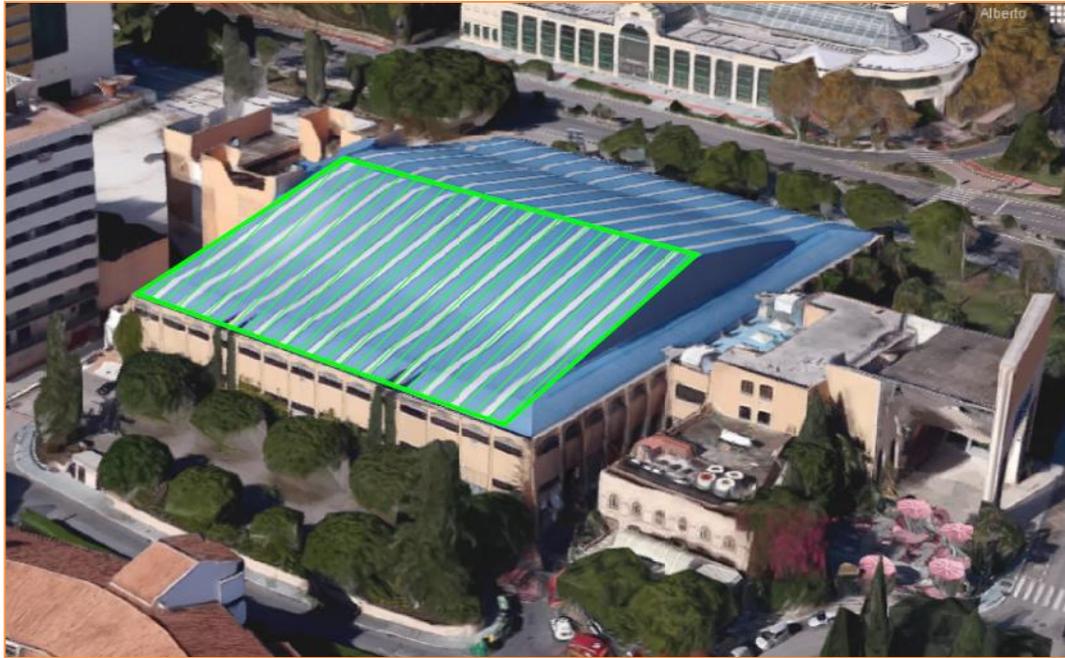


Imagen 3 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos

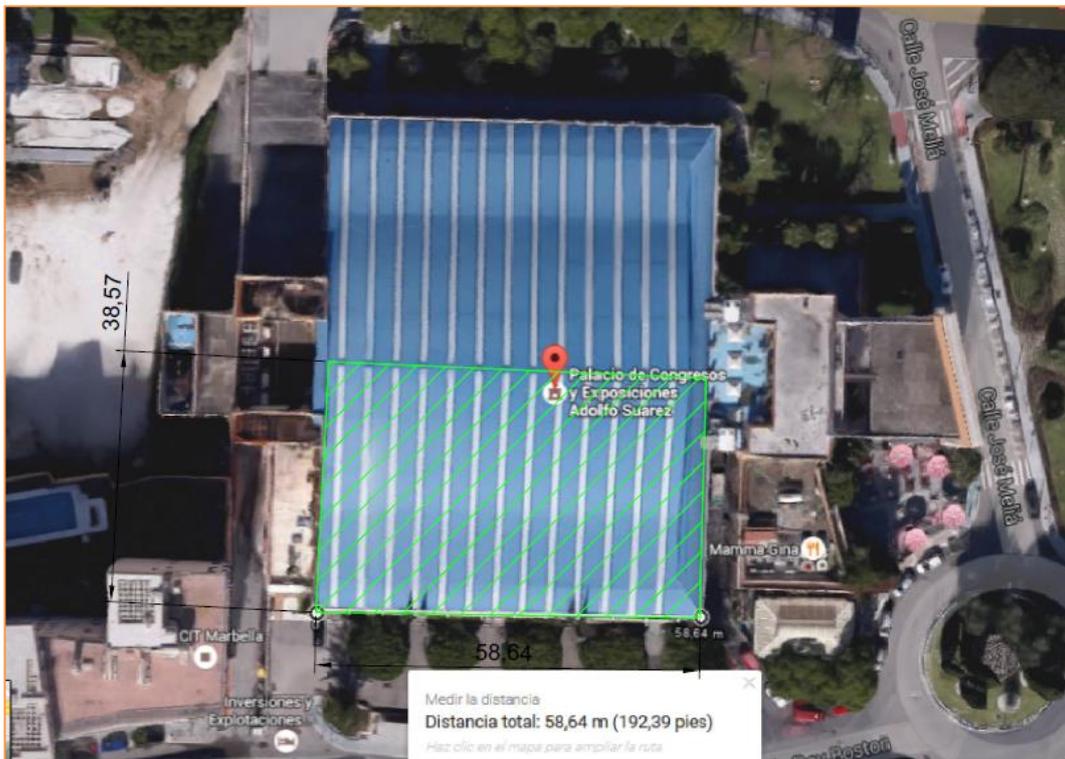


Imagen 4 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos

4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Registros trifásicos

A continuación se muestran los datos registrados en el analizador de redes trifásico instalado durante una semana, entre los días 22/10/2015 y el 30/10/2015, en el punto de suministro eléctrico. Se trata de una medición realizada con un periodo de 1 minuto entre registros.

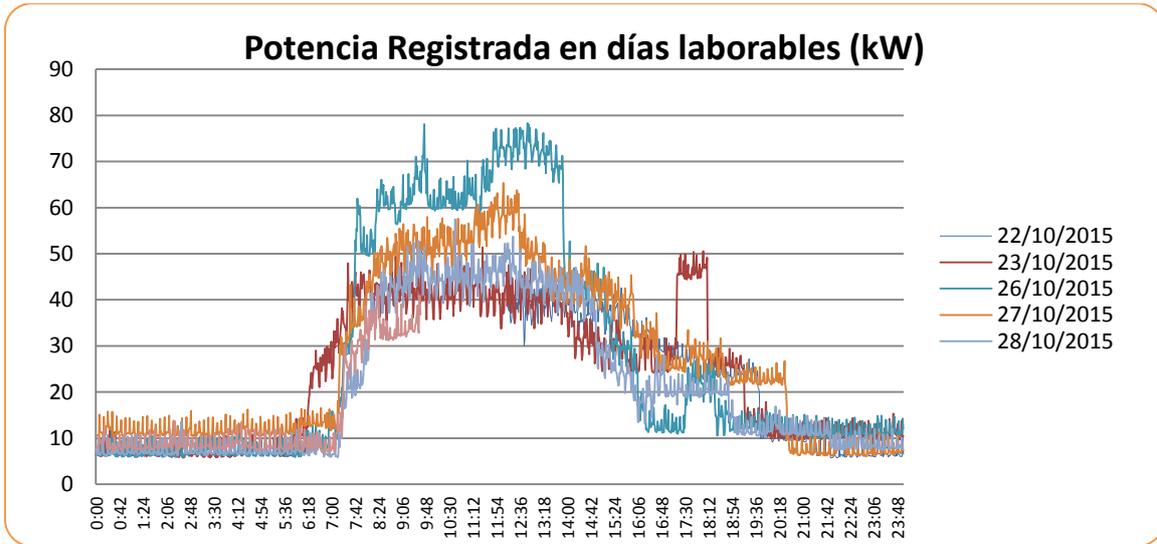


Gráfico 3 Registro trifásico – Días laborables

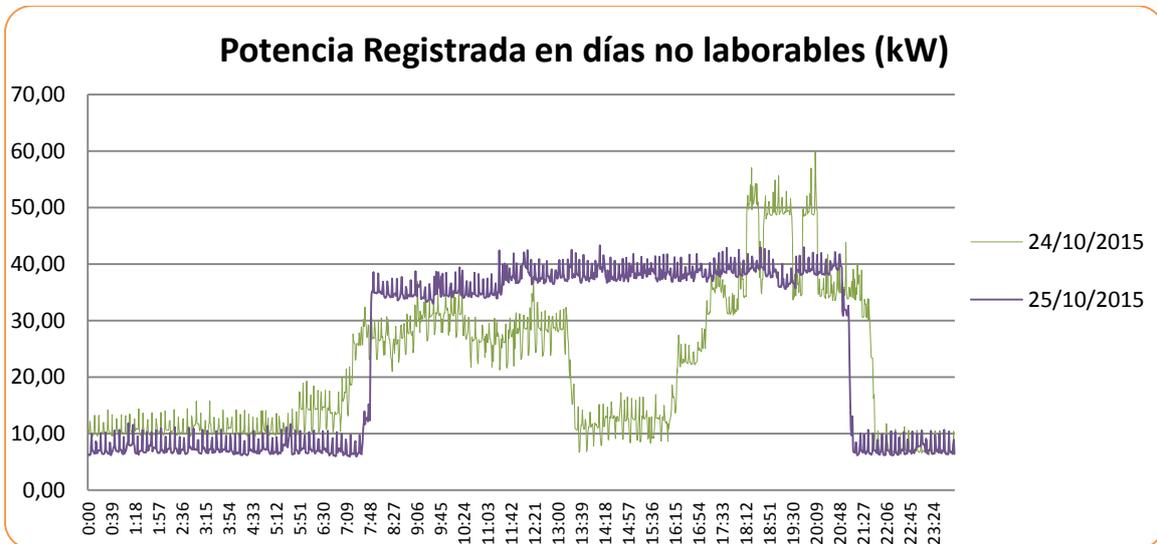


Gráfico 4 Registro trifásico – Festivos y fines de semana

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:

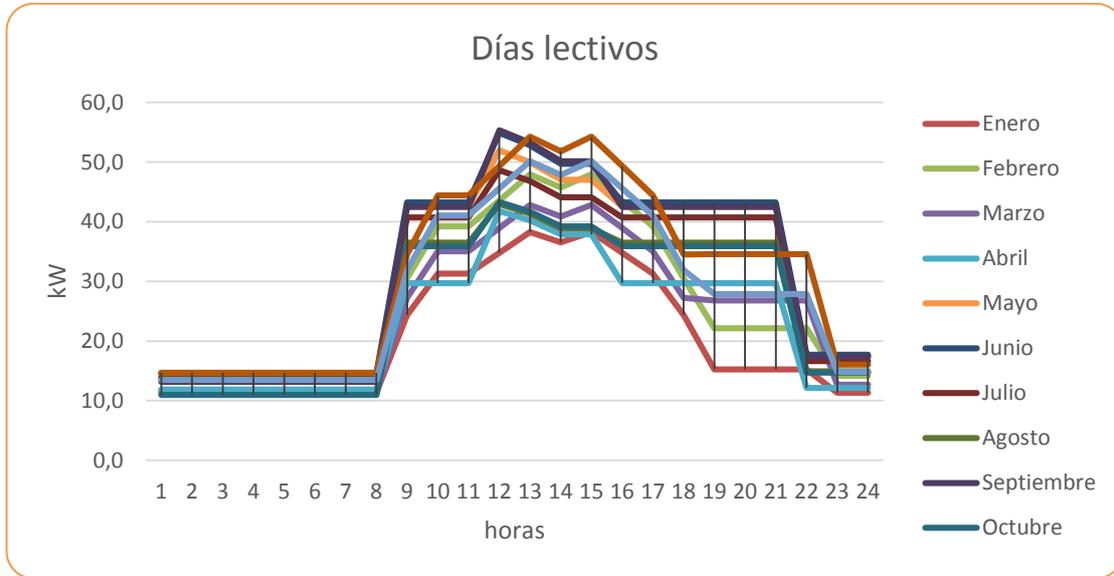


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días laborables

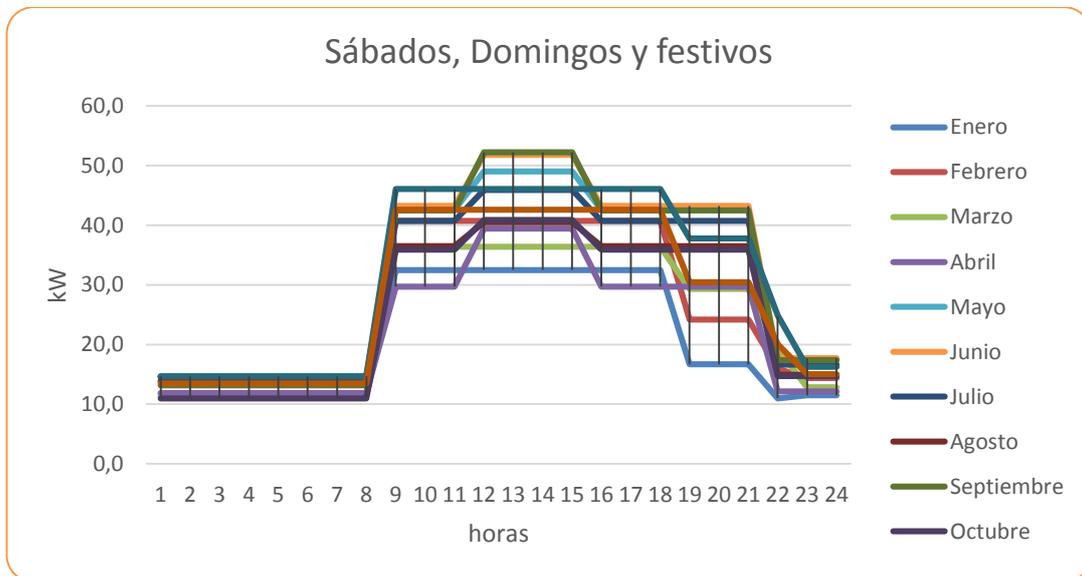


Gráfico 6 Perfil de funcionamiento – días no laborables

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 PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		Rev.04

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 es de 40,25 kWp y se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2. En los siguientes apartados se expone de forma ampliada dicha propuesta.

5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos

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



Imagen 5 Ubicación de los módulos en cubierta

5.4 Simulación

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

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

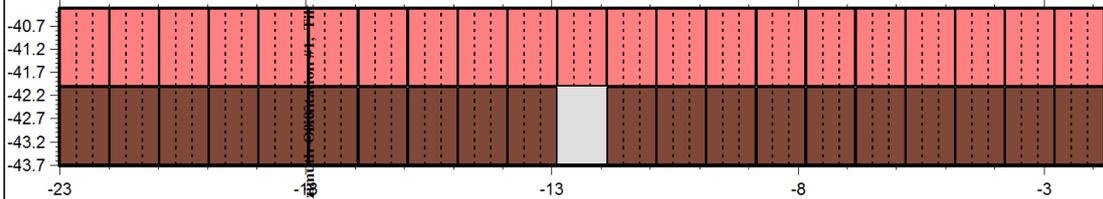
Proyecto : **MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp**

Variante de simulación : **MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp**

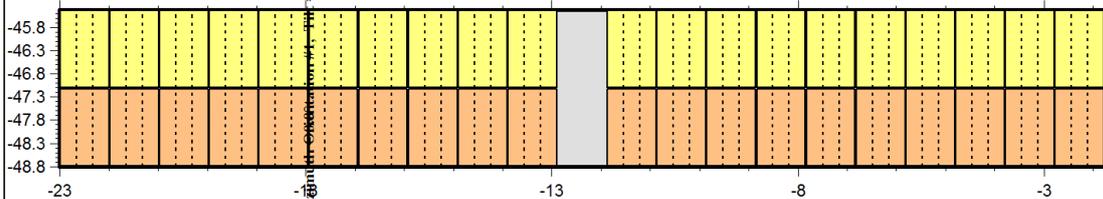
Características generador FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	REC 250PE	Size	0.991 x 1.665 m ²
Utiliza el modelo Sandia		Fabricante			
Sub-generador: Número de módulos FV1"		En serie	23 módulos	En paralelo	4 cadenas
Sub-generador: Número de módulos FV2"		En serie	23 módulos	En paralelo	3 cadenas

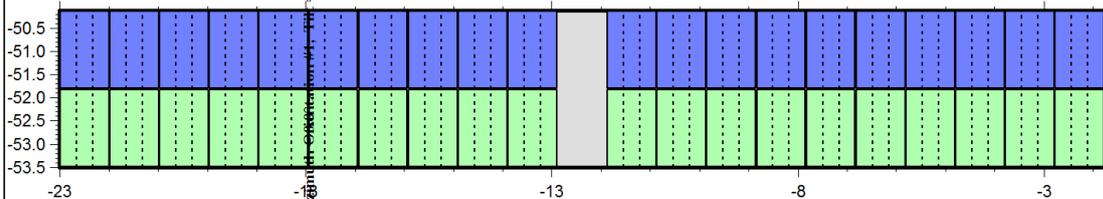
Table



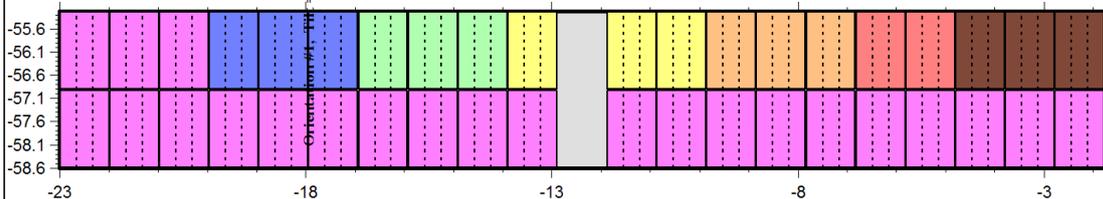
Table



Table

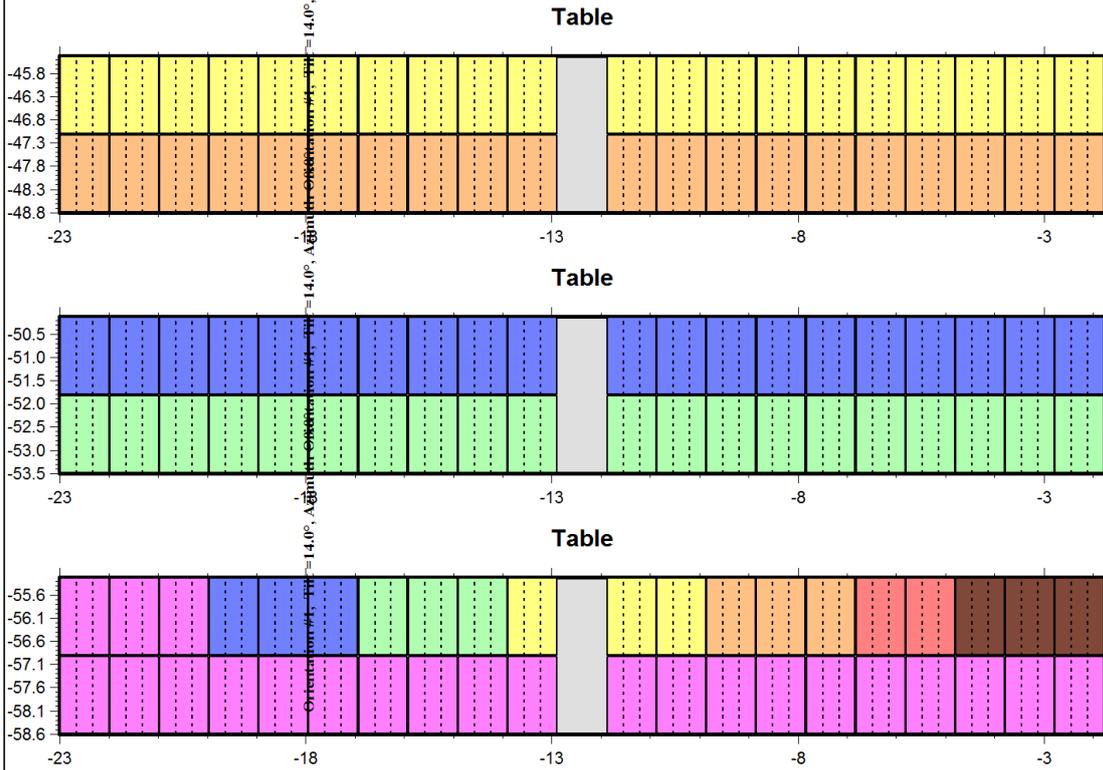


Table



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

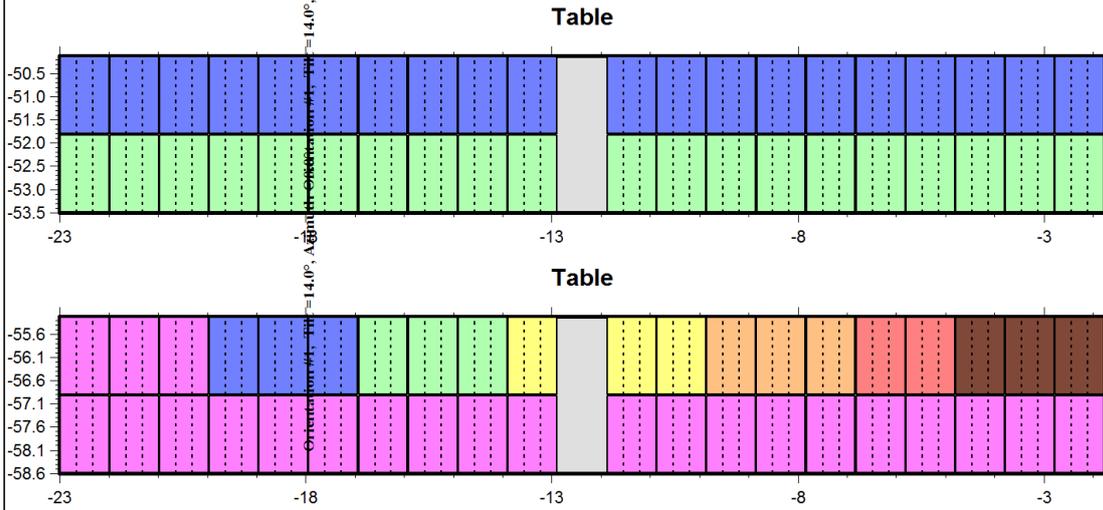
Proyecto : **MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp**
 Variante de simulación : **MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp**



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

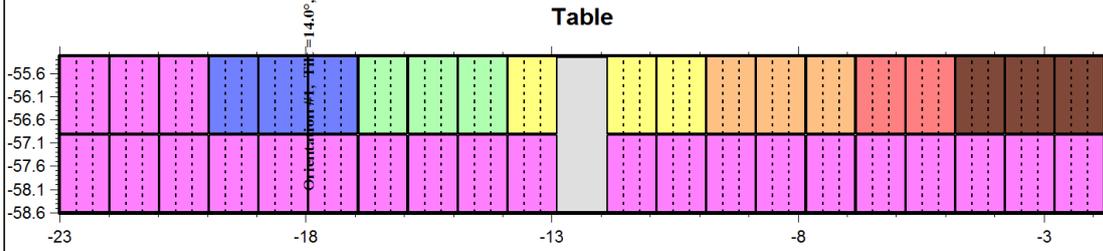
Variante de simulación : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp**

Variante de simulación : **MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp**



PVSYST V6.37		23/02/16	Página 1/5
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 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 - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp			
	Fecha de simulación	23/02/16 18h12	
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor	Inclinación 14°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición Perez	Difuso	Erbs, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	REC 250PE
		Fabricante	REC
Sub-generador "Sub-generador #1"			
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
Sub-generador "Sub-generador #2"			
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
Total	Potencia global generadores	Nominal (STC) 40 kWp	Total 161 módulos
	Superficie módulos	266 m²	Superf. célula 235 m²
Sub-generador "Sub-generador #1" : Inverso 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
Sub-generador "Sub-generador #2" : Inverso 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
Total	Nº de inversores	2	Potencia total 35 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	Generador#1	313 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
	Generador#2	417 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	0.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos	Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = $1 - b_0 (1/\cos i - 1)$	Parám. b_0 0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

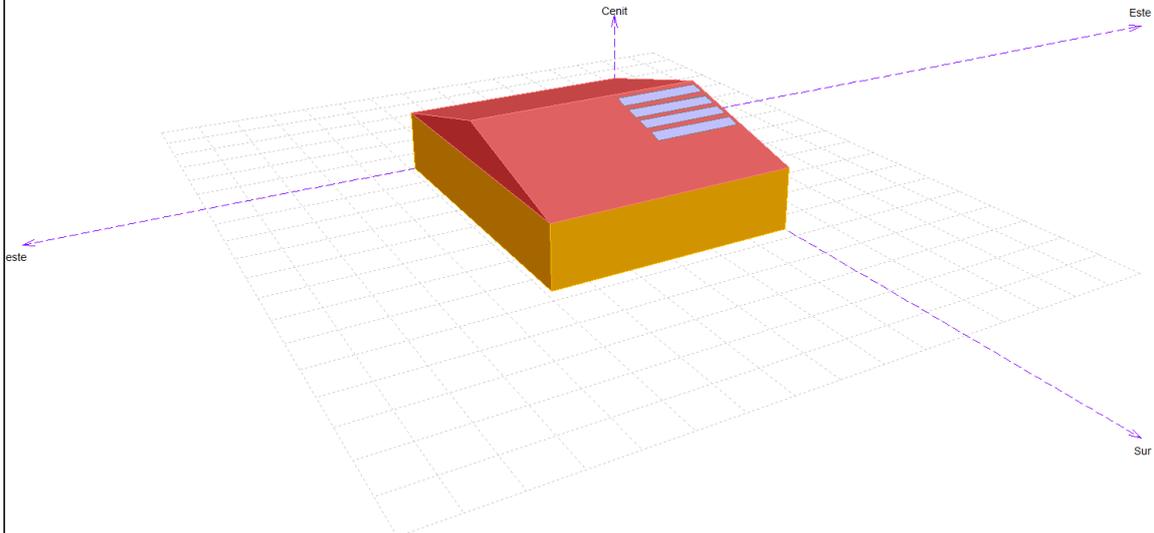
Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	14°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	161	Pnom total 40.3 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10	15.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

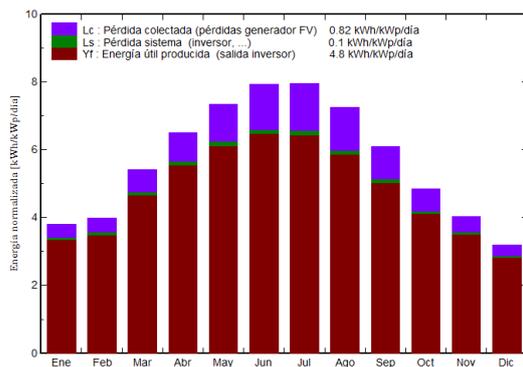
Variante de simulación : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	14°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom	250 Wp
Generador FV	N° de módulos	161	Pnom total	40.3 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10		15.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

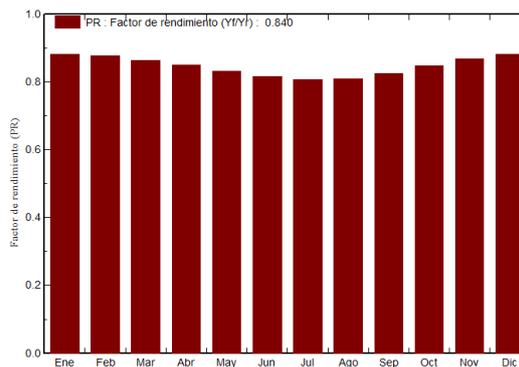
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema **Energía producida 70.48 MWh/año** Producc. específico 1751 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) **84.0 %**

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 40.3 kWp



Factor de rendimiento (PR)



MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	88.7	10.86	117.9	109.8	4.273	4.189	13.65	13.38
Febrero	92.5	12.36	111.6	104.5	4.025	3.941	13.58	13.30
Marzo	147.7	14.96	167.8	157.4	5.947	5.831	13.34	13.08
Abril	183.8	16.68	195.6	184.2	6.838	6.698	13.16	12.99
Mayo	224.4	20.25	227.9	214.4	7.798	7.641	12.88	12.62
Junio	238.9	23.68	238.2	224.6	7.980	7.822	12.61	12.36
Julio	245.7	25.96	247.0	233.1	8.197	8.037	12.49	12.25
Agosto	214.8	25.92	225.1	212.1	7.477	7.332	12.50	12.26
Septiembre	164.6	22.40	183.0	172.3	6.206	6.085	12.76	12.51
Octubre	126.1	19.00	150.4	141.0	5.241	5.141	13.12	12.87
Noviembre	92.7	14.49	121.2	113.1	4.325	4.239	13.43	13.16
Diciembre	74.3	12.05	99.2	92.3	3.599	3.526	13.65	13.38
Año	1894.1	18.25	2084.8	1958.9	71.905	70.481	12.98	12.73

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

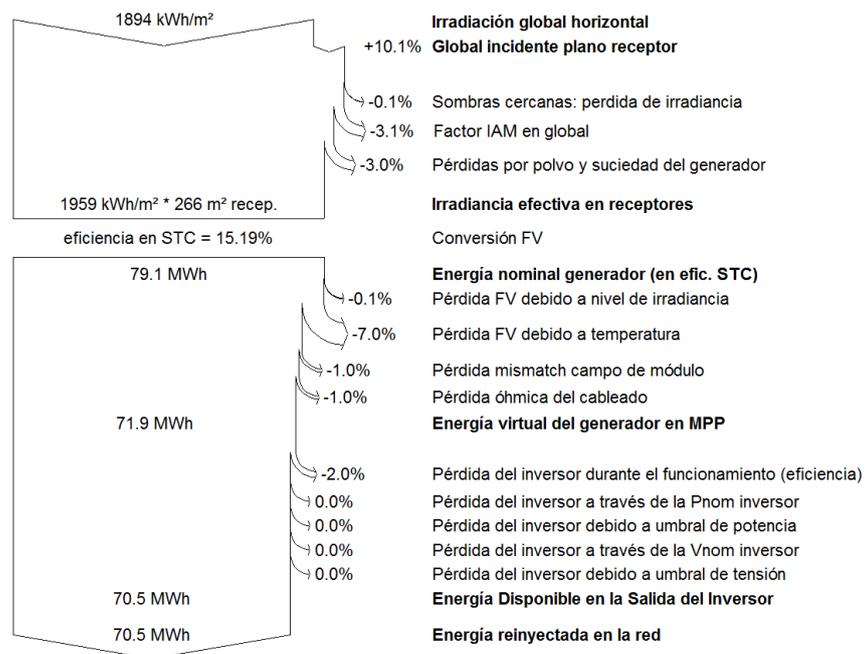
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

Variante de simulación : MARBELLA - PALACIO DE CONGRESOS - 40,25 kWp

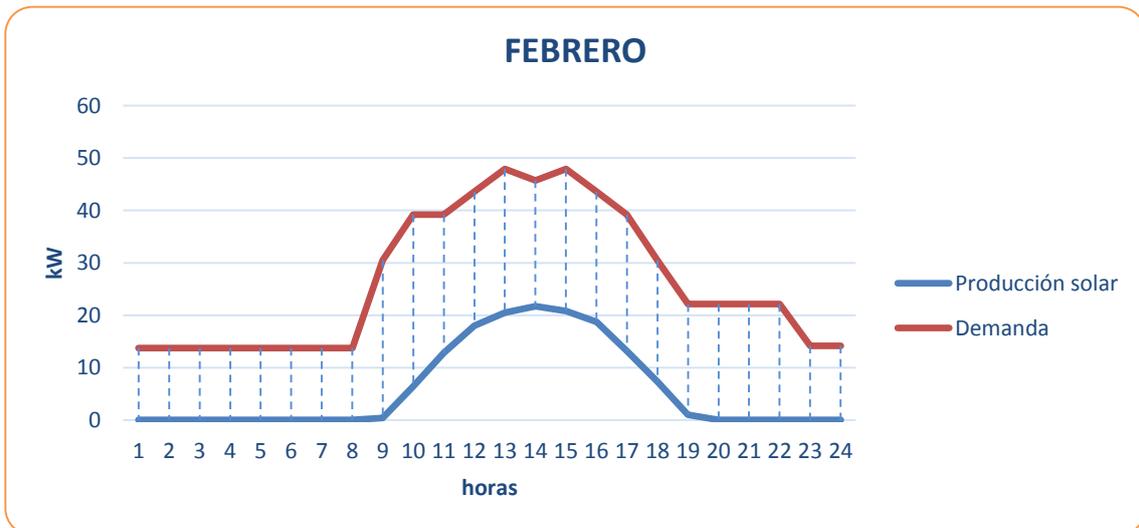
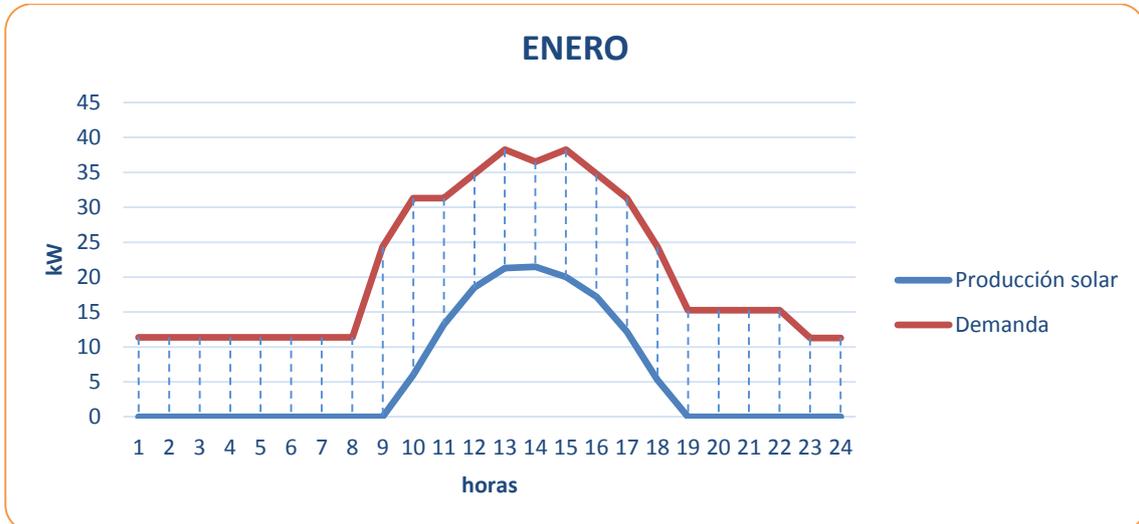
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	14°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom	250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	161	Pnom total	40.3 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TLEE-10		15.00 kW ac
Banco de inversores	Nº de unidades	2.0	Pnom total	35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año

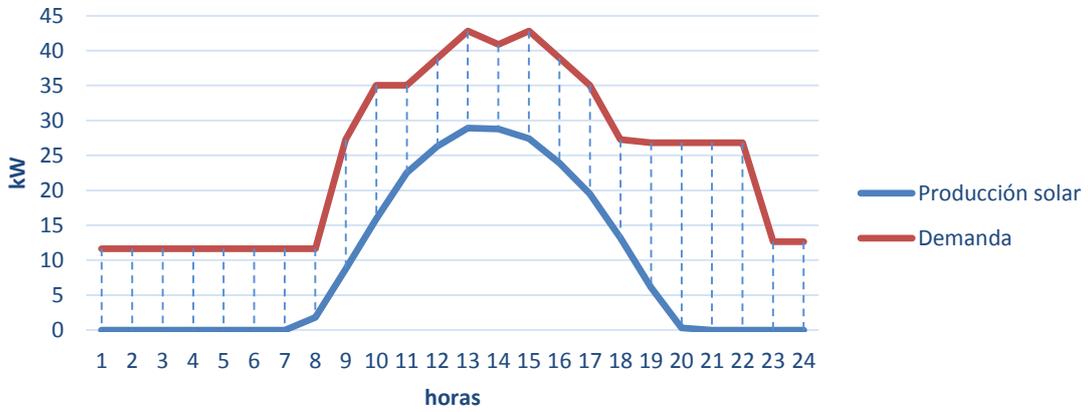


5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV

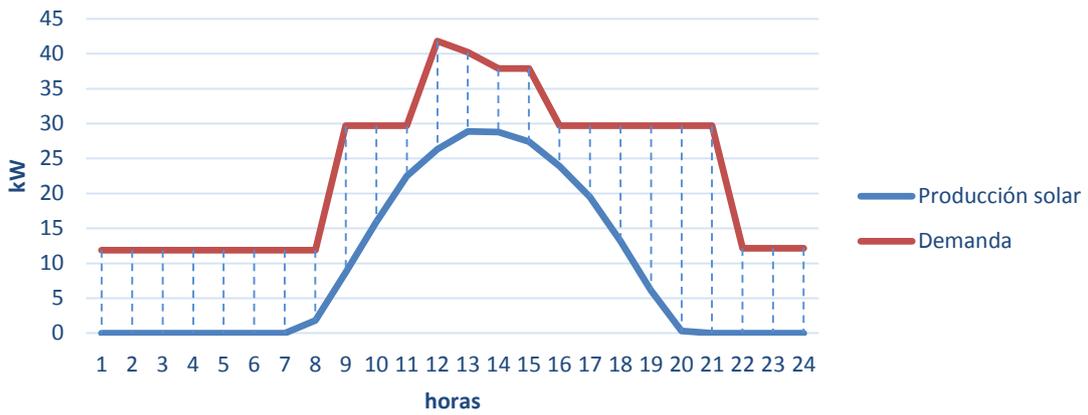
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



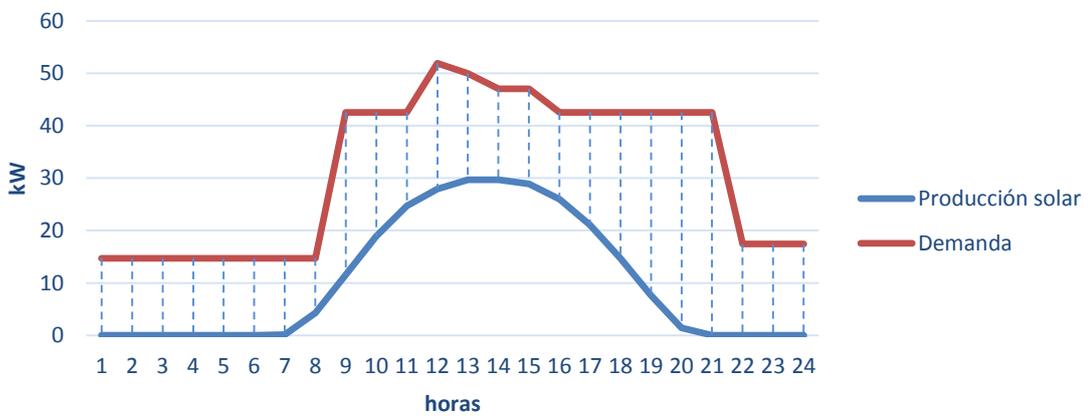
MARZO

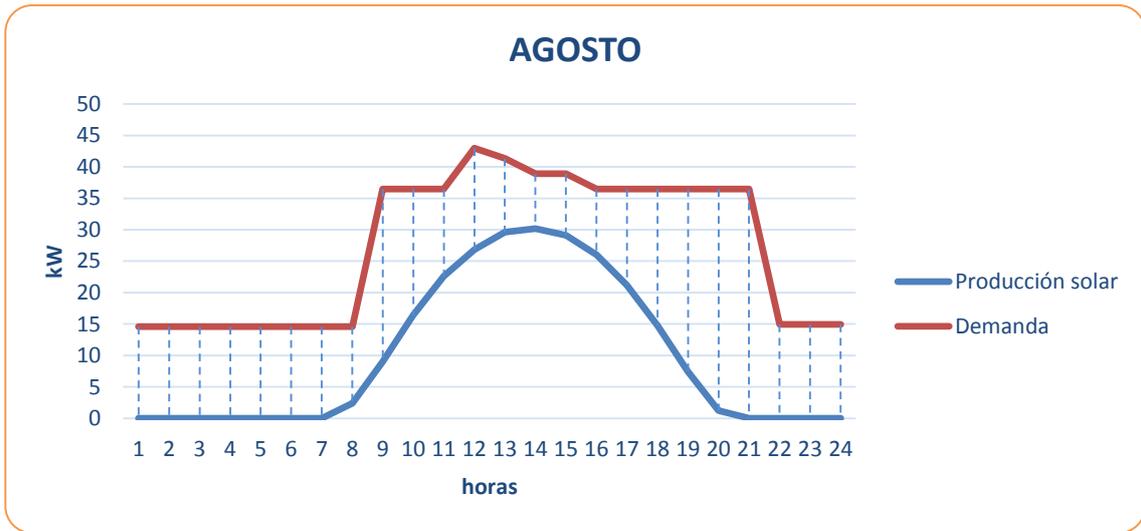
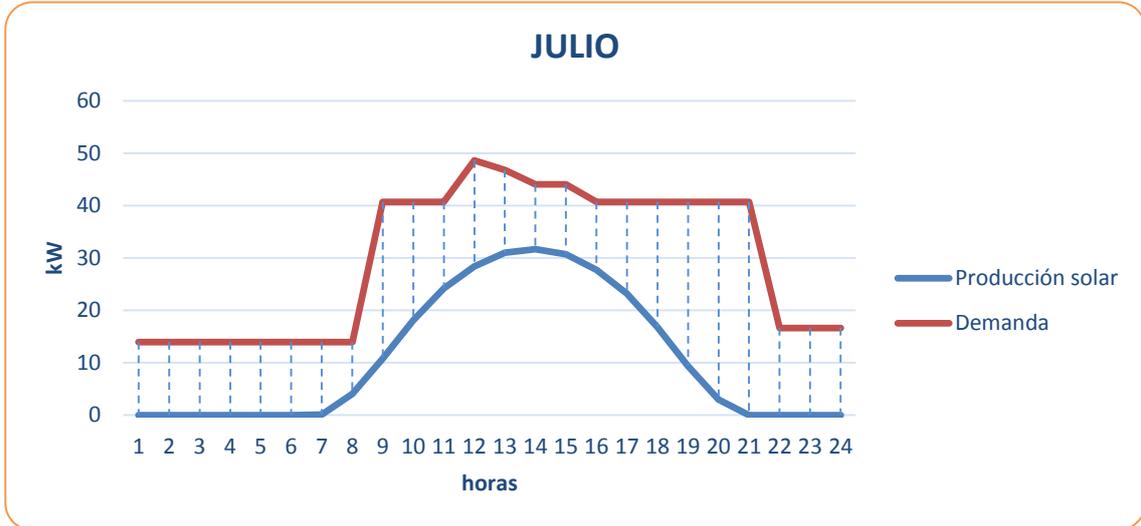
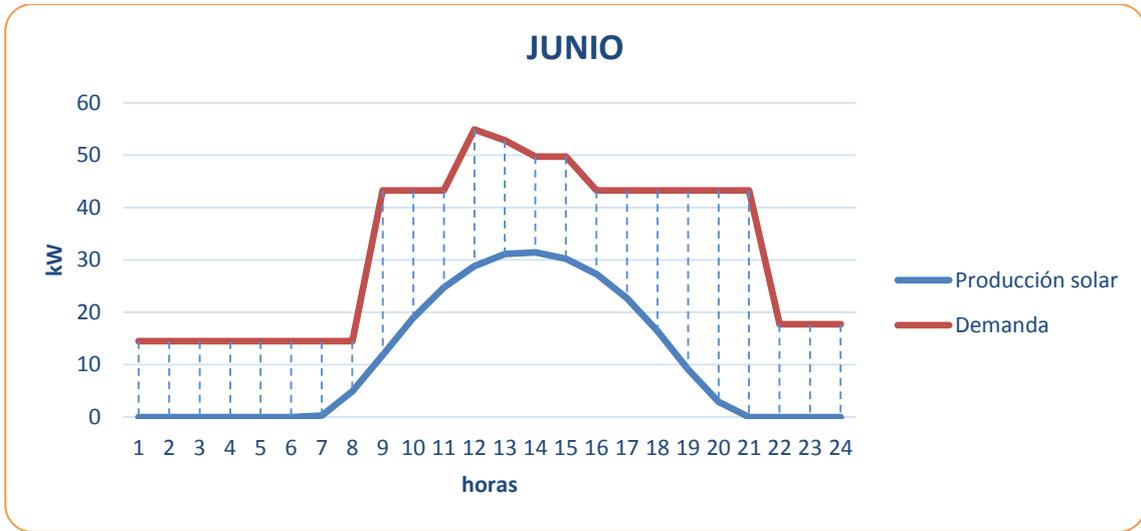


ABRIL

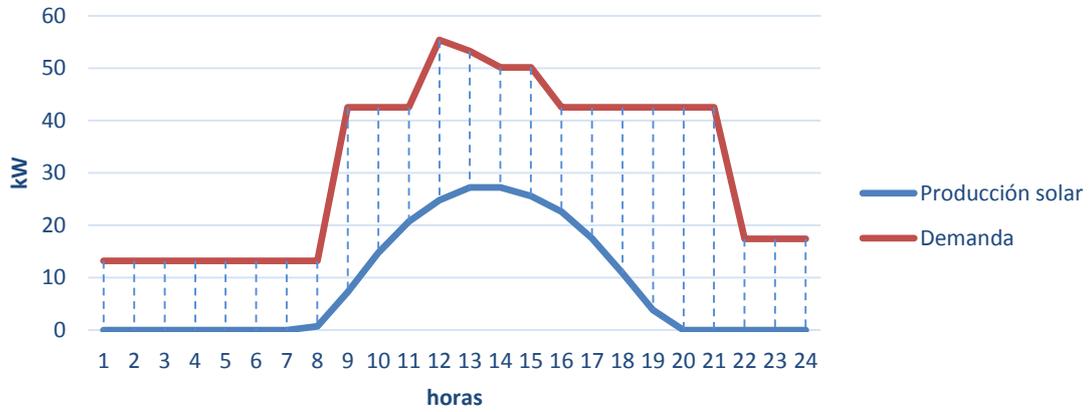


MAYO





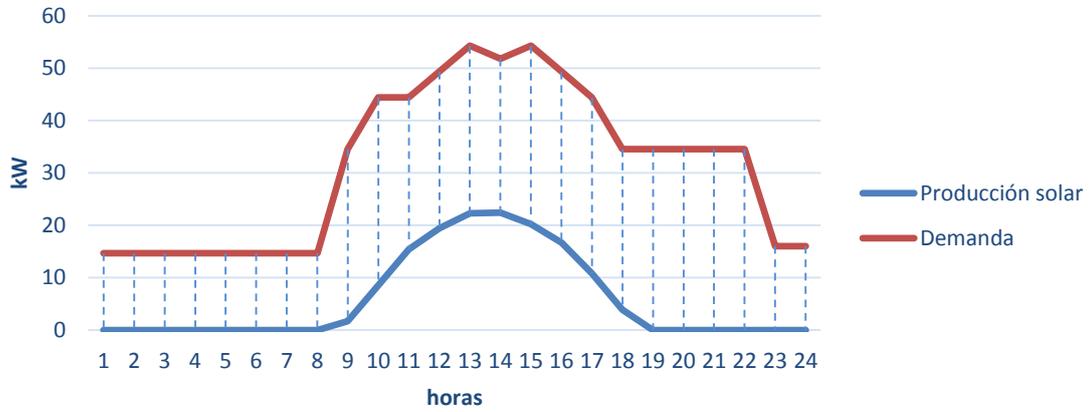
SEPTIEMBRE



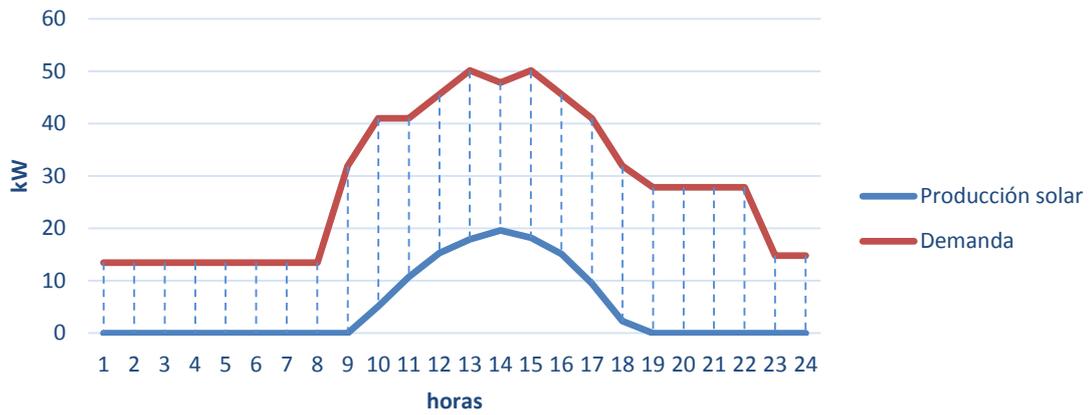
OCTUBRE



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	15.506	4.189	4.189	100,00%	0	0,00%	27,02%
Febrero	17.759	3.941	3.941	100,00%	0	0,00%	22,19%
Marzo	18.285	5.831	5.831	100,00%	0	0,00%	31,89%
Abril	16.699	6.698	6.698	100,00%	0	0,00%	40,11%
Mayo	23.216	7.641	7.641	100,00%	0	0,00%	32,91%
Junio	22.953	7.822	7.822	100,00%	0	0,00%	34,08%
Julio	22.063	8.037	8.037	100,00%	0	0,00%	36,43%
Agosto	20.204	7.332	7.332	100,00%	0	0,00%	36,29%
Septiembre	22.466	6.085	6.085	100,00%	0	0,00%	27,08%
Octubre	19.177	5.141	5.141	100,00%	0	0,00%	26,81%
Noviembre	22.456	4.239	4.239	100,00%	0	0,00%	18,88%
Diciembre	20.926	3.526	3.526	100,00%	0	0,00%	16,85%
TOTAL	241.710,0	70.480,9	70.480,8	100,00%	0,0	0,00%	29,16%

Tabla 9 Resumen – autoconsumo y cobertura

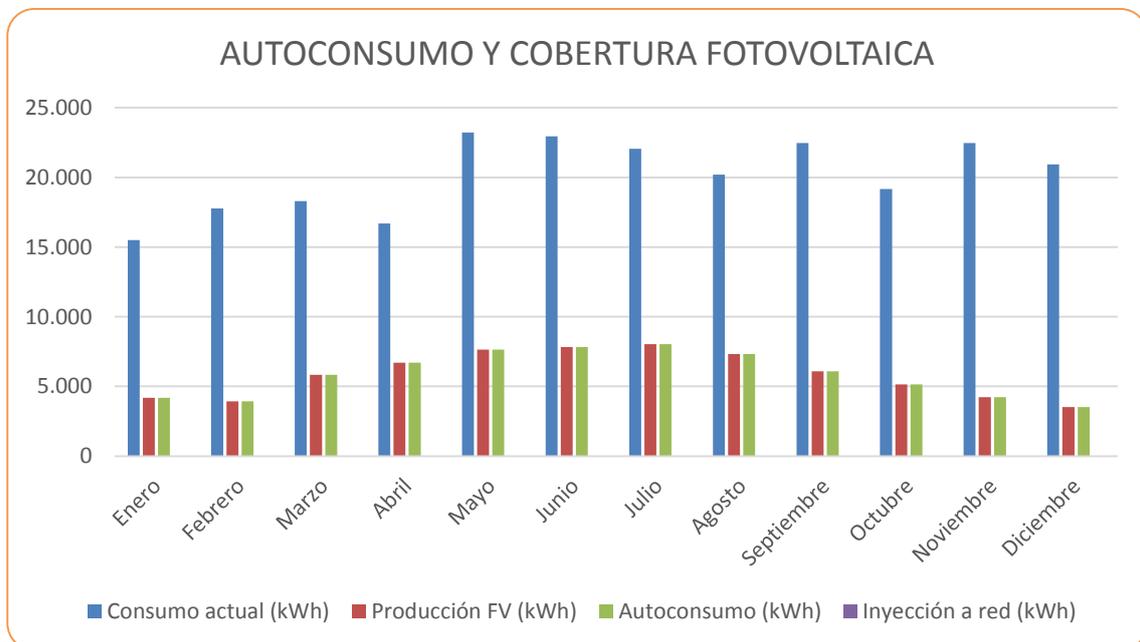


Gráfico 7 Resumen – autoconsumo y cobertura

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		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	
INGENIERÍA Y TRAMITACIONES	* Proyecto visado y gestión de los permisos con el ayuntamiento y administración.
MATERIAL FOTOVOLTAICO	
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	* 40.250 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
INVERSORES	* 1 INVERSOR DE 20,0 kWn marca SMA o similar. * 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	61.752,50 €

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		Rev.04

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	40,25	kWp
Potencia nominal	35,0	kWn
Consumo anual	241.710	kWh
Gasto anual	28.300,15	€
Producción solar	70.481	kWh
Producción solar	1.751	kWh/kWp
Autoconsumo	70.481	kWh
Autoconsumo	100,00%	
Inyección a red	0	kWh
Cobertura	29,16%	
Ahorro de emisiones	28,12	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,126274664	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,102398387	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	8.899,95	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	7.217,13	€/año
Inversión	61.752,50	€
Inversión	1,53	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	6,94	años
Amortización (con peaje de respaldo)	8,56	años

Tabla 10 Situación 1: 40,25 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
70.481	100,00%	0,00%	29,16%	7.217,13	61.752,50	1,53	8,56	28,12

Tabla 11 Resumen de resultados

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PALACIO DE CONGRESOS	1306
		11
		Rev.04

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.