



TÍTULO

**MODULACIÓN DE LOS PERFILES DIARIOS DE GENERACIÓN
CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INTEGRADOS EN EDIFICIOS**

AUTOR

David Racero Patino

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2017

Tutora	D ^ª . Nuria Martín Chivelet
Curso	<i>Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica (2015/16)</i>
ISBN	978-84-7993-757-7
©	David Racero Patino
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2016



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

Título: Modulación de los perfiles diarios de generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios



Un Trabajo Fin de Máster presentado para obtener el Título de Máster Oficial Inter-Universitario en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica (2015-16)
Universidad Internacional de Andalucía, Málaga.

Autor: D. David Racero Patino.
Tutora: Dña. Nuria Martín Chivelet.
Noviembre 2016.

Dedicatoria

ii

A todos los que creen, a pesar de todo, en un mundo fotovoltaico autosuficiente e independiente de la red eléctrica.

Agradecimientos

Gracias al apoyo de mi familia, a los profesores y compañeros de este Máster, especialmente a las imprescindibles orientaciones de mi tutora Nuria Martín Chivelet, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

La energía solar fotovoltaica se presenta como una excelente solución para hacer frente a los retos medioambientales, como el presentado en la reciente Cumbre de París sobre el clima (COP 21) de reducir la temperatura a final del siglo por debajo de los dos grados.

El autoconsumo fotovoltaico tiene como finalidad generar parte o toda la energía eléctrica que consume un edificio, siendo óptima cuando se iguala su perfil de generación con el de consumo en cada momento, alcanzando el autoconsumo instantáneo o de balance neto.

La integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos permite un aprovechamiento para la generación de energía de las envolventes de los edificios y además de sustituir materiales para su construcción, como ventanas, cubiertas y fachadas.

El propósito de este trabajo es, por un lado, conocer el estado de las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico en España, analizando la normativa y los componentes necesarios para su funcionamiento y, por otro lado, estudiar las posibilidades de integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos para autoconsumo, y su aplicación en distintos edificios comerciales (supermercado, restaurante y hotel) situados dos grandes ciudades como París (Francia) y Sevilla (España), estudiando los perfiles diarios de generación y consumo, su modulación mediante el software de cálculo PVsyst para estimar el balance de energías, valorando la mejor solución para cada caso.

Palabras clave: energía fotovoltaica, autoconsumo, integración arquitectónica, perfil de consumo eléctrico.

Abstract

The Photovoltaic Solar Energy can be considered as an excellent solution to face environmental challenges as the one introduced in the recent Paris Climate Summit Danger (COP21) which proposed to reduce the global temperature under two degrees at the end of the century.

The aim of Photovoltaic consumption is to generate either part or the whole electricity consumed in a building. This energy is considered to be optimal when its generation level is the same of the consumption level, getting the instant consumption or the net balance.

The architectural integration of the photovoltaic modules makes possible the exploitation in order to generate energy in the building envelope and it replaces too some building materials like: windows, roof and the façade of the building.

The purpose of this Master's Thesis is, on the one hand, to know the actual situation of the photovoltaic consumption system in Spain, analysing the legal requirements and the elements needed in its functioning and, on the other hand, to study the possibilities of architectural integration of the photovoltaic modules for the consumption in different types of commercial buildings (supermarkets, restaurants and hotels) situated in two big cities: Paris (France) and Seville (Spain), considering the daily levels of energy generation and consumption, and its modulation by means of the calculation software PVsyst in order to estimate the energy balance, considering the best solution in each situation.

Keywords: Photovoltaic energy, self-consumption, architectural integration, electric consumption profile.

Tabla de Contenidos

vi

Capítulo 1. Introducción e información general	1
1. Justificación del tema.....	1
2. Estado del Arte.....	1
3. Objetivos	2
4. Estructura del trabajo	2
5. Metodología	3
Capítulo 2. Concepto y gestión del autoconsumo por generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios	5
1. Definición del autoconsumo. Situación en España.....	5
2. El autoconsumo instantáneo y el almacenamiento	10
3. Generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios.....	20
3.1. Integración en cubiertas.	23
3.2. Integración en fachadas.....	25
3.3. Integración en huecos y mobiliario urbano.....	27
Capítulo 3. Programas de simulación. Generación de perfiles de consumo.....	30
1. Programa o Software de simulación	30
2. Generación de perfiles de consumo	33
2.1. Perfil de consumo del sector comercial alimentación.....	34
2.2. Perfil de consumo del sector comercial restauración.....	35
2.3. Perfil de consumo del sector comercial residencial turístico.....	36
Capítulo 4. Aplicación a casos de estudio	38
1. Caso de estudio: Hipotético edificio con fachadas de igual superficie.....	41
2. Caso de estudio: Supermercado	42
3. Caso de estudio: Restaurante	43
4. Caso de estudio: Hotel	44
5. Resultados	44
Capítulo 5. Conclusiones y propuestas	84
1. Conclusiones	84
2. Propuestas para futuras investigaciones.....	87
Capítulo 6. Bibliografía y referencias	88
1. Libros	88
2. Artículos.....	88
3. Otros documentos	88
4. Legislación.....	89
Apéndice	90

Lista de tablas

vii

Tabla 1. Potencias instaladas de energías renovables. Fuente: Informe publicado por el IDAE del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.....	7
Tabla 2. Comparativa de las principales características de las baterías utilizadas como acumuladores en instalaciones fotovoltaicas.....	15
Tabla 3. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	45
Tabla 4. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 30 kWp en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	48
Tabla 5. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en la fachada Sur frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	51
Tabla 6. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en la fachada Este frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	53
Tabla 7. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en la fachada Oeste frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	55
Tabla 8. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de Sevilla.....	60
Tabla 9. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de Sevilla.....	62
Tabla 10. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de París.....	64
Tabla 11. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de París.	66
Tabla 12. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de Sevilla.	68
Tabla 13. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante en Sevilla.	70
Tabla 14. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de París.....	72

Tabla 15. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante en París. Fuente: elaboración propia. ...74	74
Tabla 16. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de Sevilla.76	76
Tabla 17. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de Sevilla.....78	78
Tabla 18. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de París.80	80
Tabla 19. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de París.82	82
Tabla 20. Comparativa de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada por superficie instalada en el caso de Supermercado.86	86

Lista de figuras

Figura 1. Captura de pantalla de acceso al portal del Registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.....6	6
Figura 2. Captura de pantalla del registro de las instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.....6	6
Figura 3. Cartel sobre el proyecto gSolarRoof presentado en IFEMA.....9	9
Figura 4. Captura de pantalla de la aplicación gSolarRoof.....9	9
Figura 5. Estructura básica de un sistema de autoconsumo autónomo sin conexión a la red eléctrica.....11	11
Figura 6. Baterías de Plomo ácido para uso fotovoltaico del fabricante estadounidense Exide Technologies.....12	12
Figura 7. Baterías de Níquel Cadmio para uso fotovoltaico del fabricante francés Saft12	12
Figura 8. Batería “Fronius Solar” Ión Litio para uso fotovoltaico del fabricante español Fronius.....12	12
Figura 9. Batería “Powerwall” de Ión Litio para uso fotovoltaico del fabricante estadounidense Tesla12	12

Figura 10. Regulador de carga Blue solar MPPT 75/10 (12/24V - 10A) del fabricante Victron Energy B.V.....	17
Figura 11. Regulador de carga BlueSolar PWM-Light 10 A del fabricante Victron Energy B.V.....	17
Figura 12. Principio de funcionamiento de un inversor, en la parte superior generando distintas formas de onda AC de salida monofásica a partir de una entrada DC de un generador fotovoltaico. En la parte inferior aparece el esquema para un puente de salida trifásico AC.....	18
Figura 13. Esquema de conexionado del inversor con la batería.	18
Figura 14. Inversor Phoenix Inverter Compact 1200VA - 2000VA del fabricante Victron Energy B.V.....	18
Figura 15. Ejemplo de gestión inteligente de energía para varias cargas: horno, lavadora y secadora, optimizando la curva de generación fotovoltaico en forma de campana y consumo en trazo grueso, según la meteorología..	19
Figura 16. Gestor inteligente de energía Sunny Home Manager del fabricante SMA.....	19
Figura 17. Conexión de una instalación de autoconsumo con gestor inteligente de energía.	20
Figura 18. Ejemplo de caso General de colocación de módulos fotovoltaicos en el Hospital del Cabildo Insular de Lanzarote (España)	21
Figura 19. Estructura soporte para el caso General de colocación de módulos fotovoltaicos.	21
Figura 20. Ejemplo de caso de colocación en Superposición de módulos fotovoltaicos en la cubierta de un colegio en Canarias (España).	22
Figura 21. Detalle de colocación en Superposición de módulos fotovoltaicos en la cubierta de un colegio en Canarias (España).	22
Figura 22. Ejemplo de caso de colocación en Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos en las marquesinas del Hotel ILUNION Málaga (antiguo Hotel Monte Málaga) en Málaga (España).	22
Figura 23. Ejemplo de caso de colocación en Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos en la fachada y pérgola del edificio aulario del campus de la Universidad de Jaén.....	22

- Figura 24. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta inclinada a modo de lucernario con vidrio solar formado por módulos fotovoltaicos de células de silicio cristalino encapsulado en vidrio.24
- Figura 25. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta plana ovalada de módulos de vidrio solar fotovoltaico del fabricante del fabricante ONYX SOLAR. Hotel de la cadena Marriott en Imperial Beach, California. (EEUU)24
- Figura 26. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta inclinada de módulos fotovoltaicos en silicio cristalino hexagonales del fabricante ONYX SOLAR. Pirámide de la Ciencia en Denver, Colorado (EEUU).25
- Figura 27. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta inclinada de módulos de tejas fotovoltaicas del fabricante italiano INVENT, S.R.L.25
- Figura 28. Ejemplo de Integración arquitectónica en fachada muro cortina con módulos de vidrio fotovoltaicos del fabricante ONYX SOLAR. Centro Pfizer-Universidad de Granada-Junta de Andalucía de Genómica e Investigación Oncológica (GENYO), Granada.26
- Figura 29. Detalle del módulo de vidrio solar fotovoltaico fabricante ONYX SOLAR.26
- Figura 30. Ejemplo de Integración arquitectónica en fachada ventilada con módulos fotovoltaicos del fabricante STOVENTEC. Escalera de un edificio en la Universidad de Erfurt. (Alemania).26
- Figura 31. Detalle del módulo fotovoltaico StoVentec ARTline del fabricante STOVENTEC con rendimientos de 45 - 75 kWh/m².....26
- Figura 32. Ejemplo de Integración arquitectónica en fachada con parasol fotovoltaico del fabricante KAWNEER.....27
- Figura 33. Detalle del el parasol fotovoltaico AA1462 fabricante KAWNEER.27
- Figura 34. Ejemplo de mala integración arquitectónica en pérgola fotovoltaica subvencionada por el programa Málaga Smart City. Paseo Marítimo, cerca de la Avenida de los Guindos, Málaga.....28
- Figura 35. Detalle del pésimo estado de conservación del cartel informativo del programa Málaga Smart City. Paseo Marítimo, cerca de la Avenida de los Guindos, Málaga.....28
- Figura 36. Ejemplo de buena integración arquitectónica en pérgola fotovoltaica promovida por el proyecto IKEA renovable . Aparcamientos del centro comercial IKEA en Málaga29
- Figura 37. Detalle de la pérgola fotovoltaica, realizada por la empresa jiennense JUCAR instalaciones. Aparcamientos del centro comercial IKEA en Málaga.....29

Figura 38. Ejemplo de buena integración arquitectónica en zonas verdes, simulando un árbol fotovoltaico. Parque Científico-Tecnológico GEOLIT en Menjívar (Jaén)	29
Figura 39. Detalle de la pérgola fotovoltaica para aparcamientos, realizada por la empresa jiennense JUCAR instalaciones. Parque Científico-Tecnológico GEOLIT en Menjívar (Jaén).....	29
Figura 40. Captura de pantalla del PV syst para modelo de perfil de consumo del supermercado para la simulación.....	34
Figura 41. Captura de pantalla del PV syst para modelo de perfil de consumo del restaurante para la simulación.	35
Figura 42. Captura de pantalla del PV syst para modelo de perfil de consumo del hotel para la simulación.....	37
Figura 43. Sistema de abastecimiento de energía eléctrica de un edificio con autoconsumo fotovoltaico.	39
Figura 44. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	46
Figura 45. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada (30 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	49
Figura 46. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en la fachada Sur (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	52
Figura 47. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en la fachada Este (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.....	54
Figura 48. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en la fachada Oeste (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla.	56
Figura 49. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación sur en Sevilla (España).....	57
Figura 50. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación sur en Paris (Francia).....	57

Figura 51. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación este en Sevilla (España).....	58
Figura 52. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación este en Paris (Francia).....	58
Figura 53. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación oeste en Sevilla (España).....	59
Figura 54. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación oeste en Paris (Francia).....	59
Figura 55. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de Sevilla.....	61
Figura 56. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Supermercado de Sevilla.	63
Figura 57. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de París.....	65
Figura 58. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Supermercado de París.	67
Figura 59. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de Sevilla.	69
Figura 60. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Restaurante en Sevilla.	71
Figura 61. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de París.	73
Figura 62. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Restaurante en París.....	75
Figura 63. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de Sevilla.....	77
Figura 64. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Hotel de Sevilla.	79
Figura 65. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de París.	81

Figura 66. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Hotel de París.83

Capítulo 1. Introducción e información general

1. Justificación del tema

La modulación de los perfiles diarios de generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios permite conocer el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo, de forma que se pueden optimizar las posibles ubicaciones de los módulos según la superficie disponible en fachadas o cubiertas.

El autoconsumo fotovoltaico se presenta como una excelente posibilidad de aprovechamiento de las envolventes de los edificios para generar energía; si se consigue acoplar el perfil de consumo con la generación en cada momento, se alcanza el autoconsumo instantáneo. Se hace necesario encontrar una metodología de simulación adecuada a cada tipo de edificio y sector al que pertenece: comercial, residencial, etc.

2. Estado del Arte

En la actualidad, existe un creciente interés por el uso de la generación fotovoltaica como fuente de energía alternativa a las que dependen de combustibles fósiles u otras que dañan el medioambiente.

La integración de los módulos en los edificios es la solución para optimizar la superficie que ocupan. En esta línea, se presentan diferentes soluciones de integración, y como punto de partida en este Trabajo, ha sido fundamental comenzar por las referencias del libro de Nuria Martín Chivelet que lleva por título “Integración de la energía fotovoltaica en edificios”.

Para conocer las bases del autoconsumo, el artículo de Miguel Alonso Abella “Autoconsumo Fotovoltaico” de la Revista Vértices del CIEMAT, es un referente básico. El análisis del grado de aprovechamiento de una instalación de autoconsumo viene definido de forma explícita en el estudio presentado por la Profesora Estefanía Caamaño Martín “Autoconsumo de energía solar fotovoltaica con gestión activa de la demanda: el sistema GEDELOS-FV”, donde aparece el *Factor de Autoconsumo* (ζ) que se ha tomado como referencia para evaluar los edificios de este Trabajo.

Los perfiles de consumo de los edificios según su actividad y sector al que pertenecen se estudian en el “Atlas de la demanda eléctrica Española. Proyecto INDEL” de Red Eléctrica de España, S.A.

3. Objetivos

Los objetivos que se persiguen mediante el presente Trabajo de investigación son los siguientes:

1. Objetivo principal: Mejorar el autoconsumo instantáneo mediante la optimización del acoplamiento temporal de los perfiles de generación fotovoltaica con los perfiles de demanda eléctrica.
2. Objetivos específicos:
 - Comprender qué se entiende por autoconsumo y su estado actual en España.
 - Estudiar las posibilidades del almacenamiento de energía y la relación con el autoconsumo instantáneo.
 - Conocer las diferentes posibilidades de integración de los generadores fotovoltaicos en los edificios.
 - Aplicar el software de simulación para generar perfiles diarios de consumo eléctrico y relacionarlos con los de generación fotovoltaica instantánea obteniendo una modulación de ambos.
 - Estudiar varios casos en edificios con diferentes usos, ubicaciones, implantaciones de los generadores fotovoltaicos y perfiles energéticos.
 - Reflexionar sobre la implantación de la modulación de perfiles de generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios.

4. Estructura del trabajo

Este trabajo se estructura en seis partes diferenciadas de la siguiente manera:

Capítulo 1. Introducción e información general.

En este primer capítulo, se introduce el objeto de estudio del trabajo a través de la justificación del tema, el interés y los estudios de partida, la indicación de los objetivos que se persiguen, la estructura y la metodología empleada para la consecución de los fines propuestos.

Capítulo 2. Concepto y gestión del autoconsumo por generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios.

El segundo capítulo se ocupa de sentar las bases sobre las que se apoyan la modulación de los generadores con los perfiles diarios dentro del concepto de

autoconsumo y generación instantánea. También explica la forma de integrar los generadores fotovoltaicos dentro de la arquitectura los edificios, mostrando ejemplos reales de aplicación.

Capítulo 3. Programas de simulación. Generación de perfiles de consumo.

En el tercer capítulo se analizan las diferentes herramientas informáticas disponibles para simular las instalaciones fotovoltaicas y en concreto sus posibilidades para modular el autoconsumo con integración arquitectónica en edificios. Se caracterizan los edificios según su actividad y sector al que pertenecen para conocer los posibles perfiles de consumo eléctrico. Por último, se presentan los edificios que se modularán con el software elegido.

Capítulo 4. Aplicación a casos de estudio.

Este cuarto capítulo se ocupa de presentar los resultados en tablas y gráficos obtenidos de las simulaciones, considerando la integración en las distintas fachadas disponibles para los edificios según su uso y ubicación. Se calculan para cada caso el balance energético de generación y consumo, así como el factor de autoconsumo.

Capítulo 5. Conclusiones y propuestas.

Para finalizar, en el capítulo quinto se presentan las conclusiones extraídas tras el trabajo de investigación y se indican las opciones más adecuadas para la integración arquitectónica de los generadores fotovoltaicos.

Capítulo 6. Bibliografía y referencias.

Se citan las fuentes consultadas para la investigación, clasificadas por libros, artículos, legislación y otros documentos.

5. Metodología

La metodología desarrollada durante el trabajo de investigación se ha dividido en 3 bloques principales:

1. En una primera fase, se ha realizado una búsqueda bibliográfica sobre el concepto de autoconsumo fotovoltaico y su aplicación en los edificios, así como la modulación del comportamiento de las cargas y el generador. El proceso ha consistido en la lectura de diferentes fuentes como libros, artículos, revistas digitales, tesis doctorales de diversos autores relacionados con la materia.
2. En la segunda fase, se han valorado las posibilidades de simulación de la instalación fotovoltaica en los edificios mediante software específico, y tras

seleccionar el más adecuado, se han obtenido los resultados y presentado en tablas y gráficos.

3. En la última fase, se ha analizado los datos obtenidos, tratando de razonar la mejor solución de integración de los módulos fotovoltaicos, para conseguir el mayor factor de autoconsumo. Por último, se han propuesto distintas vías de investigación para completar los objetivos no alcanzados en el presente Trabajo.

Capítulo 2.

Concepto y gestión del autoconsumo por generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios

1. Definición del autoconsumo. Situación en España

La legislación española¹ define el autoconsumo como “el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor”. Se tienen dos sujetos que actuarán en el proceso de autoconsumo: Los consumidores de energía eléctrica, que son las personas físicas o jurídicas que adquieren la energía para su propio consumo, y los productores de energía eléctrica, que son aquellas personas físicas o jurídicas que tienen la función de generar energía eléctrica, así como las de construir, operar y mantener las instalaciones de producción.

Dentro de esta definición de autoconsumo, se contemplan en dicha legislación¹ cuatro modalidades de autoconsumo, con sus correspondientes tipos² según se comercialice o no el excedente generado por el sistema fotovoltaico y con aplicación particular de legislaciones específicas³ por diferencia de potencias eléctricas:

a. Suministro con autoconsumo, tipo 1: El consumidor genera energía para su consumo sin verterla a la red eléctrica. Su instalación está concebida para satisfacer exclusivamente sus necesidades de consumo, aunque puede tener conexión a la red eléctrica como apoyo en caso de necesidad. En esta modalidad solamente existe el sujeto consumidor. En cuanto a las condiciones de potencia eléctrica se fija que la suma de potencias instaladas de generación será igual o inferior a la potencia contratada por el consumidor, además que la potencia contratada no será superior a 100 kW. El titular del punto de suministro será el mismo que el de todos los equipos de consumo e instalaciones de generación conectados a su red, lo que implica que no se puede compartir el generador fotovoltaico por distintos titulares o usuarios.

b. Producción con autoconsumo, tipo 2: El consumidor está asociado a una instalación de generación a la que puede verter el excedente de energía producido

¹ Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

² Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

³ En las del tipo 1 se aplica el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. En las del tipo 2, además del R.D. anterior, se les aplica el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

principios del mes de noviembre de 2016, se habían registrado tan solo 94 instalaciones del tipo 1 con potencia contratada ≤ 100 kW, 181 instalaciones del tipo 1 con potencia contratada >100 kW y de 330 del tipo 2. Se adjunta en el Apéndice una relación de las mismas.

Los valores de la potencia instalada fotovoltaica pueden consultarse de forma actualizada en el Informe Estadístico de Energías Renovables que publica el IDAE⁵, a finales del 2015 suponía un total de 2.277 kW.

Potencia eléctrica instalada en 2015 (kW)

	Biogás	Biomasa	Energía Marina	Eólica	Hidráulica	Hidroeléctrica	Instalaciones Mixtas	Residuos	Solar Fotovoltaica	Solar Termo-eléctrica	TOTAL
ANDALUCIA				1.810	2.725				401		4.936
ARAGON									884		884
CANARIAS				1.050					5		1.055
CANTABRIA											
CASTILLA Y LEON											
CASTILLA-LA MANCHA									66		66
CATALUÑA					2.700				189		2.889
CIUDAD DE CEUTA											
CIUDAD DE MELILLA											
COMUNIDAD DE MADRID											
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA				2.631			160		629		3.420
COMUNIDAD VALENCIANA											
EXTREMADURA											
GALICIA				100							100
ISLAS BALEARES									33		33
LA RIOJA									5		5
PAIS VASCO				102					59		161
PRINCIPADO DE ASTURIAS											
REGION DE MURCIA									5		5
(No regionalizable)											
Totales	0	0	0	5.693	5.425	0	160	0	2.277	0	13.555

Tabla 2. Potencias instaladas de energías renovables. Fuente: Informe publicado por el IDAE del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Sin embargo, el futuro que se presenta alentador para las energías renovables, y dentro de ella aun más el autoconsumo de generación fotovoltaica con integración arquitectónica.

Los gobiernos mundiales son conscientes del calentamiento del planeta por las emisiones contaminantes y están tomando medidas que favorecerán el uso de las energías renovables, y con ellas la generación fotovoltaica, cuya implantación sería más rápida y sencilla si se integrase en los edificios existentes en forma de autoconsumo, sin tener que recurrir a grandes plantas de energía.

⁵ Informe Estadístico de Energías Renovables. (2016-11-12). IDAE- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Disponible en: <http://informeestadistico.idae.es/t6a.htm>

La Unión Europea se encuentra inmersa desde el año 2010⁶ en alcanzar los objetivos planteados en su plan “Estrategia Europa 2020”⁷, que establece entre otros reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 % en comparación con los niveles de 1990 e incrementar el porcentaje de las energías renovables en nuestro consumo final de energía al 20 % y aumentar un 20 % la eficacia en el uso de la energía. Se trata de diseñar edificios de consumo de energía casi nulo.

Estos objetivos de reducción de emisiones se han visto reforzados en la Conferencia de París sobre el Clima (COP21)⁸, celebrada en diciembre de 2015, donde España junto a total de 195 países firmaron el primer acuerdo vinculante mundial sobre el clima. La contribución de la Unión Europea a este acuerdo se materializarán en 2030 con tres ambiciosos objetivos: al menos 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (en relación con los niveles de 1990), al menos 27% de cuota de energías renovables y al menos 27% de mejora de la eficiencia energética.

En opinión de María Luisa Castaño⁹, Directora general de Innovación y Competitividad del Ministerio de Economía y Competitividad español, la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación están alineados con los que marca la Unión Europea dentro del nuevo programa marco para la financiación de las actividades de I+D+I Horizonte 2020 para el periodo 2013-2020, presenta una importante fuente de recursos económicos que pretende destinar una dotación tal que debería retornar al sistema el 9,5 % del presupuesto en retos sociales y liderazgo industrial, a actividades desarrolladas por Pymes en el sector de las energías renovables.

Tampoco faltan proyectos de innovación en autoconsumo de generación fotovoltaica con integración arquitectónica.

En Genera 2016¹⁰, Feria Internacional de Energía y Medio Ambiente celebrada en el mes de junio de este año, se seleccionó al proyecto gSolarRoof para la Galería de la Innovación, cuyo objetivo es reconocer proyectos innovadores en energías renovables, eficiencia energética y medioambiente.

El proyecto gSolarRoof, desarrollado por el Grupo de Tecnologías de la Información Geográfica y Energías Renovables (gTIGER) de la División de Energías

⁶ Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

⁷ Comunicación de la Comisión Europea. COM(2010) 2020 final. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador.

⁸ ONU. Objetivos de un desarrollo sostenible (COM21). (2016-11-12). Disponible en:

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/Cop21/>

⁹ LÓPEZ MARTÍNEZ, C. (2015). Vértices nº 23: Revista del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

¹⁰ (2016-11-12). IFEMA, Feria de Madrid. Disponible en:

http://www.ifema.es/genera_01/

Renovables del CIEMAT, siendo coordinador del grupo el Dr. Javier Domínguez, ha creado una herramienta para evaluar la integración de los generadores fotovoltaicos sobre las cubiertas de los edificios urbanos mediante un modelo geográfico de alta resolución LIDAR (Light Detection and Ranging) para el levantamiento 3D de los edificios y su entorno, haciendo uso de fuentes gratuitas de bases de datos geográficas y cartográficas (IDEs). Partiendo de estos datos, el programa marca las zonas con potencial idóneo para la implementación estimando la energía que se generaría con la instalación de generación fotovoltaica integrada en los edificios existentes.

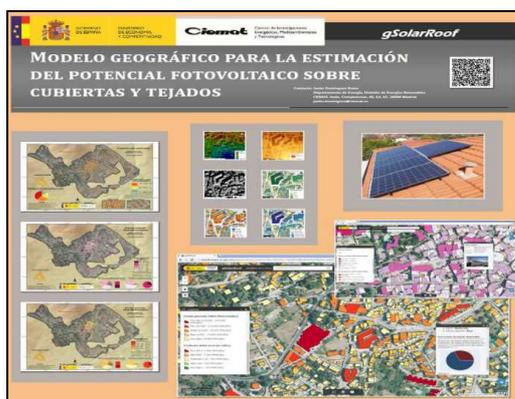


Figura 3. Cartel sobre el proyecto gSolarRoof presentado en IFEMA.
(Fuente: www.ciemat.es)



Figura 4. Captura de pantalla de la aplicación gSolarRoof.
(Fuente: www.ciemat.es)

Por último, existe una gran presión social¹¹ y de las asociaciones del sector en España¹² por potenciar el autoconsumo mediante generación fotovoltaica, movimientos que han bautizado a la legislación² actual como “El impuesto al Sol”, ya que pone grandes obstáculos económicos y burocráticos para legalizar estas instalaciones; los dos más importantes y que gravan directamente al autoconsumo:

1. Los consumidores - productores pagan peajes según la energía consumida, sin hacer diferencia entre la que produce su generador fotovoltaico o la tomada de la red en casos de déficit de su instalación de autoconsumo.

¹¹ DE LAS CUEVAS, R. (2016-07-20). “España tras el impuesto al sol: radiografía de un desastre fotovoltaico”. Diario El Confidencial. Disponible en: http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-07-20/autoconsumo-fotovoltaico-renovables-solar_1235922/

¹² Unión Española Fotovoltaica – UNEF. (2016-11-12). Disponible en: <http://unef.es/tag/autoconsumo/>

2. El uso de la acumulación en las instalaciones puede ser penalizado con una cuota de uso, ya que se deben instalar de tal forma que compartan equipo de medida¹³.

2. El autoconsumo instantáneo y el almacenamiento

Una instalación eléctrica con autoconsumo fotovoltaico es capaz de generar la energía consumida por ella, total o en parte, según la variación de su perfil de demanda, que dependerá de los receptores conectados en cada momento. Además, hay que tener en cuenta que la generación fotovoltaica es variable según la estación y día del año, por lo que se produce un desacople entre la generación fotovoltaica y el consumo del usuario¹⁴. En un momento determinado, la potencia solar fotovoltaica puede ser mayor, igual o menor que la consumida.

Si se consigue cubrir toda la demanda de energía eléctrica del usuario desde el generador fotovoltaico en cada momento, se dará el autoconsumo instantáneo o de balance neto, también denominado autoconsumo sin almacenamiento. Este caso se tiene cuando se ha estudiado y adaptado adecuadamente el perfil de demanda de energía al del generador fotovoltaico, de manera que se conecten los equipos eléctricos de mayor consumo en los momentos de punta de producción fotovoltaica, obteniéndose una mayor optimización de la instalación en autoconsumo.

Cuando la potencia solar fotovoltaica es mayor que la consumida, existe en excedente una cantidad de energía que puede ser inyectada a la red eléctrica exterior (en instalaciones con autoconsumo del tipo 2), o bien ser almacenada en las baterías para su posterior consumo (sistema válido para las tipo 1 y 2).

El sistema de almacenamiento fotovoltaico se realiza generalmente con **baterías**,¹⁵ que se cargan en las horas de radiación solar y se descargan para generar la energía en momentos de ausencia de la misma, conformando ciclos de carga-descarga denominado ciclado diario.

También se hace necesario para el almacenamiento la instalación de un **regulador de carga**, cuya misión principal es controlar y vigilar que la carga de la batería sea completa, evitando sobrecargas y sobredescargas que limitan la vida útil de las baterías, además de ofrecer otras funciones como monitoreo o compensación de temperatura.

¹³ Disposición transitoria décima. Elementos de acumulación. Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

¹⁴ ALONSO ABELLA, M. & CHELO ROMERO, F. (2013). "Autoconsumo Fotovoltaico". Vértices nº 18: Revista del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

¹⁵ ALONSO ABELLA, M.. (2005). Sistemas fotovoltaicos. SAPT Publicaciones Técnicas, SL.

En la mayoría de los aparatos domésticos o industriales, el consumo de energía se realiza en corriente alterna AC, siendo necesario un **inversor** de salida de las baterías o del propio generador fotovoltaico de corriente continua DC para su funcionamiento.

Actualmente, los fabricantes de los equipos o kits diseñados para generación en autoconsumo, el regulador de carga y el inversor se complementan con un **gestor de energía**, que consiste en un dispositivo capaz de regular la conexión/desconexión de las cargas de la instalación y el origen de alimentación eléctrica de ellas, ya sea de la red de apoyo o de las baterías, además de controlar la carga de estas baterías cuando exista excedente del autoconsumo instantáneo.

Un esquema del conjunto de elementos que se necesita para una instalación de autoconsumo completamente autónoma sin apoyo de la red eléctrica se muestra en la Figura 5.

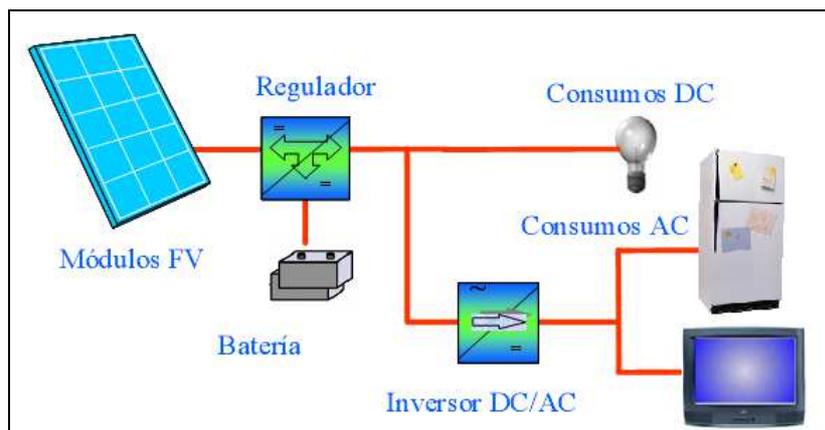


Figura 5. Estructura básica de un sistema de autoconsumo autónomo sin conexión a la red eléctrica .
(Fuente: ALONSO ABELLA, M.. (2005). *Sistemas fotovoltaicos*. SAPT Publicaciones Técnicas, SL.)

A continuación se amplían los datos de cada uno de estos elementos, junto con la información básica de funcionamiento.

1. Baterías.

Los sistemas de almacenamiento fotovoltaico utilizan baterías electroquímicas llamadas secundarias o recargables, la mayoría de las que se encuentran disponibles en el mercado son del tipo Plomo - ácido (Pb-a) y Níquel - Cadmio (Ni-cd), aunque se están imponiendo las de Ión - Litio de fosfato de hierro (Li-ión) por su mejores prestaciones

con respecto a las anteriores. En las Figuras 6, 7, 8 y 9 se muestran fotografías de estas baterías para acumulación fotovoltaica de uso comercial.



Figura 6. Baterías de Plomo ácido para uso fotovoltaico del fabricante estadounidense Exide Technologies.
(Fuente: <http://www.exide.com/>)



Figura 7. Baterías de Níquel Cadmio para uso fotovoltaico del fabricante francés Saft.
(Fuente: <http://www.saftbatteries.com/>)



Figura 8. Batería "Fronius Solar" Ión Litio para uso fotovoltaico del fabricante español Fronius.
(Fuente: <http://www.fronius.es/>)



Figura 9. Batería "Powerwall" de Ión Litio para uso fotovoltaico del fabricante estadounidense Tesla.
(Fuente: <http://www.tesla.com/>)

Los elementos que componen una batería electroquímica son:

- Material Activo y Electroodos . Está formado por un conjunto de placas positivas y negativas separadas por un material aislante y constituyen el reactivo formando células que suelen tener un voltaje nominal de 2 V, y que pueden conectarse en serie y paralelo

para obtener las tensiones típicas de 12 V (6 células de 2 V en serie) o 24 V (12 células de 2 V en serie).

En el caso de las baterías de Pb-a, estos materiales activos son el PbO_2 en la placa positiva (ánodo) y el Pb en la negativa (cátodo), que reaccionan con el ácido sulfúrico del electrolito durante la operación de la batería para producir agua y sulfato de plomo durante la descarga y viceversa en el proceso de carga. Para las baterías de Ni-cd, los materiales activos son el hidróxido de Níquel (Ni(OH)_3) para el ánodo y el hidróxido de Cadmio (Cd(OH)_3) en el cátodo durante la descarga, que al reaccionar en la carga pasan a transformarse en oxihidróxido de Níquel (NiOx) y Cadmio metálico.

La cantidad de materia activa influye directamente en la capacidad de la batería o Amperios - hora que puede suministrar.

El tamaño, número, espesor y forma de las placas influye en el funcionamiento de la batería. Si se necesita suministrar una alta corriente en poco tiempo se utilizan una gran cantidad de placas muy finas, pero no son muy resistentes a las descargas profundas y prolongadas. Por el contrario, las placas gruesas permiten descargas profundas sobre largos periodos.

- Electrolito. Es el medio que permite la conducción de corriente mediante transferencia iónica, o mediante transferencia de electrones entre las placas de la batería. Para las baterías de Pb-a, el electrolito es una disolución de ácido sulfúrico en forma líquida, gel o cristalizado. En el caso de las de Ni-cd, el electrolito es una solución de hidróxido potásico y agua. Por este motivo en este tipo de baterías es necesario reponer agua destilada cuando se evapora cuando se produce el gaseo por sobrecarga. En las baterías de Li-ión¹⁶ se tiene una sal de Litio que transfiere los iones a los cátodos y ánodos.

- Rejilla. Presentes en las baterías de Pb-a y Ni-cd, sirven como soporte para la materia activa, y suelen estar aleadas con otros compuestos como antimonio y calcio para fortalecer la rejilla. Pueden tener formas tubulares o planas.

- Bornas. Son las salidas para las conexiones eléctricas externas (positiva y negativa).

- Tapones. Permiten liberar los gases que se producen en la carga de la batería, además del acceso al interior para la recarga del electrolito.

¹⁶ CONCHESO ÁLVAREZ, A. (2006). Nuevos ánodos de carbono para baterías de ion-litio a partir de derivados del carbón y del petróleo. Tesis. Universidad de Oviedo.

- Carcasa. Su misión es contener y aislar del exterior los elementos de la batería. Se fabrican en goma o plástico en ocasiones transparentes, para facilitar el control del nivel del electrolito.

Las magnitudes que definen las características de funcionamiento de una batería electroquímica son:

- Capacidad. Cantidad de electricidad que se obtiene durante una descarga completa de un acumulador plenamente cargado. Se mide en Amperios-hora (Ah) para un tiempo de descarga determinado. Dentro de la Capacidad existen otras magnitudes derivadas:

a. Capacidad nominal. Es la asignada por el fabricante a una batería nueva y bajo determinadas condiciones de operación.

b. Capacidad disponible. La obtenida en función de un conjunto de condiciones de operación: régimen de descarga, temperatura, estado de carga inicial, tensión final de descarga, etc.

c. Capacidad energética. Representa el número total de Watios-hora (Wh) que puede dar una batería plenamente cargada.

- Proceso de carga / descarga. Conversión de energía eléctrica en química (carga) o de energía química en eléctrica (descarga) por el paso de corriente.

- Régimen de carga / descarga. Es el valor de corriente que circula por la batería para restablecer (carga) o extraer (descarga) la capacidad disponible en un tiempo determinado (horas).

- Profundidad de descarga. Son los Amperios-hora extraídos de una batería plenamente cargada expresados en % de la capacidad nominal.

- Estado de carga o SOC. Capacidad disponible de una batería expresada como un porcentaje de la capacidad nominal. Por ejemplo, si la batería está a un SOC del 20% indica que se encuentra al 80% descargada. Para determinar el SOC se mide la tensión a circuito abierto, se determina la resistencia interna, la medida de la densidad del electrolito y los Ah de carga/descarga.

- Voltaje de corte. Tensión para la cual finaliza la descarga de la batería, en función del régimen de descarga y del tipo y modelo de batería.

- Ciclo. Secuencia de carga/descarga para una profundidad y régimen de descarga determinados.

- Ciclo de vida. Es el número de ciclos que una batería puede soportar bajo determinadas condiciones de utilización. La vida de la batería es tiempo estimado durante el cual se pueden obtener las condiciones de utilización y de rendimiento esperadas.

- Energía/Potencia específica. Relación entre la energía disponible (nominal) de una batería y su peso o volumen. Se mide en Wh/kg o Wh/m³. Si se expresa en unidades de potencia (W/kg) pasa a denominarse Potencia específica.

- Autodescarga. Es la pérdida de capacidad cuando la batería se encuentra en circuito abierto o desconectada de la carga.

- Rendimiento energético (Wh). Relación entre la energía extraída (Wh) de una batería durante la descarga y la energía total (Wh) requerida para restablecer el estado inicial de carga.

- Temperatura de operación. Es la temperatura de trabajo de la batería. Influye directamente en el funcionamiento y la vida de la batería. Las altas temperaturas provocan que se aumente la autodescarga, la densidad del electrolito aumenta o disminuye según la temperatura pudiendo llegar a congelarse o expandirse dañando definitivamente a la batería. La capacidad que indica el fabricante se da según esta temperatura, disminuyendo con ella.

Características	Pb-a	Ni-Cd	Li-ión
Temperatura de operación (°C)	Ambiente (hasta 50°C)	Ambiente (hasta 70°C)	Por encima de la ambiente (hasta 70°C)
Rendimiento energético (%)	80	60-75	80
Densidad de energía (kWh/kg)	50-60	40-60	100-220
Autodescarga (%/mes)	2-15	3-10	<10
Ciclos de vida (número)	1.500-2.000	1.500-3.000	200-1.000
Vida útil (años)	5-10	5-15	10-20
Modelo y coste medio (Euros/Ah)	Batería FT 12V 228Ah Monoblock. Exide (2,08 eur/Ah)	Batería NiCd 1,5V SUNICA PLUS SUN+250Ah. Saft (1,16 eur/Ah)	Batería Solar Litio 6kW 16Ah. Fronius (565,89 eur/Ah)

Tabla 3. Comparativa de las principales características de las baterías utilizadas como acumuladores en instalaciones fotovoltaicas. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se comparan las principales características de las baterías Pb-a, Ni-cd y Li-ión¹⁷. Se puede comprobar a simple vista como las baterías de Li-ión superan en

¹⁷ LINDEN, D. (2002). "Basic concepts," Handbook of batteries. Editorial McGraw-Hill NY.

prestaciones, sobre todo en densidad de energía, repercutiendo en el espacio ocupado por el acumulador, pero también en coste a las anteriores.

2. Regulador de carga.

En un sistema de autoconsumo con almacenamiento en baterías es necesario instalar un dispositivo capaz de controlar la optimización del proceso de carga, aprovechando al máximo la energía suministrada por el generador fotovoltaico.

También permite la vigilancia del equipo mediante alarmas de disfunciones y el control del estado de carga de las baterías: En caso de sobrecarga, es decir, cuando existe una corriente excesiva desde el generador durante las horas de sol, dejando a circuito abierto el generador para evitar el paso de corriente del generador a las baterías, mientras que en las horas de ausencia de sol, cuando las cargas se alimentan de las baterías, evita una sobredescarga de las baterías, pudiendo actuar desconectando las cargas o avisando por alarma de baja tensión en las mismas.

Cuando se alcanza el estado de carga SOC del casi el 100%, el regulador puede compensar la autodescarga de las baterías funcionando en modo de flotación, esto es, inyectando corrientes intermitentes desde el generador.

Otra función del regulador de carga es compensar las variaciones de temperatura ambiente sobre las tensiones de funcionamiento de las baterías, ya que las reacciones electroquímicas que se dan se ven afectadas directamente, de forma que a temperaturas bajas aumentan las tensiones de gaseo y disminuye la capacidad de almacenamiento.

Existen dos configuraciones básicas de conexión del regulador, en serie entre el generador y la batería o en paralelo con disipación del exceso de energía mediante transistor o diodo MOSFET, que a su vez se dividen en los MPPT y los PWN.

Los reguladores MPPT o maximizador solar¹⁸ cuentan con un convertidor de DC-DC de alta tensión en el campo fotovoltaico a baja tensión en las baterías, que permite trabajar a tensiones diferentes en el campo fotovoltaico y en las baterías. Además tienen un seguidor del punto de máxima potencia o MPPT, que consigue adaptar la tensión de funcionamiento del generador fotovoltaico a la que proporciona la máxima potencia.

Un regulador PWM o modulador por anchura de pulsos sólo dispone en su interior de un diodo, por tanto generador fotovoltaico funciona a la misma tensión que las

El precio se ha obtenido comparando los valores en el distribuidores online (2016-13-11). Disponible en: <https://autosolar.es/baterias> y <http://revosolar.com/>

¹⁸¿Cómo funcionan los reguladores de carga solares PWM y MPPT? Disponible en: <http://www.monsolar.com/blog/como-funcionan-los-reguladores-de-carga-solares-pwm-y-mppt/>

baterías. La energía a un lado y al otro del regulador es la misma, con los valores de tensión y corriente iguales también.

Esto hace que los módulos no trabajen en su punto de máxima potencia, sino en el que impone la batería según su estado de carga, produciendo una pérdida de potencia, que puede llegar hasta el 25-30%.



Figura 10. Regulador de carga Blue solar MPPT 75/10 (12/24V - 10A) del fabricante Victron Energy B.V. (Fuente: <https://www.victronenergy.com.es>)



Figura 11. Regulador de carga BlueSolar PWM-Light 10 A del fabricante Victron Energy B.V. (Fuente: <https://www.victronenergy.com.es>)

3. Inversor DC-AC.

En la mayoría de instalaciones es necesario alimentar a las cargas (motores asíncronos y lámparas) en AC (corriente alterna). Para hacerlo desde las baterías o directamente desde el generador fotovoltaico, se necesita un dispositivo que pase la señal DC (corriente continua) de salida de ambos.

Para cambiar de DC a AC se necesita modular y filtrar a una onda de tensión de 50 Hz desde la señal plana de DC de entrada; según una distorsión armónica total o THD, se clasifican los inversores de onda cuadrada (distorsión en torno al 40% con rendimientos del 50-60%), de onda modificada (THD al 20% y rendimientos sobre el 90%) y los inversores de onda senoidal con los THD menores, aptos para cargas de tipo electrónico.

Para rectificar la señal de DC a AC se utilizan puentes de interruptores semiconductores de potencia, de forma que controlando los pulsos de apertura y cierre se genera la onda senoidal. En la figura 12 aparecen los esquemas de funcionamiento de un inversor monofásico y trifásico. En las figuras 13 y 14 aparecen imágenes de un inversor comercial para uso en instalaciones fotovoltaicas con generador y almacenamiento en baterías.

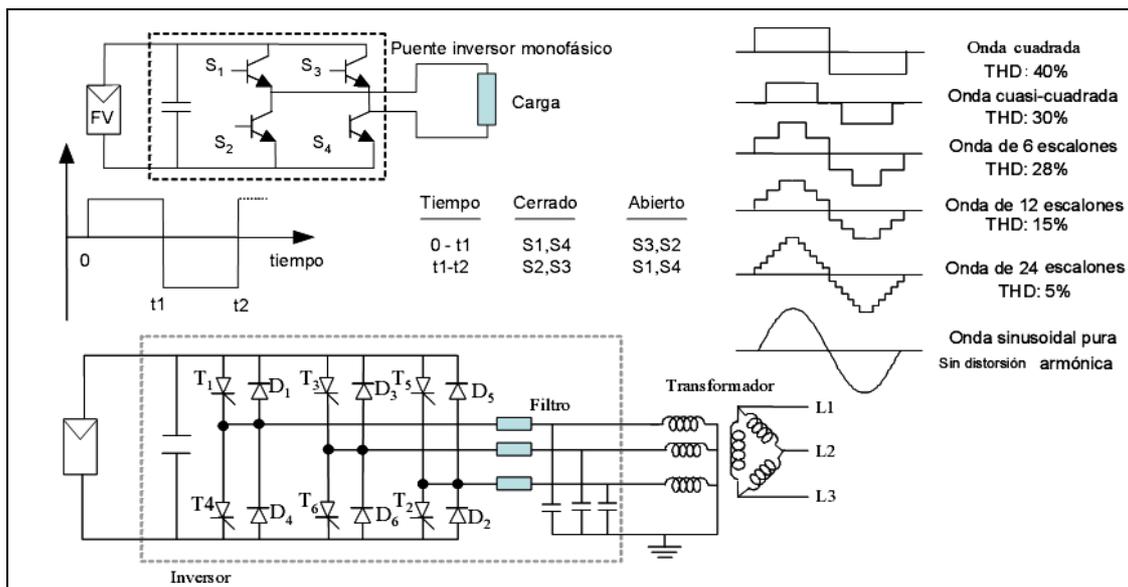


Figura 12. Principio de funcionamiento de un inversor, en la parte superior generando distintas formas de onda AC de salida monofásica a partir de una entrada DC de un generador fotovoltaico. En la parte inferior aparece el esquema para un puente de salida trifásicoAC.

(Fuente: ALONSO ABELLA, M.. (2005). Sistemas fotovoltaicos. SAPT Publicaciones Técnicas, SL.)

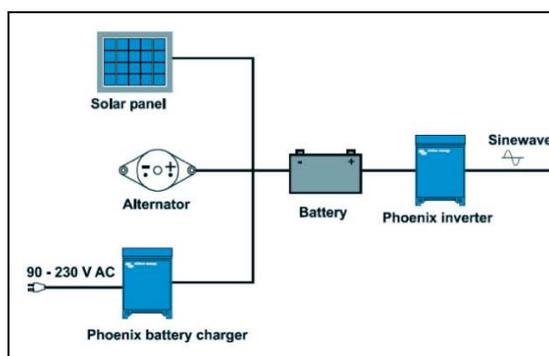


Figura 13. Esquema de conexión del inversor con la batería. (Fuente: <https://www.victronenergy.com.es>)

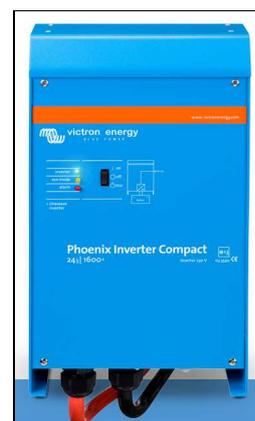


Figura 14. Inversor Phoenix Inverter Compact 1200VA - 2000VA del fabricante Victron Energy B.V. (Fuente: <https://www.victronenergy.com.es>)

4. Gestor inteligente de energía.

Las empresas especializadas en autoconsumo¹⁹ equipan sus kits de instalación en ámbito residencial con dispositivos capaces de gestionar la conexión automática de las cargas, teniendo en cuenta la predicción meteorológica y los niveles de radiación solar, optimizando el uso de la energía excedente para su almacenamiento en las baterías y posterior uso. A este concepto se le llama gestor inteligente de energía, y se hace necesario la conexión del equipo con fuentes de información externa como Internet y Apps de control del sistema.

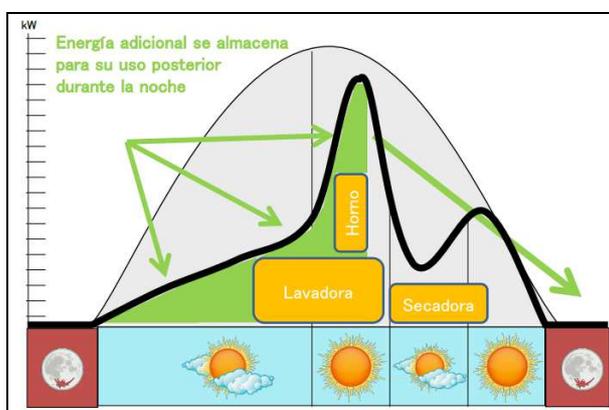


Figura 15. Ejemplo de gestión inteligente de energía para varias cargas: horno, lavadora y secadora, optimizando la curva de generación fotovoltaico en forma de campana y consumo en trazo grueso, según la meteorología.. (Fuente:

<https://www.esmartcity.es/images/ESMARTCITY/media/content/20121026-ponencia-congreso-smart-grids-sma-solar-technology-juan-pena.pdf>)



Figura 16. Gestor inteligente de energía Sunny Home Manager del fabricante SMA (Fuente: http://www.sma-iberica.com/fileadmin/fm-iberica/knowledge_base/Artikel_ES.PDF)

¹⁹ Varias empresas comercializan sistemas equipados con gestor inteligente de energía: SMA SOLAR TECHNOLOGY (Sunny Home Manager). Disponible en: <http://www.sma-iberica.com/> CIRCUTOR (Serie EDS). Disponible en: <http://circutor.es/> INGETEAM (INGECON EMS Manager,). Disponible en: <http://www.ingeteam.com/> CARLO GAVAZZI (PowerRouter Solar Battery) Disponible en: <http://www.gavazzi-energia.com/>

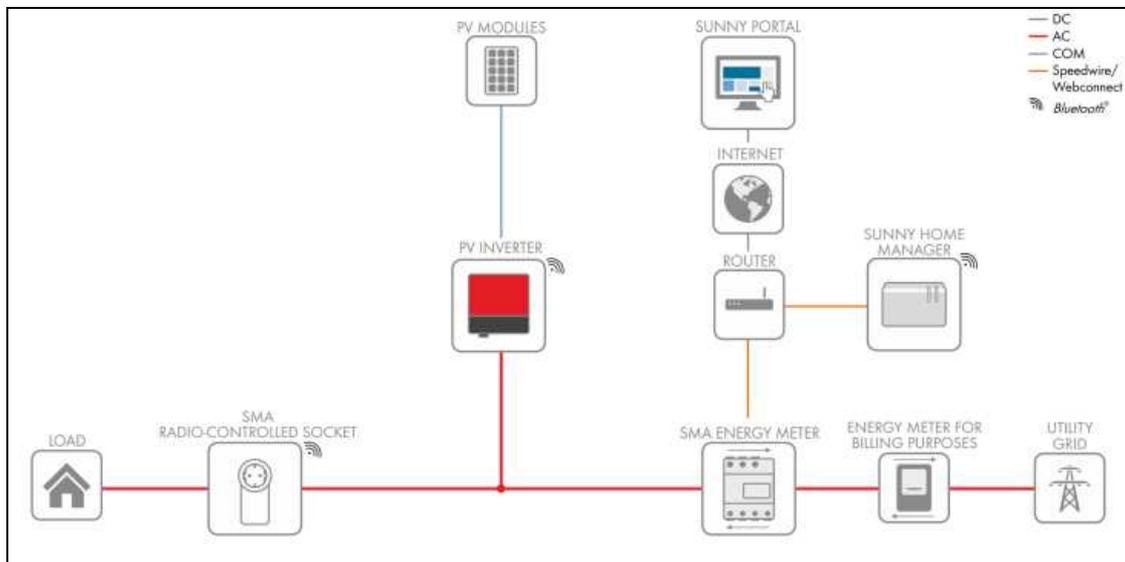


Figura 17. Conexión de una instalación de autoconsumo con gestor inteligente de energía. Las cargas (LOAD) tienen conexión inalámbrica mediante Bluetooth con las tomas de corriente (SMA RADIO CONTROLLED SOCKET, con el inversor (PV INVERTER) y el gestor de energía (SUNNY HOME MANAGER), que a su vez recibe información del estado meteorológico y la red eléctrica por Internet. (Fuente: https://www.sma.de/fileadmin/content/global/Solutions/Documents/PV-Anlage_mit_Sunny_Home_Manager_V2_Agr_en_0101.pdf)

3. Generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios

La integración de los generadores fotovoltaicos en los edificios supone adaptar sus cerramientos, cubiertas, lucernarios, marquesinas, etc., para albergar los módulos, formando parte de los propios materiales que sirven para construir los edificios.

La legislación española²⁰ obliga en determinados edificios una contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, según la zona climática (divide España en 5

²⁰ Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (CTE). (Articulado en septiembre de 2013. Comentarios en marzo de 2016). Documento Básico (DB) Ahorro de energía. Sección HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. La instalación de generador fotovoltaico es obligatoria en edificios de superficie construida superior a 5.000 m² y con usos de hipermercado, multi-tienda y centros de ocio, nave de almacenamiento y distribución, instalaciones deportivas cubiertas, hospitales, clínicas y residencias asistidas, pabellones de recintos feriales. La expresión que permite calcular esta potencia mínima fotovoltaica a instalar “P” en kW es:

$$P = C \times (0,002 \times S - 5) ; \text{ siendo}$$

“C” un coeficiente adimensional según la zona climática según la tabla 2.1.

“S” la superficie construida en m².

Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>

zonas según la radiación solar global media diaria anual en MJ/m² o en kWh/m²) y la superficie construida. Para realizar una estimación de la producción fotovoltaica se pueden calcular según las horas equivalentes de referencia anuales en kWh/kW tabulados por zona climática.

También establece las pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras expresadas como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras; en este sentido, se contemplan tres formas o casos de colocación de los módulos fotovoltaicos según las definiciones que se indican:

- **General**, es decir, colocados sobre estructuras soporte que buscan la orientación e inclinación óptimas. En el caso de tener una instalación ubicada en España y un consumo estable, la orientación al sur y una inclinación que coincide con la latitud del lugar sumando 18 grados para usos de la instalación en invierno o restando en verano suele dar buenos resultados.

- **Superposición de módulos fotovoltaicos**, en este caso se colocan paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en la integración arquitectónica. No obstante no se acepta en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la autolimpieza de los módulos.

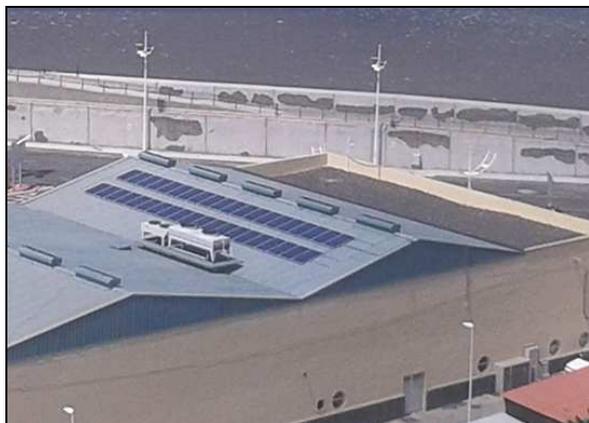
- **Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos**, de forma que cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.



*Figura 18. Ejemplo de caso General de colocación de módulos fotovoltaicos en el Hospital del Cabildo Insular de Lanzarote (España).
Superficie del sistema: 240 m². Potencia instalada: 35kW
(Fuente: <http://es.krannich-solar.com/>)*



*Figura 19. Estructura soporte para el caso General de colocación de módulos fotovoltaicos.
(Fuente: <http://www.atersa.es/>)*



*Figura 20. Ejemplo de caso de colocación en Superposición de módulos fotovoltaicos en la cubierta de un colegio en Canarias (España).
Potencia instalada:60kW
(Fuente: <http://es.krannich-solar.com/>)*



*Figura 21. Detalle de colocación en Superposición de módulos fotovoltaicos en la cubierta de un colegio en Canarias (España).
(Fuente: <http://es.krannich-solar.com/>)*



*Figura 22. Ejemplo de caso de colocación en Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos en las marquesinas del Hotel ILUNION Málaga (antiguo Hotel Monte Málaga) en Málaga (España).
(Fuente: <http://aulagreencities.coamalaga.es/>)*



Figura 23. Ejemplo de caso de colocación en Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos en la fachada y pérgola del edificio aulario del campus de la Universidad de Jaén (España). (Fuente: <https://www.researchgate.net>)

Las posibilidades de integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos en los edificios²¹ dependen principalmente de la planificación y el conocimiento de estas soluciones en fase de proyecto por arquitectos y diseñadores a la hora de acometer los elementos constructivos que los integran, sustituyendo materiales que los forman por los módulos fotovoltaicos.

En palabras de Nuria Martín Chivelet, Profesora y Tutora de este Trabajo Final de Máster: “La integración de la energía solar fotovoltaica en edificios²² juega un papel importante en el reemplazo de las fuentes de energía convencionales, ya que presenta grandes ventajas frente a la instalación sobre suelo. En primer lugar, se ahorra terreno para la instalación: el tejado o la fachada mejor orientados del edificio hacen de soporte para los paneles. La integración arquitectónica también ahorra material constructivo: tejas, vidrios, materiales de fachada, etc. Además, se genera la electricidad en el mismo sitio en el que se consume, lo que ahorra pérdidas adicionales de conducción y distribución de la energía eléctrica”.

Algunos ejemplos de integración en edificios²³:

3.1. Integración en cubiertas.

Suele ser la zona con mayor superficie disponible y que permite colocar los módulos fotovoltaico con mejores resultados de generación de energía por la ausencia de sombras. Se utilizan las placas fotovoltaicas como acabado según su forma (inclinada, plana, curvada) y funcionalidad (lucernario).

Se hace necesario un estudio del emplazamiento disponible en superficie para ubicar los módulos, su orientación y las posibles sombras del entorno para conseguir un generador óptimo y eficiente. La cubierta puede soportar cargas mecánicas estáticas y dinámicas debido al viento y la nieve, por lo que deben calcularse en fase de diseño.

Los lucernarios son superficies translúcidas que permiten el aporte de luz natural a los edificios, con el consiguiente ahorro energético que supone. Los fabricantes están

²¹ IGLESIAS PLACED, C. (2013). Artículo “La integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos para la captación de energía solar”. Greencities & Sostenibilidad. Disponible en: [http://aulagreencities.coamalaga.es/wp-content/uploads/2014/06/9.-Greencities2013-Comunicaciones - Integraci%C3%B3n-arquitectonica-de-los-sistemas-fotovoltaicos.pdf](http://aulagreencities.coamalaga.es/wp-content/uploads/2014/06/9.-Greencities2013-Comunicaciones_-_Integraci%C3%B3n-arquitectonica-de-los-sistemas-fotovoltaicos.pdf)

²² MARTÍN CHIVELET, N. (2011). “Integración de la energía fotovoltaica en edificios”. AMV Ediciones.

²³ “Guía de integración solar fotovoltaica” (2009). Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid & Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pages/publicaciones/libros-y-guias-tecnicas.php>

comercializando el llamado vidrio solar²⁴, que consiste en ubicar las células de silicio cristalino del módulo dentro de un vidrio convencional, o bien encapsulando láminas de silicio amorfo (a-SI) en los vidrios que permiten un mejor acabado estético.

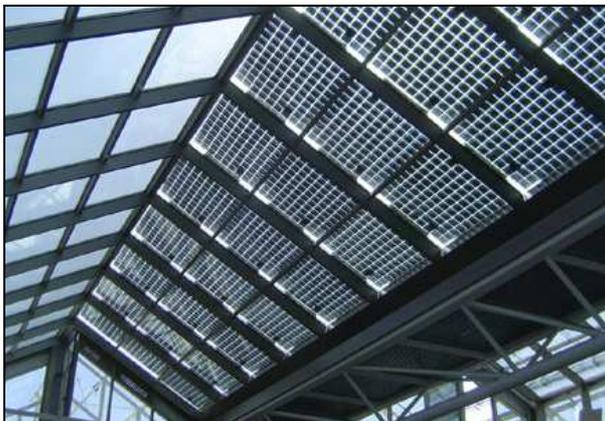


Figura 24. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta inclinada a modo de lucernario con vidrio solar formado por módulos fotovoltaicos de células de silicio cristalino encapsulado en vidrio.
(Fuente: <http://biblog.etsit.upm.es/>)



Figura 25. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta plana ovalada de módulos de vidrio solar fotovoltaico del fabricante del fabricante ONYX SOLAR. Hotel de la cadena Marriott en Imperial Beach, California. (EEUU)
(Fuente: <http://www.inventsrl.it/>)

Para las cubiertas de formas irregulares, una excelente opción son las llamadas tejas solares, que consisten en módulos fotovoltaicos de dimensiones reducidas y por tanto se adaptan mejor a los tejados inclinados o curvos, integrándose mejor en la estética y el diseño del edificio. Como inconveniente, estas tejas tienen peor durabilidad y son más frágiles que las tradicionales, además de reducir la eficiencia del generador por no respetar los ángulos óptimos de incidencia de la radiación solar.

²⁴ El fabricante Onyx Solar Energy S.L. comercializa vidrios solares con diferentes niveles de transparencia y acabados de color. Disponible en : <http://www.onyxsolar.com/es>



Figura 26. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta inclinada de módulos fotovoltaicos en silicio cristalino hexagonales del fabricante ONYX SOLAR. Pirámide de la Ciencia en Denver, Colorado (EEUU). (Fuente: <https://edificacionsostenible.wordpress.com>)



Figura 27. Ejemplo de Integración arquitectónica en cubierta inclinada de módulos de tejas fotovoltaicas del fabricante italiano INVENT, S.R.L. (Fuente: <http://www.inventsr.it/>)

3.2. Integración en fachadas.

Las fachadas de los edificios son superficies que pueden ser aprovechadas para alojar el generador fotovoltaico, pero con peores resultados que las cubiertas debido al sombreado que se suele producir por otros edificios cercanos. Las soluciones arquitectónicas se hacen compatibles con las funciones estructurales, térmicas y de impermeabilización.

En este sentido, los llamados muros cortina son ampliamente utilizados en los edificios, ya que proporcionan una atractiva solución al cerramiento, protege de las inclemencias y dejan pasar fácilmente la luz natural, ya que se ejecutan en vidrio autoportante. Para este tipo de fachadas el vidrio solar puede sustituir al tradicional, proporcionando al edificio la doble función constructiva y generadora de energía, sin romper la estética final .

Los generadores fotovoltaicos también pueden adaptarse para constituir las fachadas ventiladas, que se suelen utilizar en cerramientos con menos superficie acristalada que los muros cortina, y consisten en cubrir el exterior del edificio con la hoja dotada no estanca y fijada a la hoja interior (dotada de aislamiento térmico y resistente a las cargas) con una estructura metálica, de manera que deja pasar el aire, evitando condensaciones de humedad.



Figura 28. Ejemplo de Integración arquitectónica en fachada muro cortina con módulos de vidrio fotovoltaicos del fabricante ONYX SOLAR. Centro Pfizer-Universidad de Granada-Junta de Andalucía de Genómica e Investigación Oncológica (GENYO), Granada. (Fuente: <https://edificacionsostenible.wordpress.com>)

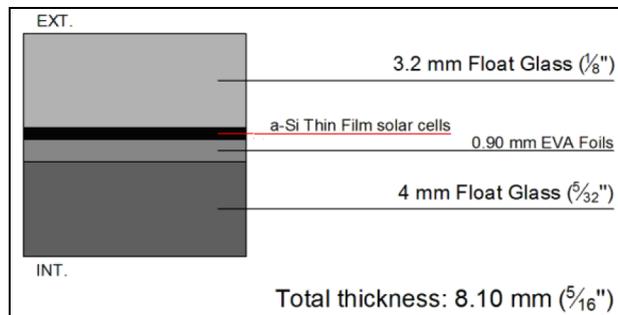


Figura 29. Detalle del módulo de vidrio solar fotovoltaico fabricante ONYX SOLAR. Dos hojas de vidrio templado (Float Glass) encapsulan una lámina de silicio amorfo separado por una hoja de etilvinilacetato (EVA) (Fuente: <http://www.onyxsolar.com>)



Figura 30. Ejemplo de Integración arquitectónica en fachada ventilada con módulos fotovoltaicos del fabricante STOVENEC. Escalera de un edificio en la Universidad de Erfurt. (Alemania). (Fuente: <http://www.sto.de/>)

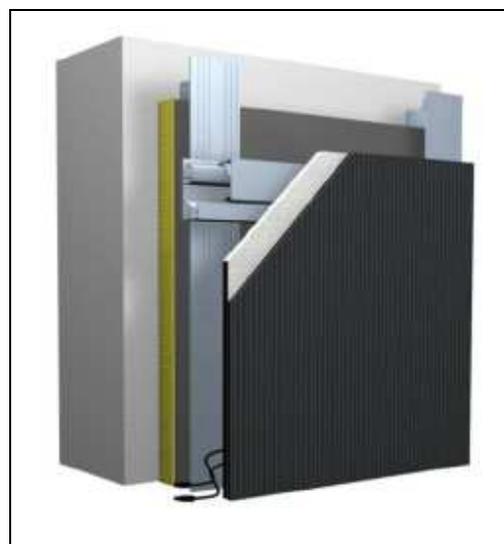


Figura 31. Detalle del módulo fotovoltaico StoVentec ARTline del fabricante STOVENEC con rendimientos de 45 - 75 kWh/m². (Fuente: <http://www.sto.es/>)

3.3. Integración en huecos y mobiliario urbano.

Las ventanas y resto de huecos de las fachadas, si se cierran con vidrios fotovoltaico formarán un generador integrado en el edificio, además se pueden proteger del sol mediante parasoles o lamas dotadas de módulos fotovoltaicos, con la ventaja que éstas se pueden adaptar con la inclinación óptima para captación de las radiaciones del Sol.



Figura 32. Ejemplo de Integración arquitectónica en fachada con parasol fotovoltaico del fabricante KAWNEER.. (Fuente: <http://www.kawneer.com/>)



Figura 33. Detalle del el parasol fotovoltaico AA1462 fabricante KAWNEER. Se trata de una estructura de aluminio que soporta los módulos BP Solar de células policristalinas 60 con un rendimiento del 13,8 % y un ratio de potencia de 43W/m² (Fuente: <http://www.kawneer.com/>)

Un aprovechamiento extra de superficies las cubiertas de los aparcamientos, marquesinas y pérgolas que, aunque no formen parte propiamente de los edificios, son elementos constructivos urbanos que se tienen en grandes superficies exteriores como los centros comerciales. En este caso, cualquier módulo fotovoltaico convencional puede adaptarse para este uso, ya que no requieren exigencias resistentes o funcionales distintas a las que venían utilizando como generador., lo que no exime de tratar de integrar al elemento la estética y la adecuada conservación que requiere.

Se muestran en las figuras siguientes ejemplos de una buena y mala integración arquitectónica; ambas situadas en la capital de mi provincia, Málaga.

La mala: se trata de unas pérgolas situadas en el paseo marítimo dotadas de módulos fotovoltaicos que, sin más, se han instalado sobre una estructura metálica sobre pilares de hormigón, destacando el inadecuado mantenimiento de los módulos, llenos de salitre y herrumbre de la estructura, además del pésimo estado de los carteles informativos que casi son ilegibles. Esta instalación se engloba dentro del programa de

ciudad inteligente Smartcity Málaga²⁵, promovida por Endesa, ganadora en el Living Labs Global Award 2012²⁶, y que busca en palabras de sus promotores “ [...] la búsqueda de la sostenibilidad y eficiencia energética, así como la presentación de Málaga como un Urban Lab en el que la aceleración de nuevas empresas y la atracción de I+D+i”.



Figura 34. Ejemplo de mala integración arquitectónica en pérgola fotovoltaica subvencionada por el programa Málaga Smart City. Paseo Marítimo, cerca de la Avenida de los Guindos, Málaga (Fuente: propia)



Figura 35. Detalle del pésimo estado de conservación del cartel informativo del programa Málaga Smart City. Paseo Marítimo, cerca de la Avenida de los Guindos, Málaga (Fuente: propia)

La buena: se trata de unas pérgolas situadas en el centro comercial de la multinacional IKEA cerca del aeropuerto de Málaga. En este caso se ha diseñado una estructura metálica de acero galvanizado para este uso a dos aguas, que alberga 12 placas fotovoltaicas, y se repite en toda superficie del aparcamiento.

Otro ejemplo de excelente integración de los módulos fotovoltaicos en los edificios y su entorno se encuentra en el Parque Científico-Tecnológico GEOLIT en Menjívar (Jaén). Se han instalado los módulos fotovoltaicos en las pérgolas de los aparcamientos y las zonas verdes se han dotado de estructuras que simulan árboles que en sus ramas instalan los módulos fotovoltaicos.

²⁵ ESMARTCITY. Diario digital. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/articulos/smart-city-malaga-eficiencia-energetica-y-laboratorio-urbano>

²⁶ EL ECONOMISTA. Diario digital. Disponible en: <http://www.economista.es/empresas-finanzas/noticias/3947378/05/12/La-ciudad-inteligente-Smartcity-Malaga-promovida-por-Endesa-ganadora-en-el-Living-Labs-Global-Award-2012.html>



Figura 36. Ejemplo de buena integración arquitectónica en pérgola fotovoltaica promovida por el proyecto *IKEA renovable*²⁷. Aparcamientos del centro comercial IKEA en Málaga
(Fuente: <http://www.jucarsl.com/>)



Figura 37. Detalle de la pérgola fotovoltaica, realizada por la empresa jiennense JUCAR instalaciones. Aparcamientos del centro comercial IKEA en Málaga
(Fuente: <http://www.jucarsl.com/>)



Figura 38. Ejemplo de buena integración arquitectónica en zonas verdes, simulando un árbol fotovoltaico. Parque Científico-Tecnológico GEOLIT en Menjívar (Jaén)
(Fuente: <http://geolit.es/>)



Figura 39. Detalle de la pérgola fotovoltaica para aparcamientos, realizada por la empresa jiennense JUCAR instalaciones. Parque Científico-Tecnológico GEOLIT en Menjívar (Jaén)
(Fuente: <http://www.jucarsl.com/>)

²⁷ Disponible en:

http://www.ikea.com/ms/es_ES/about_ikea/our_responsibility/climate_change/ikea_goes_renewable.html

Capítulo 3. Programas de simulación. Generación de perfiles de consumo

1. Programa o Software de simulación

Uno de los objetivos principales de una instalación de generación fotovoltaica con autoconsumo es alcanzar satisfacer de forma plena las necesidades de energía, dependiendo del tipo de edificio y actividad a la que se dediquen: residencial, industrial, comercial etc., es lo que la Unión Europea⁶ denomina “edificios de consumo de energía casi cero”.

Se deberá estudiar los picos de energía eléctrica según los consumo diarios conformando los perfiles de consumo (Potencia – Hora), y compararlos con la potencia diaria de autogeneración fotovoltaica, es decir, el perfil de generación solar, y en caso de no cubrir las demandas instantáneas, instalar sistemas de acumulación que permitan almacenar los excedentes generados para alimentar a los receptores en las horas de baja o nula radiación solar. Considerando que cada mes y día los consumos y la generación de energía son variables, es necesario hacer uso de programas de simulación para comprobar el funcionamiento de la instalación en distintos escenarios.

El objetivo de la simulación será conocer los perfiles de generación de la instalación fotovoltaica en distintos periodos y contrastarlos con los perfiles de consumo, valorando los excedentes de energía para preveer el sistema de almacenamiento adecuado para cubrir la demanda cuando no exista autoconsumo instantáneo.

Para realizar la simulación en el programa o software, se deben conocer previamente los siguientes datos de partida:

1. Demanda horaria de las cargas. Según las necesidades energéticas por hora de actividad, se traza una curva que los kWh / tiempo (horas), que se representa gráficamente con el *Perfil de consumo*. Para conocer este perfil se debe realizar un estudio de los hábitos de consumo por sector (residencial, comercio, restauración, etc.), o bien realizar mediciones de las demandas de los receptores si se dispone de la instalación eléctrica definitiva.

2. Situación y espacios para los módulos fotovoltaicos. La radiación solar global media diaria anual que incida en la instalación dependerá de la zona geográfica y climática en la que se encuentre el edificio, orientación e inclinación de los módulos, además de las superficies disponibles para instalarlos (fachadas, cubiertas, alfeizares, etc.) y las posibles sombras que puedan proyectar los obstáculos cercanos.

3. *Componentes de la instalación.* Características técnicas de los módulos fotovoltaicos, inversor, baterías, etc. Los programas suelen incluir una base de datos con los componentes para realizar la simulación.

Existen programas de simulación para el diseño de instalaciones fotovoltaicas muy potentes, aunque la mayoría no son gratuitas, por ser comercializados por entidades privadas. Las principales son:

- **PV-Syst**²⁸. Es el software que se ha utilizado para los cálculos de este TFM.

Este programa comercializado por la empresa PVsyst S.A. ubicada en Ginebra (Suiza), permite dimensionar y simular el comportamiento de una instalación fotovoltaica completa, pudiendo introducir el perfil de consumo predefinido según el tipo de actividad, o bien personalizarlo según las horas de demanda. La interfaz para introducir los espacios para los módulos en integración arquitectónica es mejorable, pues no permite el uso de programas de CAD para trabajar directamente con planos y por tanto se hace necesario el estudio de cada zona individualmente, para más tarde sumar los aportes de cada zona de integración arquitectónica de los módulos, como es el caso de este TFM, que trata de simular la generación haciendo uso de la superficie de las fachadas del edificio.

Se puede particularizar el dimensionado para distintos tipos de finalidad de la instalación (bombeo de agua, residencial, etc) y tipos de conexión a red o aislada, pero no específicamente para un uso de autoconsumo.

Dispone de una amplia base de datos de módulos, inversores, etc., clasificados por fabricante y fechas de comercialización, y a medida que se seleccionan los componentes saltan alarmas para indicar si se está diseñando de forma adecuada la instalación.

El informe final de dimensionado muestra la distribución de las energías generadas y consumidas a lo largo de un año de funcionamiento, principalmente:

- Energía total producida por el generador fotovoltaico en MWh/año.
- El Performance Ratio PR (%), indicador del rendimiento de la instalación.
- La energía específica en kWh/kWp como indicador de la producción en base a la radiación solar global media diaria anual.
- Balance de energías perdidas en el proceso (conversión, módulos, inversor, etc).
- Estimación del balance económico de la instalación fotovoltaica, analizando los costes y beneficios al inyectar energía a la red eléctrica.

En el caso de evaluar una instalación con autoconsumo, no permite la simulación con almacenamiento y conexión a red eléctrica, por lo que no se puede evaluar el uso de

²⁸ Disponible en descarga de prueba con limitaciones de uso durante 30 días en : <http://www.pvsyst.com/>

las baterías; sin embargo, esta opción de almacenamiento si aparece en la simulación como instalación aislada de la red eléctrica.

- **PV*Sol**²⁹.

Programa para la simulación fotovoltaica similar al PVsist comercializado por la empresa alemana Valentin Software GmbH. Lamentablemente no tiene versión de prueba, por lo que no se puede valorar su funcionamiento.

- **SAM (System Advisor Model)**³⁰.

Programa desarrollado por el National Renewable Energy Laboratory (NREL) junto con el Sandia National Laboratories, y el Departamento de energía de EEUU (DOE). Es un software libre y gratuito de simulación de distintas energías renovables (Solar fotovoltaica y térmica, eólica, geotérmica, etc.) en una misma instalación.

El funcionamiento de la aplicación es muy similar al PVsyst, pero no permite introducir los perfiles de consumo manualmente, si no que están preestablecidos según el tipo de actividad del edificio (residencial o comercial), esta es la razón por la que no se ha podido utilizar para los cálculos de este TFM, ya que los perfiles estudiados son para usos muy concretos, como se verá.

- **HOMER Legacy**³¹.

Es una aplicación desarrollada como SAM por el National Renewable Energy Laboratory (NREL). Permite el diseño y la simulación de instalaciones fotovoltaicas aisladas o conectadas a red eléctrica. No se ha utilizado para este TFM, por lo que no se puede valorar su funcionamiento.

- **Sunny Design Web**³².

Es una herramienta de simulación en online desarrollada por la empresa fabricante de equipos para instalaciones fotovoltaicas SMA Solar Technology AG. Permite diseñar la instalación fotovoltaica con la opción de autoconsumo o con inyección a la red eléctrica.

²⁹ Disponible en descarga previa compra en : <http://www.valentin-software.com/>

³⁰ Disponible en descarga libre y gratuita en : <https://sam.nrel.gov/>

³¹ Disponible en descarga libre y gratuita (pero no la ayuda para usarlo) para estudiantes y entidades sin ánimo de lucro en: <http://www.homerenergy.com/>

³² Disponible en: <http://www.sunnydesignweb.com/>

Permite seleccionar entre perfiles prediseñados de consumo industrial, comercial o vivienda privada, pero no está habilitado la personalización de los consumos, por lo que no se adapta al objetivo de este Trabajo. A pesar de esto, esta parte del programa es muy completa para un uso residencial, ya que da la opción de añadir equipos consumidores eléctricos adicionales al perfil de carga según los usos habituales como calefacción y ACS.

2. Generación de perfiles de consumo

El perfil de consumo de energía eléctrica diario de una actividad se obtiene contabilizando el uso de los aparatos que demandan energía para cada hora de funcionamiento, con lo que se traza un gráfico Potencia demandada (kW) por tiempo (hora). Esta demanda es variable a lo largo del tiempo, y depende de factores como la estacionalidad (verano o invierno), actividad laboral u ocupacional, climatología (temperatura), hábitos de consumo, etc.; con lo que se puede prever una tendencia a medio y largo plazo.

El estudio de demandas del sistema eléctrico español³³ está delegado en la empresa Red Eléctrica de España (REE) como operador del sistema, mediante el Sistema de Información de Medidas Eléctricas (SIMEL), que es un sistema inteligente de medidas de los contadores de energía instalados en España, desde grandes industrias a pequeños consumidores³⁴.

Para los casos de estudio de este TFM, se han obtenido los perfiles de consumo del Atlas de la demanda eléctrica española publicado por REE³⁵, que da a conocer el resultado del Proyecto INDEL, mediante el que se obtuvo los modelos de consumo mediante mediciones directas en 2.500 contadores cada sector: residencial, industrial y servicios.

Los perfiles del Proyecto INDEL se han extrapolado la potencia instalada a tres edificios pertenecientes a al sector servicios: supermercado, restaurante y hotel, y por último, se han ubicado en Sevilla y Paris para las simulaciones en software PV-Syst .

³³ Artículo 30.2 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, entre las funciones del operador del sistema está “la responsabilidad del sistema de medidas del sistema eléctrico nacional, debiendo velar por su buen funcionamiento y correcta gestión y ejerciendo las funciones de encargado de lectura de los puntos frontera que reglamentariamente se establezcan”.

³⁴ Disponible en: <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/medidas-electricas>

³⁵ RODRIGUEZ VILLAGARCIA, C. & OTROS (1998). “Atlas de la demanda eléctrica Española. Proyecto INDEL” Red Eléctrica de España, S.A. Disponible en: http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/atlas_indel_ree.pdf

Como origen para obtener los datos de los edificios y potencia instalada, se han utilizado tres Proyectos Finales de Carrera de Ingeniería Industrial pertenecientes a la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza (España), disponibles a través su repositorio web.³⁶

Los perfiles de consumo utilizados se describen a continuación, según las referencias del Atlas de la demanda eléctrica española.

2.1. Perfil de consumo del sector comercial alimentación.

Los establecimientos de alimentación (supermercados e hipermercados) suponen el 20% del total del consumo eléctrico del sector comercial español.

El perfil de consumo crece a partir de las 4 de la madrugada hasta alcanzar su primer máximo a las 6 de la mañana, siendo las puntas de consumo entre las 9 y 14 horas y las 17 horas, quedando estable hasta la hora de cierre sobre las 21 horas.

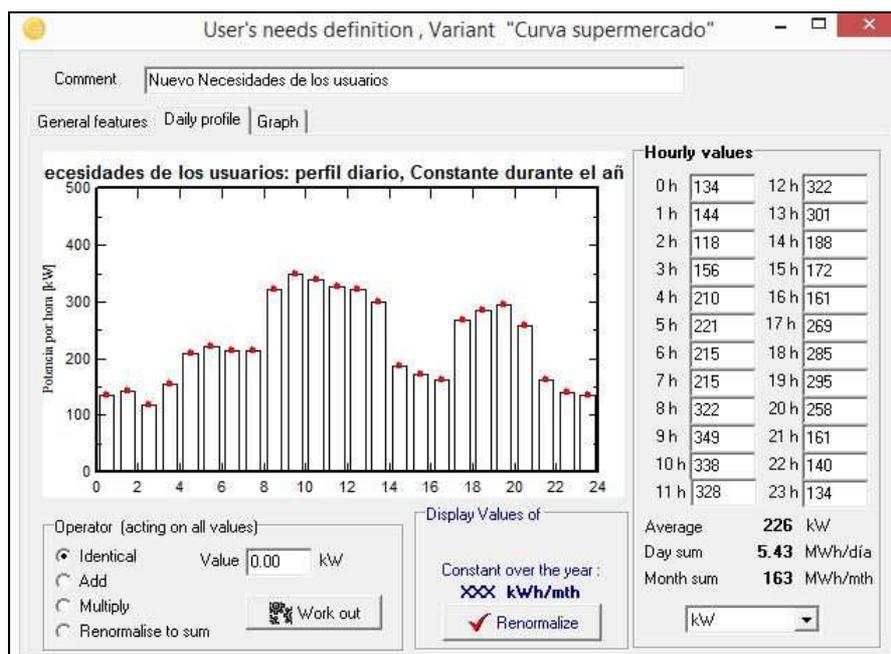


Figura 40. Captura de pantalla del PV syst para modelo de perfil de consumo del supermercado para la simulación. (Fuente: Elaboración propia)

La mayor parte de los equipos empleados para la climatización son de tipo todo aire centralizado en unidades partidas o rooftop, con funcionamiento ininterrumpido en

³⁶ Disponible en: <https://zagan.unizar.es>

horario comercial, ya que se utilizan a la vez como ventilación. Las potencias superan los 12.000 W por unidad instalada.

El 96 % de los supermercados tienen equipos de frío industrial para la conservación y/o congelación de los alimentos. Predominan el uso de equipos autónomos, mientras que en los hipermercados son centralizados. La potencia media de una cámara frigorífica es de 1.700 W. El 66 % de los establecimientos mantienen funcionando los equipos de frío de forma ininterrumpida durante las 24 h.

La iluminación empleada en este sector es de tipo fluorescente con una potencia de 40 W por lámpara, el 29 % se conecta en horario comercial aunque se tenga luz natural.

2.2. Perfil de consumo del sector comercial restauración.

Los establecimientos dedicados a restauración (bares, restaurantes y cafeterías) tienen el mayor peso en el consumo en el sector comercial, suponiendo un 29% del total.

El 84 % de estos comercios los trabajan con un horario interrumpido. En día laborable de invierno consumen más energía a las 15 y a las 22 horas, coincidiendo con la comida y la cena.

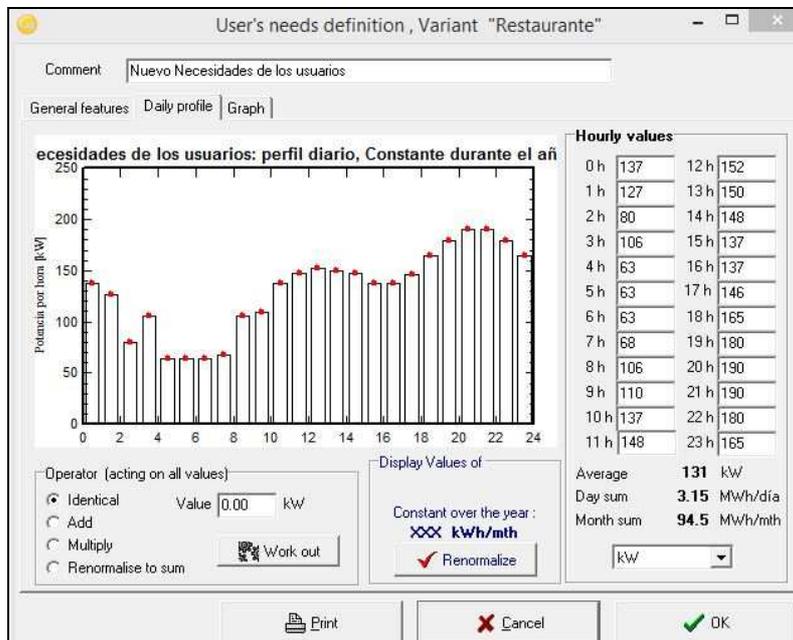


Figura 41. Captura de pantalla del PV syst para modelo de perfil de consumo del restaurante para la simulación. (Fuente: Elaboración propia)

El 33 % de los sistemas de climatización son eléctricos tipo splits para locales de menos de 100 m² y centralizados para los de mayor superficie. En la mayoría de los casos son equipos todo aire con bomba de calor para climatizar en verano (refrigeración) e invierno (calefacción). Los picos de consumo de estos sistemas coinciden con las horas de servicio para comidas y cenas, aunque el 30% de los establecimientos tienen funcionando el aire acondicionado desde las 11 horas, aumentando al 80% a partir de las 15 horas. La potencia media de estos aparatos es de 9.800 W.

Los equipos de frío que se utilizan principalmente son los botelleros, expositores refrigerados y arcones congeladores. En los grandes establecimientos instalan además cámaras frigoríficas. El horario de funcionamiento de estos aparatos es ininterrumpido y de forma homogénea. Las potencias varían según los volúmenes de los recintos, suelen estar sobre los 2.300 W por receptor.

El 90% de los establecimientos utilizan iluminación fluorescente, y el 70 % de las incandescentes han sido cambiadas a lámparas de bajo consumo. La potencia por unidad de lámpara de bajo consumo es de 30 W. En horario comercial se suele conectar al menos la mitad de iluminación durante el día, y el 95 % apaga totalmente las luces al cierre, quedando en funcionamiento el alumbrado de emergencia y luminosos exteriores.

2.3. Perfil de consumo del sector comercial residencial turístico.

Los establecimientos dedicados al sector residencial turístico (hoteles, apartamentos y hostales) tienen el 0,5 % del peso de la demanda eléctrica total frente al 6% del comercial.

La mayor parte de estos comercios los trabajan con un horario interrumpido en época de vacaciones. Las puntas de consumo suelen coincidir con las 9 horas, manteniéndose estable hasta la siguiente punta que se da a las 19 horas.

El 43 % de los sistemas de climatización son eléctricos del tipo individual por habitación en split o con fan-coil y centralizado en enfriadoras de agua. Permanecen conectados de forma permanente desde las 8 hasta las 22 horas. La potencia por unidad individual está entorno a los 1.600 W.

La iluminación instalada predomina el tipo fluorescente en las zonas comunes y lámparas de bajo consumo en las habitaciones. Su uso se compensa con la luz natural, por lo que las puntas de uso se dan al anochecer.

Muchos establecimientos tienen asociados locales para dar servicio de comidas como restaurante, por lo que los perfiles de consumo se suman en cómputo el global del edificio.

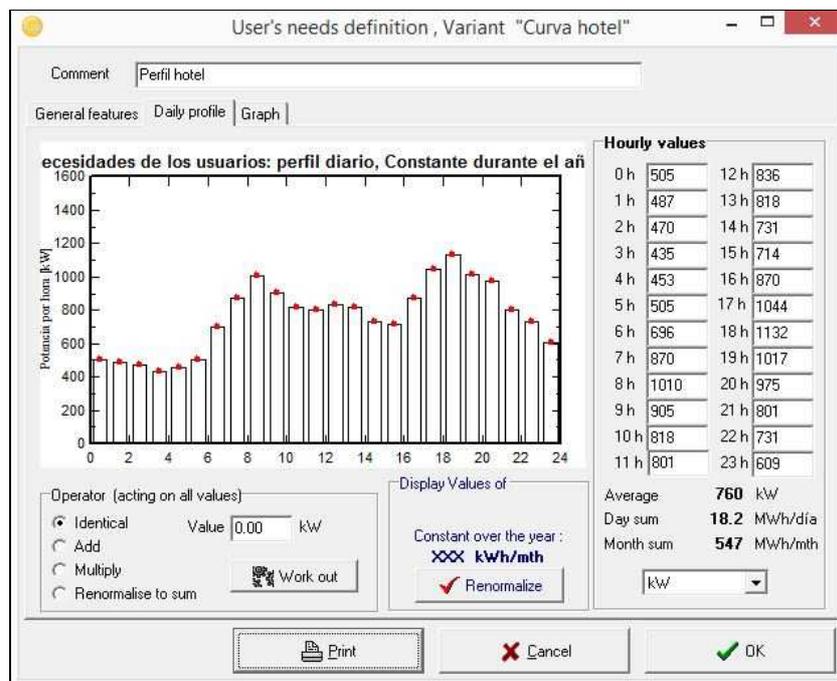


Figura 42. Captura de pantalla del PV syst para modelo de perfil de consumo del hotel para la simulación. (Fuente: Elaboración propia)

Capítulo 4. Aplicación a casos de estudio

Se realizará la simulación con PVsyst para distintos tipos de edificios y actividades, con la finalidad de valorar y comparar el grado o factor de autoconsumo instantáneo que se podría obtener en cada caso. Para ello se han considerado los siguientes supuestos:

- Se realiza la simulación para cada tipo de edificio en dos localidades diferentes: Málaga y Paris.
- Las fachadas disponibles para cada edificio serán la sur, este y oeste con módulos instalados a 90° con la horizontal, excepto en el restaurante que se suma una pérgola de aparcamiento en posición plana.
- La potencia pico instalada por el generador fotovoltaico depende de las superficies para cada edificio.
- Se simulan los perfiles considerando los generadores fotovoltaicos orientados a cada una de las fachadas disponibles, y corrigiendo los valores de hora solar y oficial para cada localidad.
- El módulo fotovoltaico empleado para todos los casos de estudio es Atersa modelo A150M de Si-mono con 150 Wp. Se adjunta su ficha técnica en el Apéndice.
- Las siguientes ecuaciones y el esquema definen los balances eléctricos del sistema³⁷:
 - Respecto a la generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde $E_{pv,load}$, $E_{pv,bat}$ y $E_{pv,grid}$ son la energía fotovoltaica que alimenta directamente a las cargas, la almacenada en las baterías y la entregada a la red eléctrica respectivamente.

³⁷ CAAMAÑO MARTÍN, E. C. & OTROS (2010). “Autoconsumo de energía solar fotovoltaica con gestión activa de la demanda: el sistema GEDELOS-FV” V Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES), Cuzco (Méjico).

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2)$$

donde $E_{pv,bat}$, es la energía fotovoltaica almacenada en las baterías, $E_{bat,load}$ es la energía extraída de la batería y entregada a las cargas $E_{bat}(SoC)$ es el estado de carga de la batería al final del periodo de tiempo analizado (SoC en sus siglas inglesas) y $E_{bat}(SoC,0)$ es el estado de carga de la batería al comienzo de dicho periodo.

Indicar que en las simulaciones se ha presentado un escenario con conexión directa a la red eléctrica sin almacenamiento en baterías, debido a que la potencia instalada de las cargas y la superficie disponible para el generador fotovoltaico impide en la mayoría de los estados de funcionamiento un almacenamiento nulo.

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde $E_{grid,in}$, es la electricidad importada de la red.

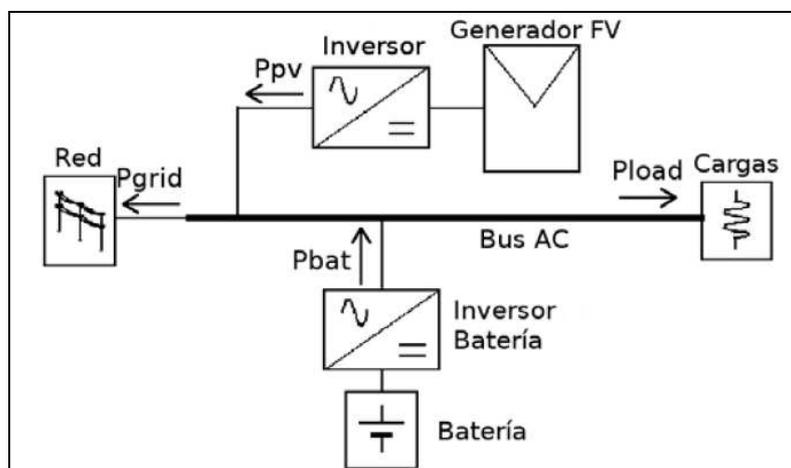


Figura 43. Sistema de abastecimiento de energía eléctrica de un edificio con autoconsumo fotovoltaico. (Fuente: CAAMAÑO MARTÍN, E. C. & OTROS (2010). "Autoconsumo de energía solar fotovoltaica con gestión activa de la demanda: el sistema GEDELOS-FV" V Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES), Cuzco (Méjico).)

Con el objetivo de evaluar el balance de energía en los edificios, se define el factor de autoconsumo (ζ). Este factor indica el porcentaje de energía demandada que es abastecido por las fuentes locales, tanto directamente como indirectamente:

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

El rango de este factor está comprendido entre 0 y 1 ($\zeta \in [0,1]$), donde 0 significa que toda la energía demandada ha sido entregada por la red eléctrica, por ejemplo, un edificio sin generador fotovoltaico y 1 indica que toda la energía demandada ha sido entregada por fuentes locales, por ejemplo un sistema aislado.

1. Caso de estudio: Hipotético edificio con fachadas de igual superficie

Como caso general, con el fin de poder comparar y decidir qué fachada escoger como más óptima para instalar un generador fotovoltaico, se plantea el caso hipotético en que se tendría un edificio situado en Sevilla (España), dedicado al sector de alimentación (supermercado), con una superficie de fachadas verticales iguales, capaces de albergar un generador con una potencia pico instalada de 90 kWp.

A continuación se simulan en PVsys y se obtienen los datos de generación para un día medio del año.

Por último, se analizan los resultados según el perfil de consumo para esta actividad, considerando que la potencia pico demandada es 90 kWp y modelándola para su perfil de consumo tipo.

Norte	
	
Potencia instalada: 90 kW	Superficie fachada Sur: 478 m ² Nº total de módulos: 360 ud. Potencia global Nominal (STC): 84 kWp
Superficie de planta: 625 m ²	Superficie fachada Este: 478 m ² Nº total de módulos: 360 ud. Potencia global Nominal (STC): 84 kWp
Potencia específica: 0,144 kW/m ²	Superficie fachada Oeste: 478 m ² Nº total de módulos: 360 ud. Potencia global Nominal (STC): 84 kWp
Proyecto de referencia: Imagen de edificio con planta cuadrada. Disponible en: http://www.arquitecturayempresa.es/sites/default/files/content/torre_puig_plantas.jpg	

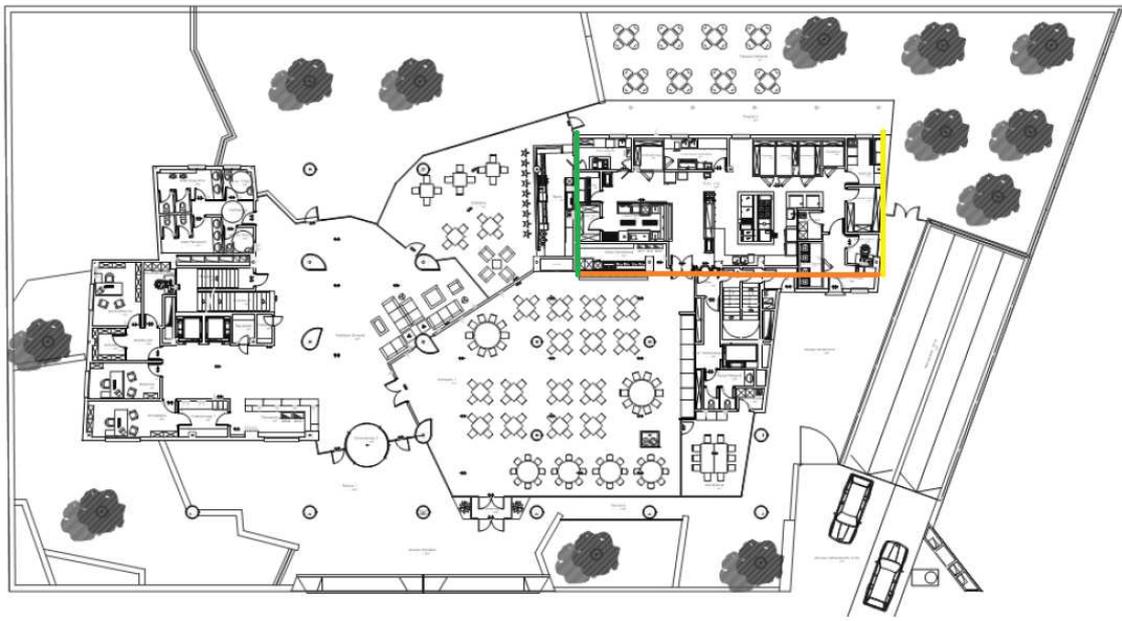
2. Caso de estudio: Supermercado

Norte	
Potencia instalada: 338 kW	Superficie fachada Sur: 390 m ² Nº total de módulos: 294 ud. Potencia global Nominal (STC): 44,1 kWp
Superficie de planta: 4.571 m ²	Superficie fachada Este: 260 m ² Nº total de módulos: 196 ud. Potencia global Nominal (STC): 29,4 kWp
Potencia específica: 0,074 kW/m ²	Superficie fachada Oeste: 260 m ² Nº total de módulos: 196 ud. Potencia global Nominal (STC): 29,4 kWp
Proyecto de referencia: HERRAMZ HERRANZ, J. (2011) "Instalación Eléctrica de un Supermercado". Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería y Arquitectura Zaragoza. Disponible en: http://zaguan.unizar.es/record/5850?ln=es	

3. Caso de estudio: Restaurante

Norte	
Potencia instalada: 190 kW	Superficie fachada Sur: 60 m ² Nº total de módulos: 45 ud. Potencia global Nominal (STC): 6,75 kWp
Superficie de planta: 120 m ²	Superficie fachada Este: 32 m ² Nº total de módulos: 24 ud. Potencia global Nominal (STC): 3,60 kWp
Potencia específica: 1,58 kW/m ²	Superficie fachada Oeste: 32 m ² Nº total de módulos: 24 ud. Potencia global Nominal (STC): 3,60 kWp
	Superficie parking: 61 m ² Nº total de módulos: 46 ud. Potencia global Nominal (STC): 6,90 kWp
Proyecto de referencia: GARCÍA ROMEA, J. (2013) “Instalación en B.T. de un Restaurante”. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería y Arquitectura Zaragoza. Disponible en: http://zaguan.unizar.es/record/11942?ln=es	

4. Caso de estudio: Hotel

	
Potencia instalada: 1.132 kW	Superficie fachada Sur: 816 m ² Nº total de módulos: 615 ud. Potencia global Nominal (STC): 92,30 kWp
Superficie de planta: 2.759 m ²	Superficie fachada Este: 360 m ² Nº total de módulos: 270 ud. Potencia global Nominal (STC): 40,50 kWp
Potencia específica: 0,41 kW/m ²	Superficie fachada Oeste: 360 m ² Nº total de módulos: 270 ud. Potencia global Nominal (STC): 40,50 kWp
Proyecto de referencia: ZABALA RUIZ, P. (2012) "Instalación Eléctrica de un Hotel de cuatro estrellas". Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería y Arquitectura Zaragoza. Disponible en: http://zagan.unizar.es/record/8809?ln=es	

5. Resultados

Se han simulado los casos de estudio para el día tipo 1 de octubre y se han obtenido los valores anuales de funcionamiento para los edificios por sector. Las fichas de resultados generadas por PVsyst se presentan en el Apéndice. Indicar al respecto que el software solo calcula una orientación en cada simulación, por lo que se hace necesario procesar los datos por fachada y sumarlos para obtener las potencias totales del edificio.

Hipotético edificio con fachadas de igual superficie

Resultados de simulación diario (medio anual)

Se considera que se tienen instalados 90 kWp de generador en cada fachada.

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	34,56
1	0,00	0,00	0,00	37,13
2	0,00	0,00	0,00	30,43
3	0,00	0,00	0,00	40,23
4	0,00	0,00	0,00	54,15
5	0,00	0,00	0,00	56,99
6	0,13	1,81	0,13	55,44
7	1,02	14,58	1,01	55,44
8	4,98	29,67	2,49	83,04
9	16,06	41,02	4,39	90,00
10	27,20	40,87	6,23	87,16
11	34,73	33,37	7,78	84,58
12	40,10	22,39	8,96	83,04
13	41,35	10,01	11,70	77,62
14	39,20	8,82	25,06	48,48
15	33,49	7,52	35,56	44,36
16	24,52	5,80	40,75	41,52
17	13,84	3,91	39,78	69,37
18	3,43	2,01	26,26	73,50
19	0,74	0,74	12,06	76,07
20	0,05	0,05	0,20	66,53
21	0,00	0,00	0,00	41,52
22	0,00	0,00	0,00	36,10
23	0,00	0,00	0,00	34,56
Total	280,84	222,59	222,37	1.401,83
Porcentaje	20,03%	15,88%	15,86%	51,78%

Tabla 4. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

Caso General: Se considera que se tienen instalados 90 kWp de generador fotovoltaico en cada fachada.

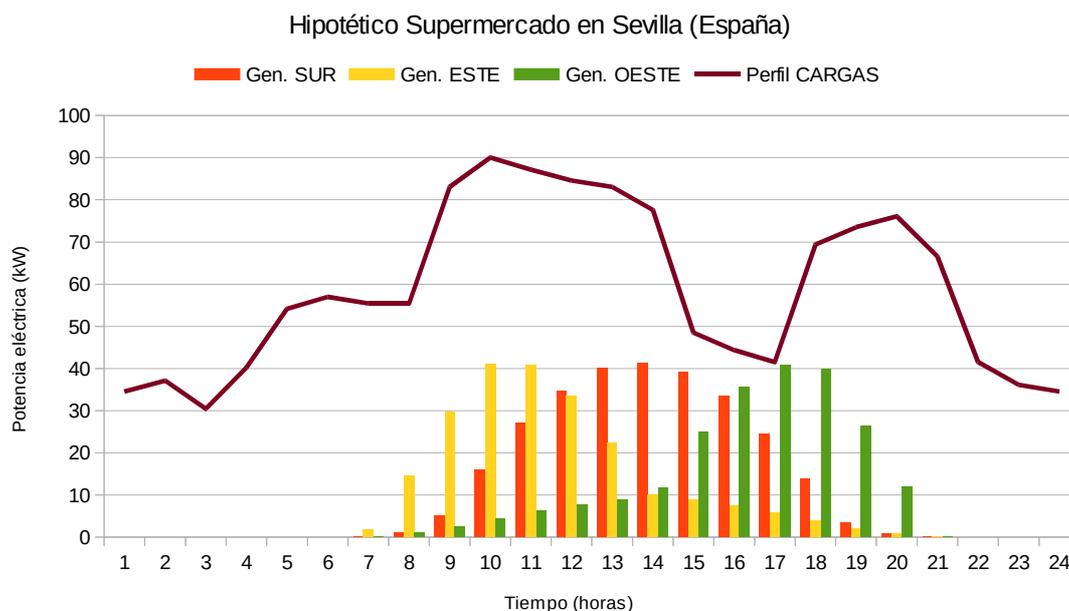


Figura 44. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 280,84 + 222,59 + 222,37 = 725,80 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 725,80 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grind,in} = E_{load} - E_{pv} = 1.401,83 - 725,80 = 676,03 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 676,03 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,518.$$

Caso Repartido: Se considera que se tienen instalados 90 kWp repartidos por igual en las tres fachadas, por lo que resultaría un generador de fotovoltaico de 30 kWp en cada una.

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	34,56
1	0,00	0,00	0,00	37,13
2	0,00	0,00	0,00	30,43
3	0,00	0,00	0,00	40,23
4	0,00	0,00	0,00	54,15
5	0,00	0,00	0,00	56,99
6	0,04	0,60	0,04	55,44
7	0,34	4,86	0,34	55,44
8	1,66	9,89	0,83	83,04
9	5,35	13,67	1,46	90,00
10	9,07	13,62	2,08	87,16
11	11,58	11,12	2,59	84,58
12	13,37	7,46	2,99	83,04
13	13,78	3,34	3,90	77,62
14	13,07	2,94	8,35	48,48
15	11,16	2,51	11,85	44,36
16	8,17	1,93	13,58	41,52
17	4,61	1,30	13,26	69,37
18	1,14	0,67	8,75	73,50
19	0,25	0,25	4,02	76,07
20	0,02	0,02	0,07	66,53
21	0,00	0,00	0,00	41,52
22	0,00	0,00	0,00	36,10
23	0,00	0,00	0,00	34,56
Total	93,61	74,20	74,12	1.401,83
Porcentaje	6,68%	5,29%	5,29%	17,26%

Tabla 5. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 30 kWp en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

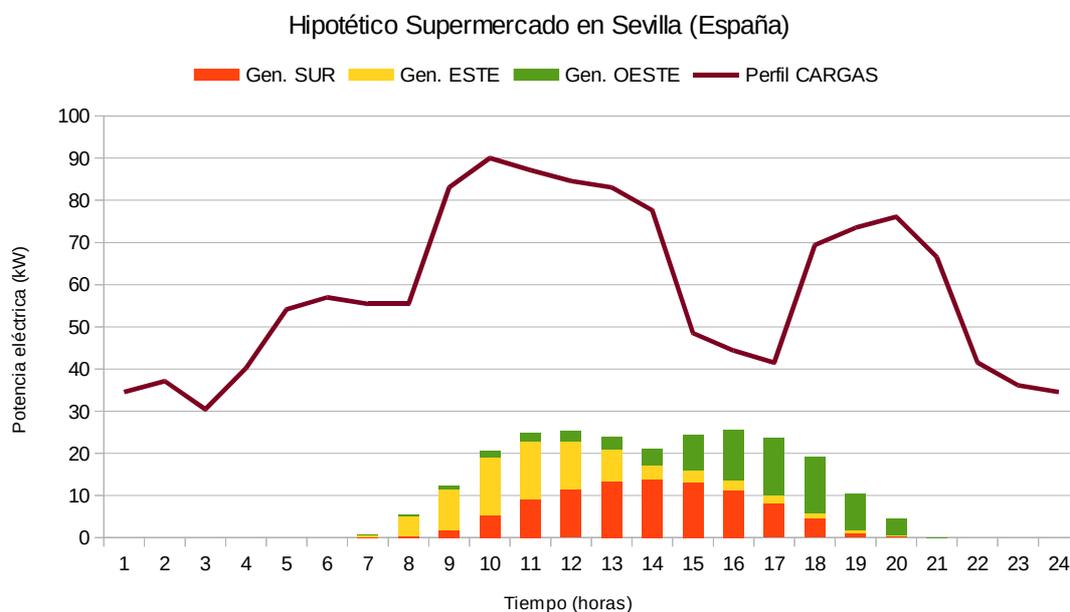


Figura 45. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada (30 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 93,61 + 74,20 + 74,12 = 241,93 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 241,93 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW}$;

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = E_{load} - E_{pv} = 1.401,83 - 241,93 = 1.159,90 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 1.159,90 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,1726.$$

Caso Sur: Se considera que se tienen instalados 90 kWp instalados en la fachada Sur, el resto de fachadas sin generación.

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	34,56
1	0,00	0,00	0,00	37,13
2	0,00	0,00	0,00	30,43
3	0,00	0,00	0,00	40,23
4	0,00	0,00	0,00	54,15
5	0,00	0,00	0,00	56,99
6	0,13	0,00	0,00	55,44
7	1,02	0,00	0,00	55,44
8	4,98	0,00	0,00	83,04
9	16,06	0,00	0,00	90,00
10	27,20	0,00	0,00	87,16
11	34,73	0,00	0,00	84,58
12	40,10	0,00	0,00	83,04
13	41,35	0,00	0,00	77,62
14	39,20	0,00	0,00	48,48
15	33,49	0,00	0,00	44,36
16	24,52	0,00	0,00	41,52
17	13,84	0,00	0,00	69,37
18	3,43	0,00	0,00	73,50
19	0,74	0,00	0,00	76,07
20	0,05	0,00	0,00	66,53
21	0,00	0,00	0,00	41,52
22	0,00	0,00	0,00	36,10
23	0,00	0,00	0,00	34,56
Total	280,84	0,00	0,00	1.401,83
Porcentaje	20,03%	0,00%	0,00%	20,03%

Tabla 6. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en la fachada Sur frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

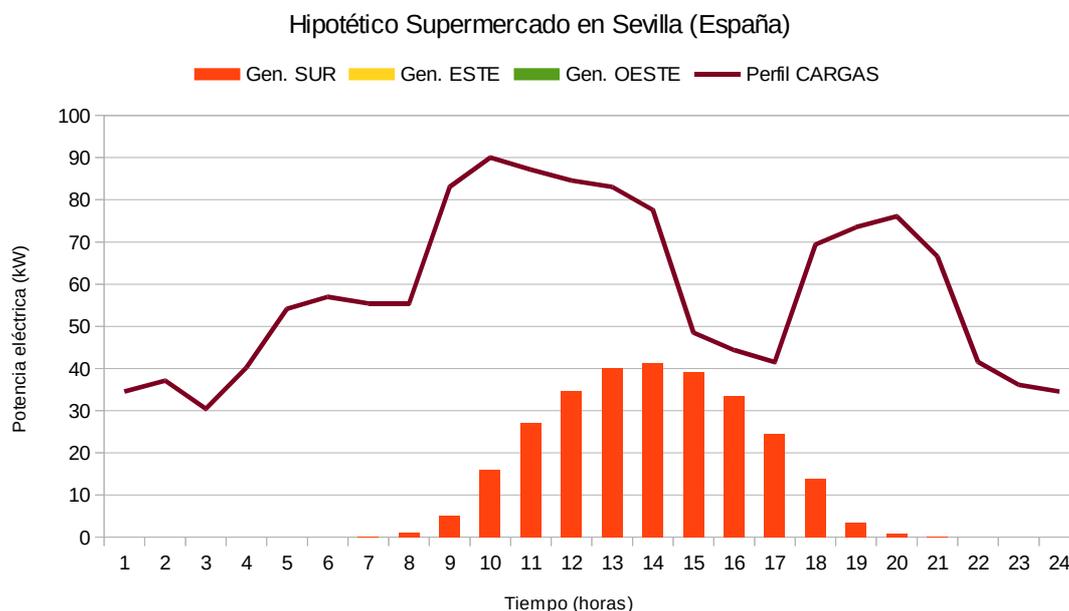


Figura 46. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en la fachada Sur (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 280,84 + 0,00 + 0,00 = 241,93 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 280,84 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías: Sin baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW}$
- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = E_{load} - E_{pv} = 1.401,83 - 280,84 = \text{kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 1.120,99 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,2003.$$

Caso Este: Se considera que se tienen instalados 90 kWp instalados en la fachada Este, el resto de fachadas sin generación.

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	34,56
1	0,00	0,00	0,00	37,13
2	0,00	0,00	0,00	30,43
3	0,00	0,00	0,00	40,23
4	0,00	0,00	0,00	54,15
5	0,00	0,00	0,00	56,99
6	0,00	1,81	0,00	55,44
7	0,00	14,58	0,00	55,44
8	0,00	29,67	0,00	83,04
9	0,00	41,02	0,00	90,00
10	0,00	40,87	0,00	87,16
11	0,00	33,37	0,00	84,58
12	0,00	22,39	0,00	83,04
13	0,00	10,01	0,00	77,62
14	0,00	8,82	0,00	48,48
15	0,00	7,52	0,00	44,36
16	0,00	5,80	0,00	41,52
17	0,00	3,91	0,00	69,37
18	0,00	2,01	0,00	73,50
19	0,00	0,74	0,00	76,07
20	0,00	0,05	0,00	66,53
21	0,00	0,00	0,00	41,52
22	0,00	0,00	0,00	36,10
23	0,00	0,00	0,00	34,56
Total	0,00	222,59	0,00	1.401,83
Porcentaje	0,00%	15,88%	0,00%	15,88%

Tabla 7. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en la fachada Este frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

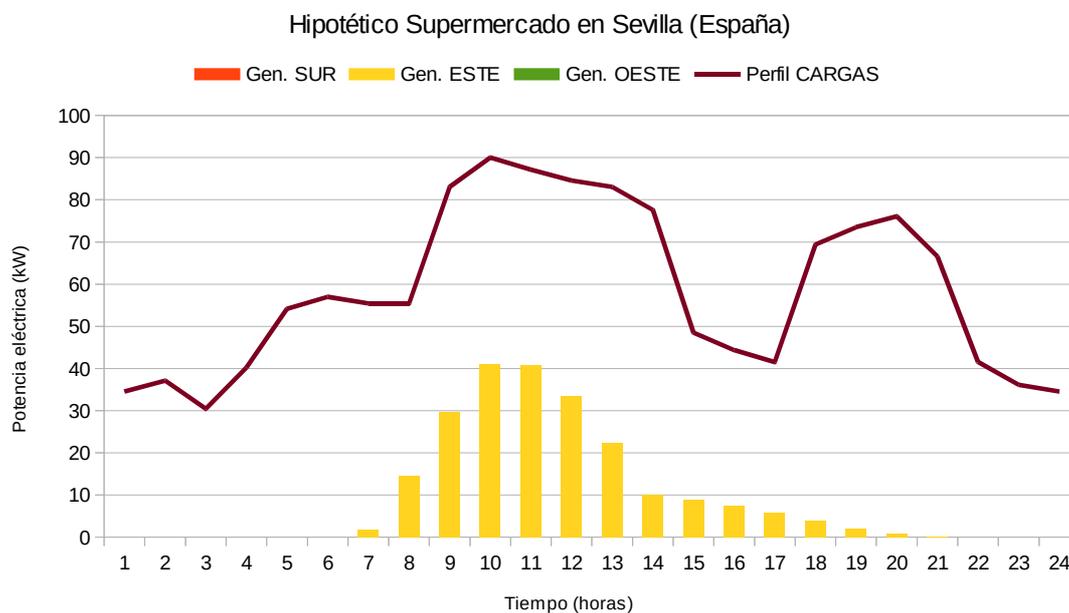


Figura 47. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en la fachada Este (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 0,00 + 222,95 + 0,00 = 222,95 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 222,95 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías: $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW}$
- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = E_{load} - E_{pv} = 1.401,83 - 222,95 = 1.179,19 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 1.179,19 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,1588.$$

Caso Oeste: Se considera que se tienen instalados 90 kWp instalados en la fachada Oeste, el resto de fachadas sin generación.

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	34,56
1	0,00	0,00	0,00	37,13
2	0,00	0,00	0,00	30,43
3	0,00	0,00	0,00	40,23
4	0,00	0,00	0,00	54,15
5	0,00	0,00	0,00	56,99
6	0,00	0,00	0,13	55,44
7	0,00	0,00	1,01	55,44
8	0,00	0,00	2,49	83,04
9	0,00	0,00	4,39	90,00
10	0,00	0,00	6,23	87,16
11	0,00	0,00	7,78	84,58
12	0,00	0,00	8,96	83,04
13	0,00	0,00	11,70	77,62
14	0,00	0,00	25,06	48,48
15	0,00	0,00	35,56	44,36
16	0,00	0,00	40,75	41,52
17	0,00	0,00	39,78	69,37
18	0,00	0,00	26,26	73,50
19	0,00	0,00	12,06	76,07
20	0,00	0,00	0,20	66,53
21	0,00	0,00	0,00	41,52
22	0,00	0,00	0,00	36,10
23	0,00	0,00	0,00	34,56
Total	0,00	0,00	222,37	1.401,83
Porcentaje	0,00%	0,00%	0,00%	15,88%

Tabla 8. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico con 90 kWp en la fachada Oeste frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

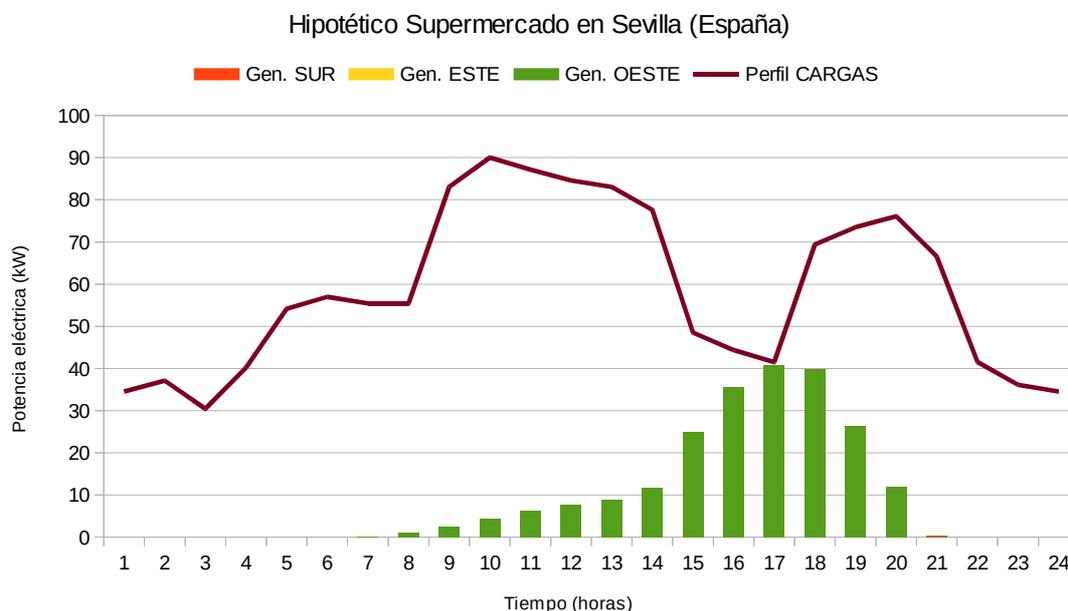


Figura 48. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en la fachada Oeste (90 kWp) frente a la demanda en la simulación de un hipotético Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 0,00 + 222,95 + 0,00 = 222,37 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 222,37 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías: $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW}$
- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = E_{load} - E_{pv} = 1.401,83 - 222,37 = 1.179,41 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 1.179,41 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,1588.$$

Se muestran en las siguientes figuras los perfiles de radiación del día de simulación (1 de octubre) para Paris y Sevilla, que condicionan el perfil de generación de cada fachada.

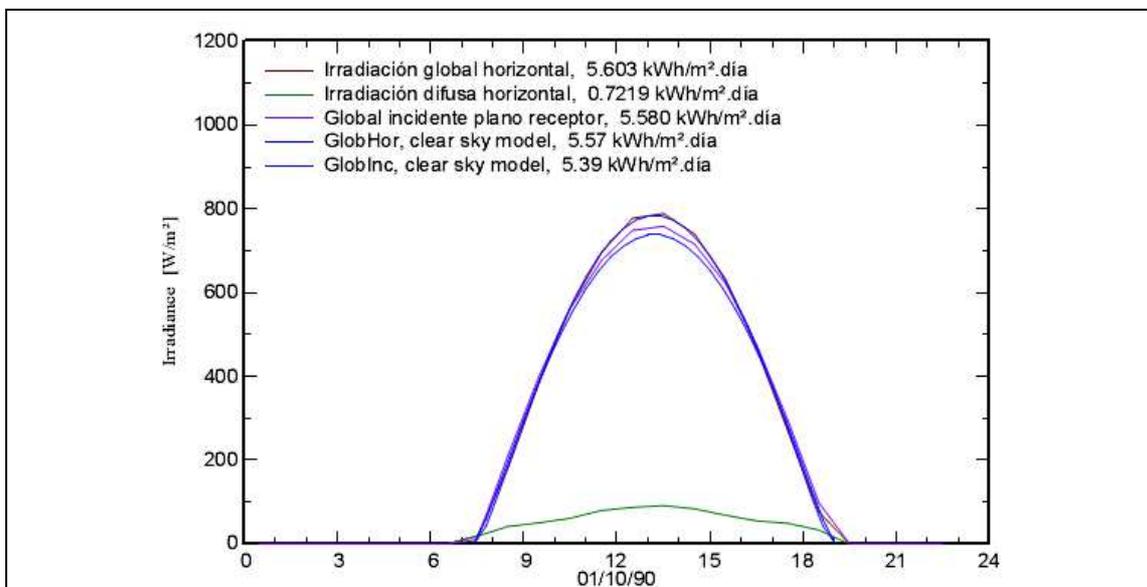


Figura 49. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación sur en Sevilla (España). Fuente: PVsyst.

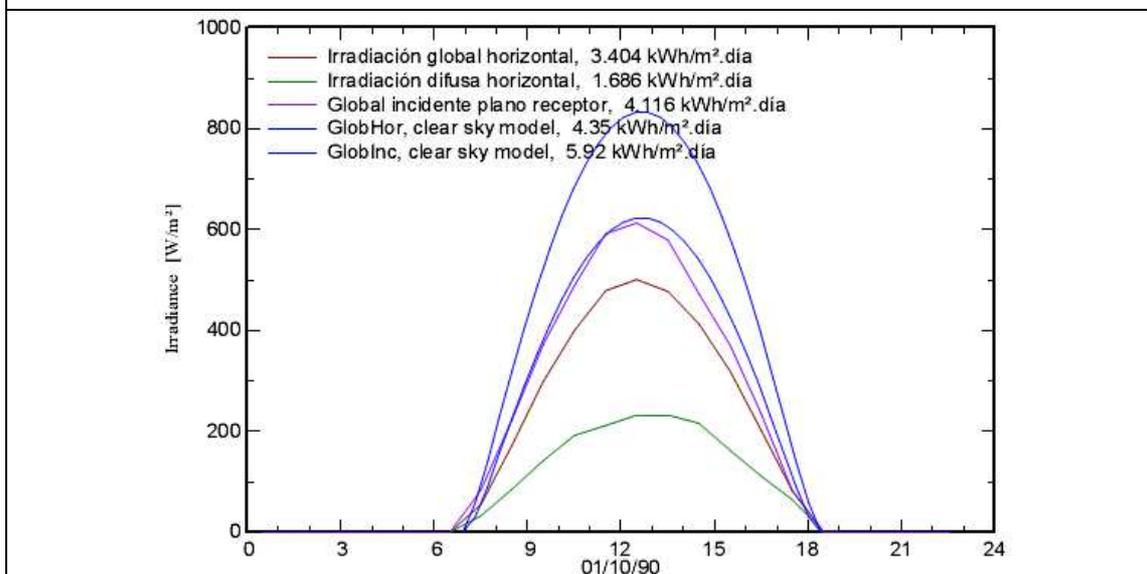


Figura 50. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación sur en París (Francia). Fuente: PVsyst.

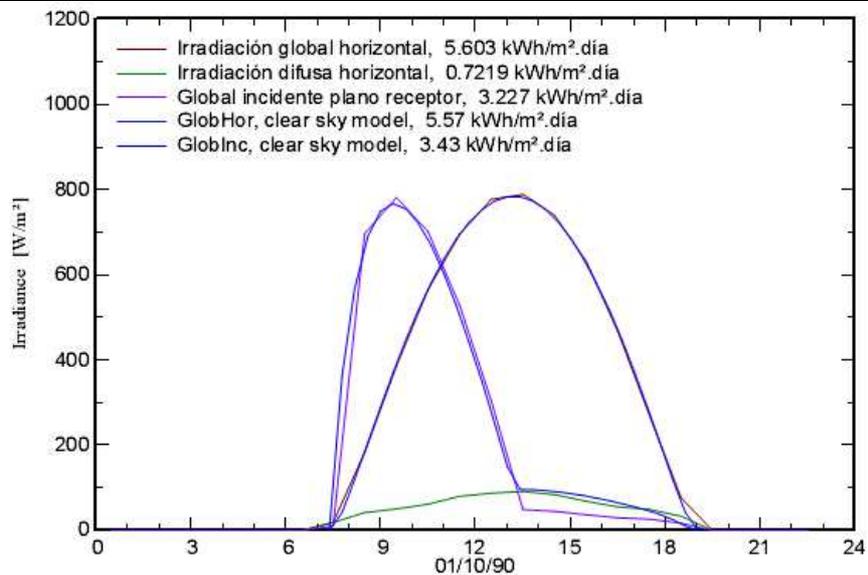


Figura 51. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación este en Sevilla (España). Fuente: PVsyst.

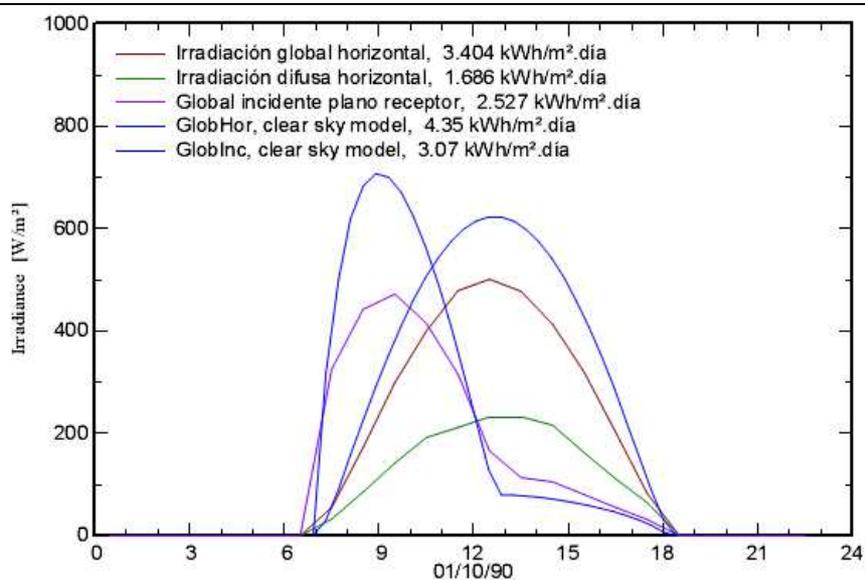


Figura 52. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación este en Paris (Francia). Fuente: PVsyst.

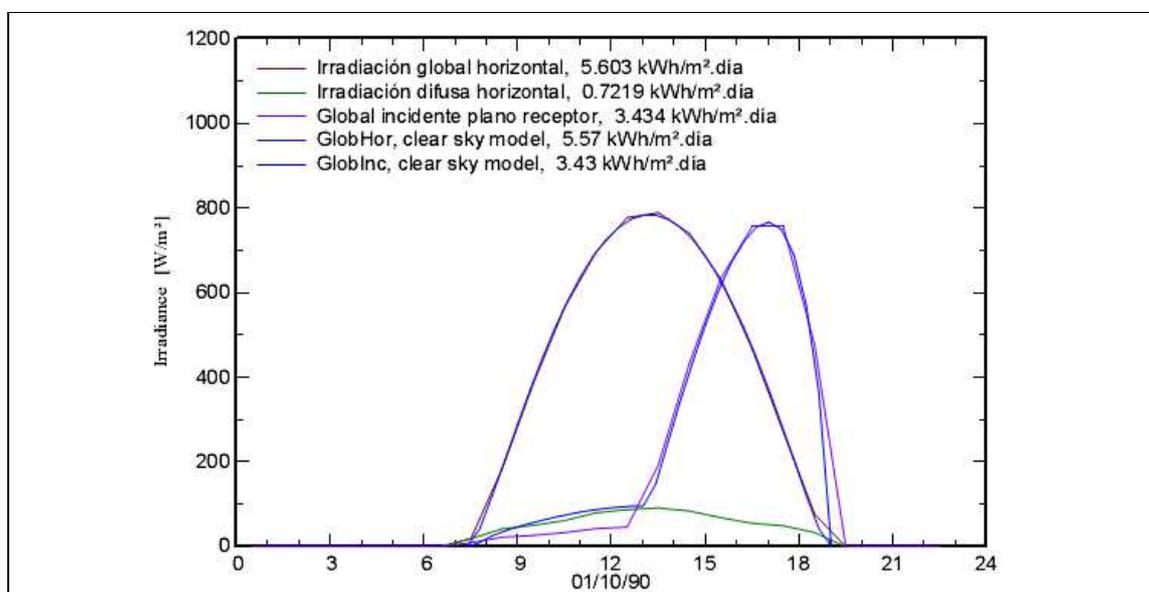


Figura 53. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación oeste en Sevilla (España). Fuente: PVsyst.

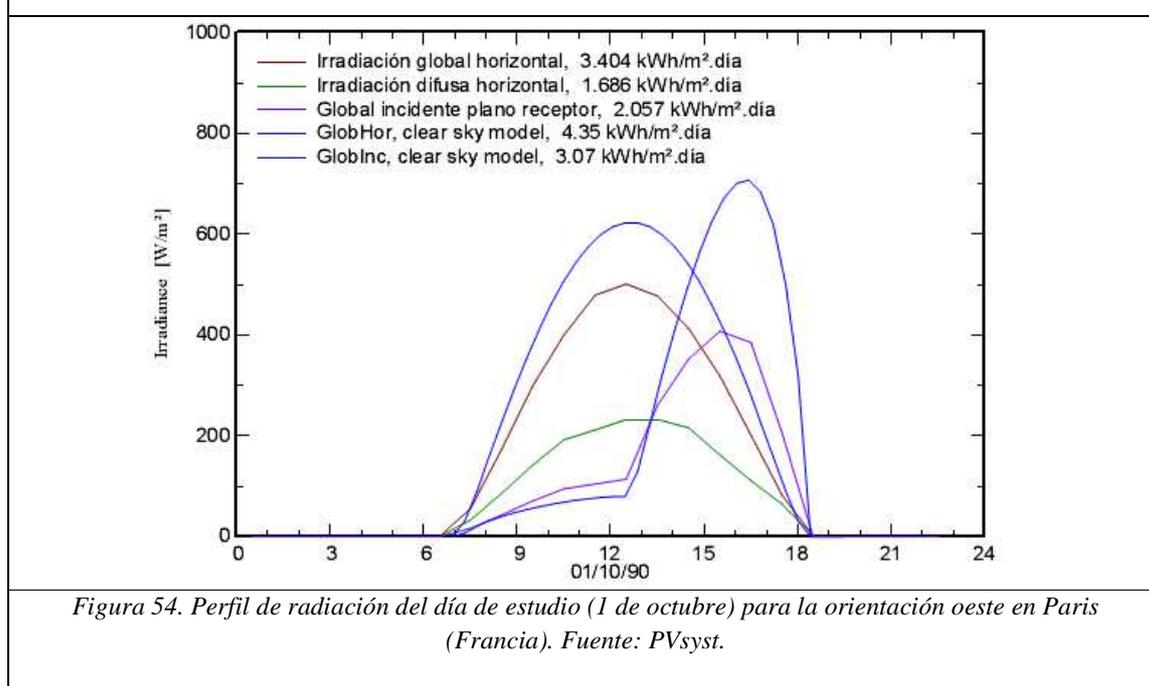


Figura 54. Perfil de radiación del día de estudio (1 de octubre) para la orientación oeste en Paris (Francia). Fuente: PVsyst.

Supermercado en Sevilla

Resultados de simulación diario (1 de octubre)

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	134,00
1	0,00	0,00	0,00	144,00
2	0,00	0,00	0,00	118,00
3	0,00	0,00	0,00	156,00
4	0,00	0,00	0,00	210,00
5	0,00	0,00	0,00	221,00
6	0,00	0,00	0,00	215,00
7	0,00	0,00	0,00	215,00
8	73,81	17,20	0,34	322,00
9	14,55	18,53	0,46	349,00
10	20,08	16,50	0,61	338,00
11	23,56	12,34	0,84	328,00
12	25,44	65,99	0,93	322,00
13	25,51	0,97	3,60	301,00
14	24,14	0,87	98,13	188,00
15	21,21	0,67	14,44	172,00
16	16,40	0,49	17,03	161,00
17	10,10	0,41	17,28	269,00
18	28,60	0,19	11,66	285,00
19	0,00	0,00	0,00	295,00
20	0,00	0,00	0,00	258,00
21	0,00	0,00	0,00	161,00
22	0,00	0,00	0,00	140,00
23	0,00	0,00	0,00	134,00
Total	283,41	134,17	165,30	5.436,00
Porcentaje	5,21%	2,47%	3,04%	10,72%

Tabla 9. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

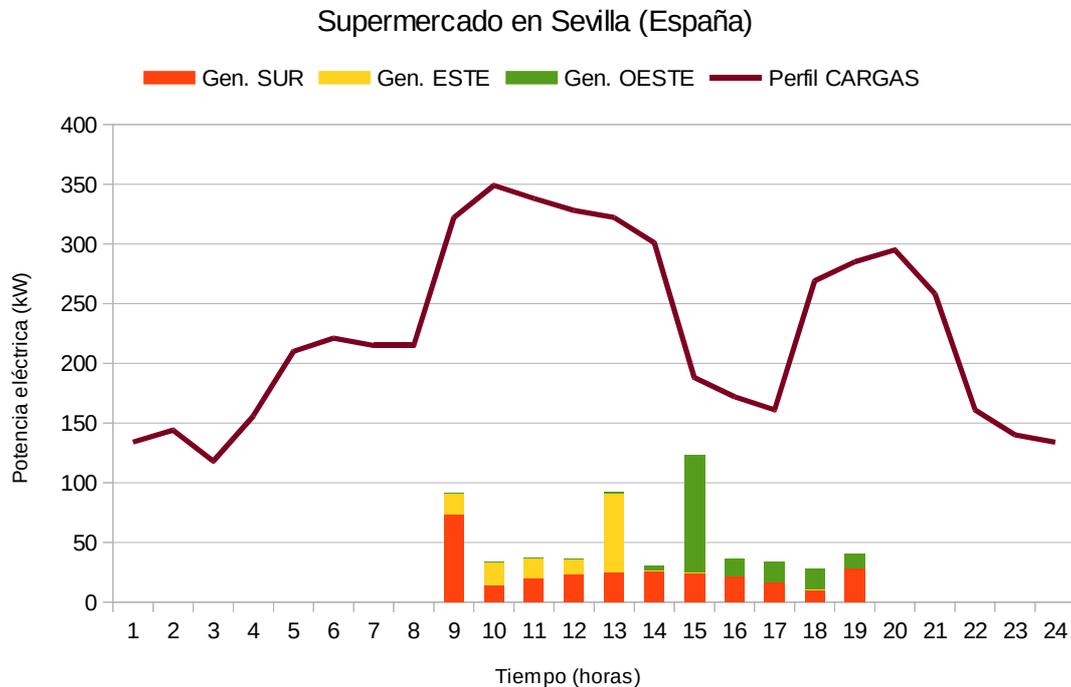


Figura 55. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 283,41 + 134,17 + 165,30 = 582,88 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 582,88 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 4.853,12 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$E_{load} = 5.436 \text{ kW};$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$\zeta = 0,1072.$

Supermercado en Sevilla

Resultados de simulación anual

Mes	Gen. SUR kWh	Gen. ESTE kWh	Gen. OESTE kWh	Inyec. RED kWh	CARGAS kWh
Enero	4.797	1.168	1.227	0	168.516
Febrero	4.237	1.267	1.433	0	152.208
Marzo	4.790	2.071	2.015	0	168.516
Abril	3.325	2.210	2.149	0	163.080
Mayo	2.859	2.574	2.710	0	168.516
Junio	2.344	2.595	2.654	0	163.080
Julio	2.599	2.826	2.691	0	168.516
Agosto	3.343	2.542	2.566	0	168.516
Septiembre	4.314	2.168	2.049	0	163.080
Octubre	4.632	1.642	1.679	0	168.516
Noviembre	3.835	1.172	1.065	0	163.080
Diciembre	4.402	1.061	1.011	0	168.516
Total	45.477	23.296	23.249	0	1.984.140
Porcentaje	2,29%	1,17%	1,17%	0,00%	4,64%

Tabla 10. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

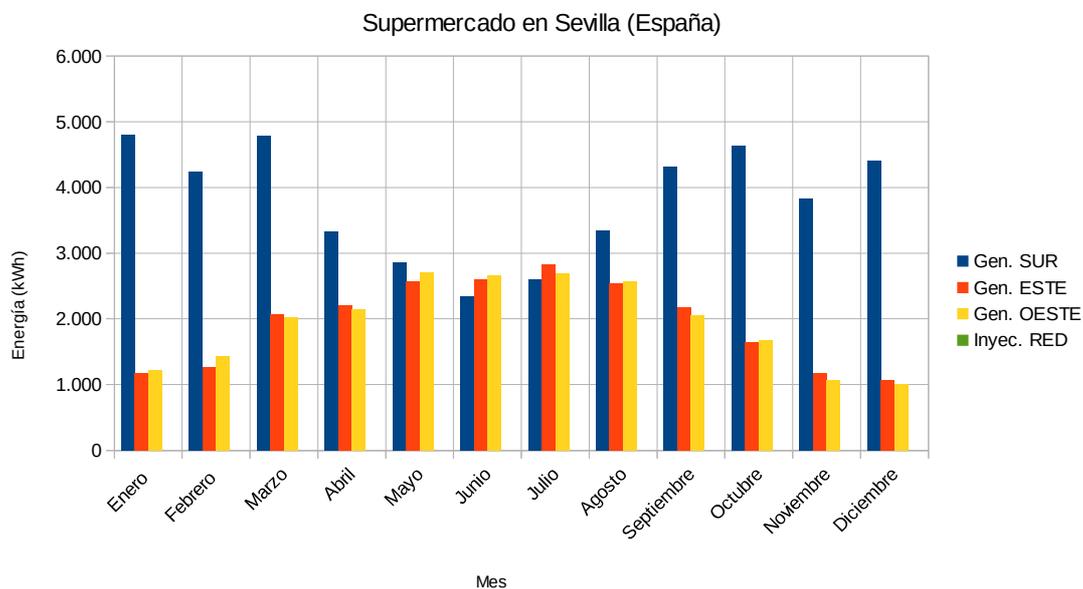


Figura 56. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Supermercado de Sevilla. (Fuente: elaboración propia).

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 45.477 + 23.296 + 23.249 = 92.022 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv} = 92.022 \text{ kWh};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat(SoC)} + E_{bat(SoC,0)} \quad (2) \quad E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 0 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 1.984.140 \text{ kWh};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0464$$

Supermercado en Paris

Resultados de simulación diario (1 de octubre)

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	134,00
1	0,00	0,00	0,00	144,00
2	0,00	0,00	0,00	118,00
3	0,00	0,00	0,00	156,00
4	0,00	0,00	0,00	210,00
5	0,00	0,00	0,00	221,00
6	0,00	0,00	0,00	215,00
7	27,51	87,57	0,21	215,00
8	85,18	11,64	0,92	322,00
9	14,37	12,18	16,56	349,00
10	18,64	10,57	22,95	338,00
11	22,17	77,94	25,45	328,00
12	22,78	36,53	27,86	322,00
13	21,58	27,69	62,71	301,00
14	17,85	25,46	88,17	188,00
15	14,07	18,75	10,35	172,00
16	88,21	12,21	99,22	161,00
17	28,08	0,60	53,47	269,00
18	0,00	0,00	0,00	285,00
19	0,00	0,00	0,00	295,00
20	0,00	0,00	0,00	258,00
21	0,00	0,00	0,00	161,00
22	0,00	0,00	0,00	140,00
23	0,00	0,00	0,00	134,00
Total	360,42	321,13	407,87	5.436,00
Porcentaje	6,63%	5,91%	7,50%	20,04%

Tabla 11. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de París. Fuente: elaboración propia.

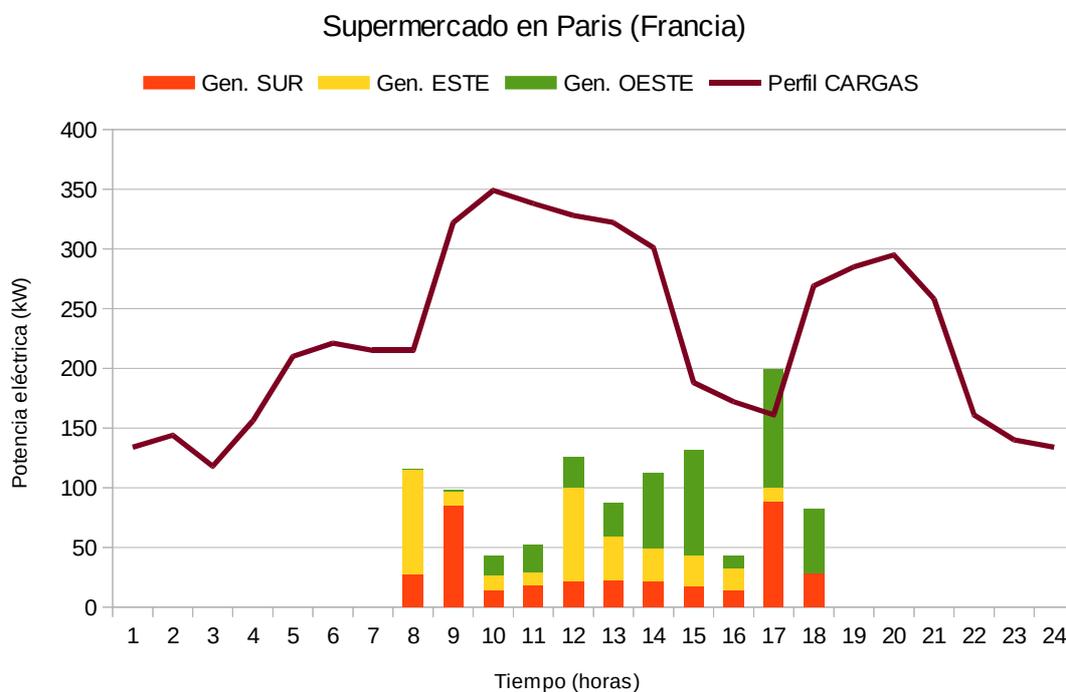


Figura 57. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de París. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 360,4 + 321,13 + 407,87 = 1.089,4 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 38,64 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 1.128,04 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat(SoC)} + E_{bat(SoC,0)} \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 4.346,6 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 5.436 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,2004.$$

Supermercado en París

Resultados de simulación anual

Mes	Gen. SUR kWh	Gen. ESTE kWh	Gen. OESTE kWh	Inyec. RED kWh	CARGAS kWh
Enero	1.589	365	371	0	168.516
Febrero	1.796	572	660	0	152.208
Marzo	3.005	1.193	1.314	0	168.516
Abril	3.391	1.841	1.872	0	163.080
Mayo	2.916	2.118	2.006	0	168.516
Junio	2.860	2.381	2.993	0	163.080
Julio	2.956	2.371	2.170	0	168.516
Agosto	3.128	2.034	1.986	0	168.516
Septiembre	3.223	1.460	1.574	0	163.080
Octubre	2.736	874	996	0	168.516
Noviembre	1.581	380	474	0	163.080
Diciembre	1.352	299	265	0	168.516
Total	30.533	15.888	16.681	0	1.984.140
Porcentaje	1,54%	0,80%	0,84%	0,00%	3,18%

Tabla 12. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Supermercado de París. Fuente: elaboración propia.

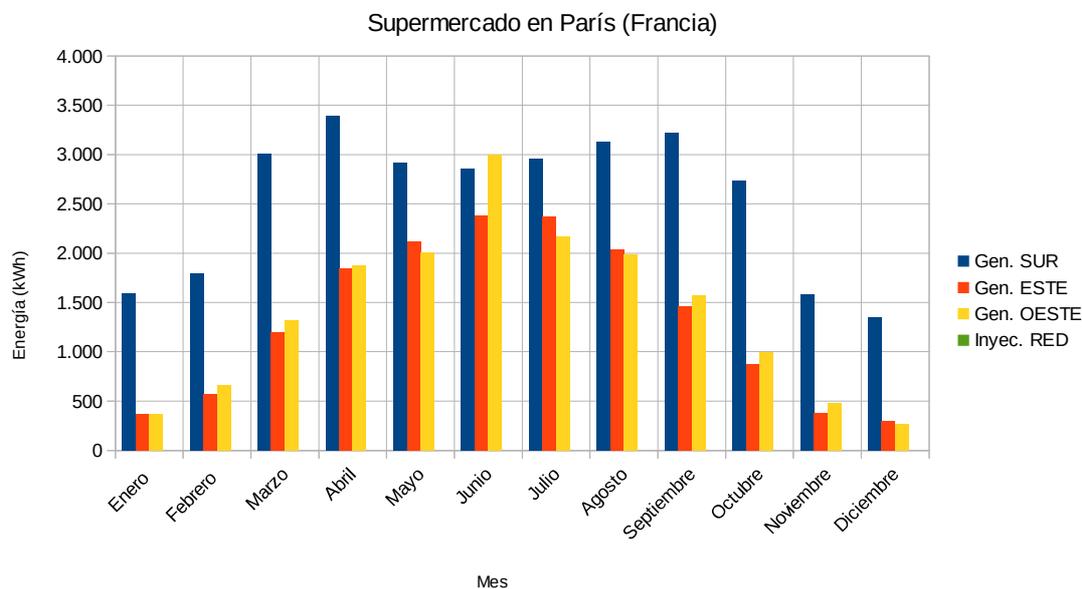


Figura 58. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Supermercado de París. (Fuente: elaboración propia).

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 30.533 + 15.888 + 16.681 = 63.102 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv} = 63.102 \text{ kWh};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2) \quad E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 0 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 1.984.140 \text{ kWh};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0.0,318$$

Restaurante en Sevilla

Resultados de simulación diario (1 de octubre)

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Gen. PARKING kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	0,00	137,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00	127,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	106,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00
7	0,00	0,00	0,00	14,89	68,00
8	1,09	2,07	0,00	0,93	106,00
9	2,18	2,23	0,08	2,15	110,00
10	3,01	1,98	0,03	3,11	137,00
11	3,54	1,48	0,06	3,73	148,00
12	3,81	0,79	0,07	4,04	152,00
13	3,82	0,08	0,42	4,05	150,00
14	3,63	0,06	1,18	3,84	148,00
15	3,18	0,04	1,73	3,32	137,00
16	2,46	0,01	2,05	2,49	137,00
17	1,51	0,03	2,08	1,39	146,00
18	0,40	0,00	1,40	0,25	165,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	180,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	190,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	190,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	180,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	165,00
Total	28,62	8,77	9,10	44,19	3.148,00
Porcentaje	0,91%	0,28%	0,29%	1,40%	2,88%

Tabla 13. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

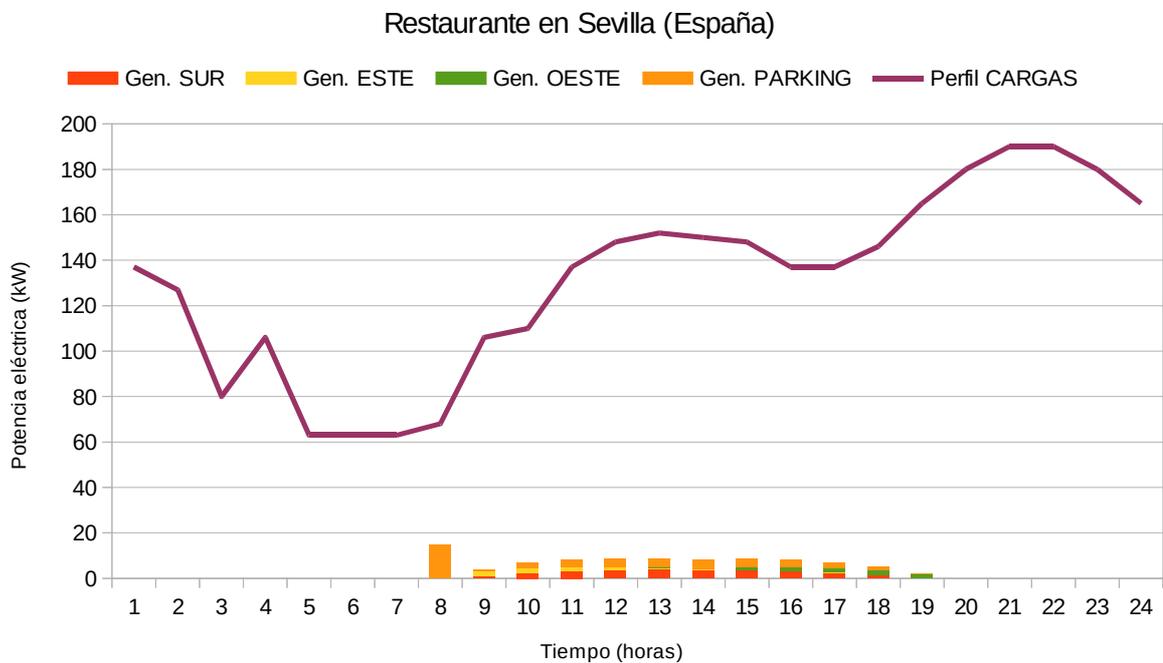


Figura 59. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 28,62 + 8,77 + 9,10 + 44,19 = 90,68 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 90,68 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat(SoC)} + E_{bat(SoC,0)} \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 3057,32 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 3.148 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0288.$$

Restaurante en Sevilla

Resultados de simulación anual

Mes	Gen. SUR kWh	Gen. ESTE kWh	Gen. OESTE kWh	Gen. PARKING kWh	Inyec. RED kWh	CARGAS kWh
Enero	693,30	134,70	141,70	430,00	0,00	97.588,00
Febrero	614,90	147,10	167,40	500,00	0,00	88.144,00
Marzo	698,10	243,60	236,50	784,00	0,00	97.588,00
Abril	477,80	260,90	253,30	853,00	0,00	94.444,00
Mayo	405,20	303,80	320,50	1.061,00	0,00	97.588,00
Junio	327,00	303,50	313,10	1.077,00	0,00	9.444,00
Julio	364,10	333,40	316,90	1.157,00	0,00	97.588,00
Agosto	478,20	299,90	302,80	1.006,00	0,00	97.588,00
Septiembre	627,20	255,10	241,00	829,00	0,00	9.444,00
Octubre	675,60	191,80	193,20	636,00	0,00	97.588,00
Noviembre	556,90	136,10	123,20	405,00	0,00	9.444,00
Diciembre	638,80	122,40	116,10	365,00	0,00	97.588,00
Total	6.557,10	2.732,30	2.725,70	9.103,00	0,00	894.036,00
Porcentaje	0,73%	0,31%	0,30%	1,02%	0,00%	2,36%

Tabla 14. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante en Sevilla. Fuente: elaboración propia.

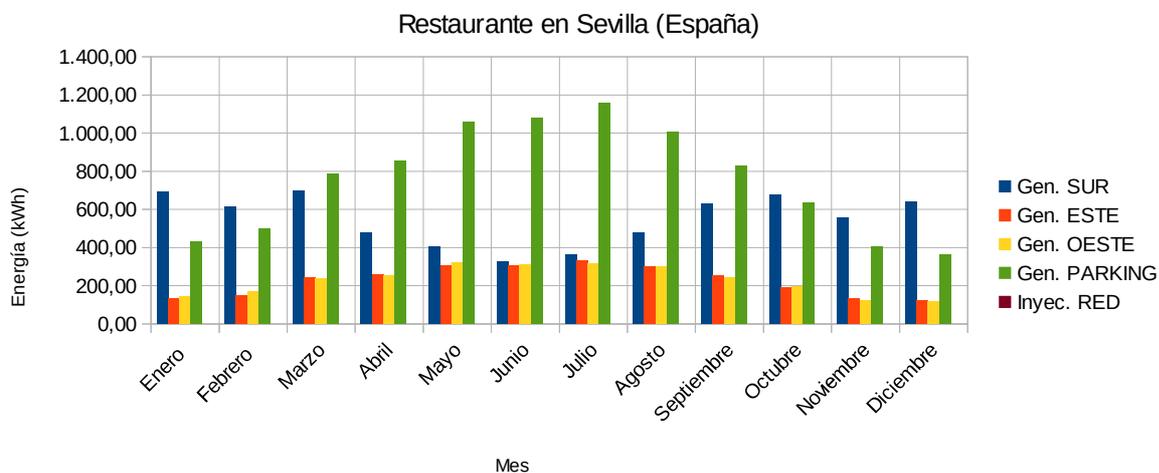


Figura 60. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Restaurante en Sevilla. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 6.557,10 + 2.732,30 + 2.725,70 + 9.103,00 = 21.118,10 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ kWh};$$

$$E_{pv} = 21.118,10 \text{ kWh};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2) \quad E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 894.036 - 21.118,10 = 872.917,9 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

$$E_{load} = 894.036 \text{ kWh};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0236$$

Restaurante en Paris

Resultados de simulación diario (1 de octubre)

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Gen. PARKING kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	0,00	137,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00	127,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	106,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00
7	0,39	1,05	0,00	0,17	68,00
8	1,29	1,40	0,07	0,95	106,00
9	2,20	1,46	1,77	1,74	110,00
10	2,86	1,27	0,27	2,33	137,00
11	3,40	0,93	0,30	2,77	148,00
12	3,50	0,43	0,33	2,88	152,00
13	3,31	0,32	0,74	2,74	150,00
14	2,74	0,30	1,06	2,38	148,00
15	2,15	0,21	1,24	1,83	137,00
16	1,34	0,12	1,19	1,12	137,00
17	0,40	0,03	0,63	0,39	146,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	165,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	180,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	190,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	190,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	180,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	165,00
Total	23,59	7,51	7,60	19,31	3.148,00
Porcentaje	0,75%	0,24%	0,24%	0,61%	1,84%

Tabla 15. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de París. Fuente: elaboración propia.

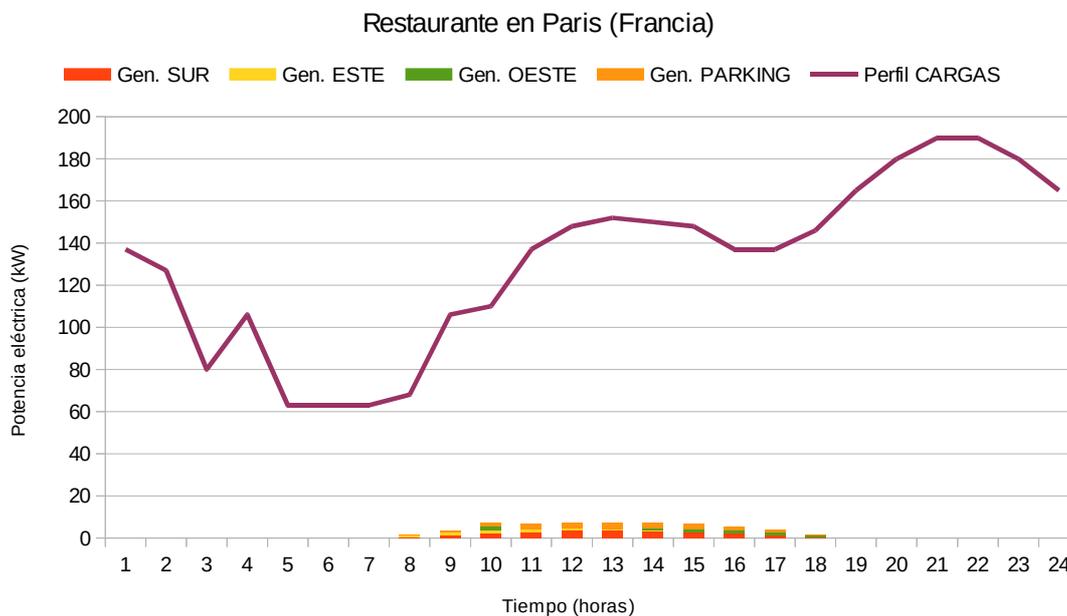


Figura 61. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante de París. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 23,59 + 7,51 + 7,60 + 19,31 = 58,00 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 58 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat(SoC)} + E_{bat(SoC,0)} \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grind,in} = 3.148 - 58 = 3.090 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 3.148 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0184.$$

Restaurante en París

Resultados de simulación anual

Mes	Gen. SUR kWh	Gen. ESTE kWh	Gen. OESTE kWh	Gen. PARKING kWh	Inyec. RED kWh	CARGAS kWh
Enero	232,90	38,60	39,50	120,00	0,00	97.588,00
Febrero	263,40	63,40	74,20	218,90	0,00	88.144,00
Marzo	442,00	137,70	152,30	459,70	0,00	97.588,00
Abril	500,90	215,70	219,50	704,50	0,00	94.444,00
Mayo	426,20	248,00	234,40	805,90	0,00	97.588,00
Junio	417,00	279,80	269,00	904,50	0,00	9.444,00
Julio	431,50	278,30	253,70	883,30	0,00	97.588,00
Agosto	459,60	238,30	232,60	742,30	0,00	97.588,00
Septiembre	477,00	169,90	183,70	557,40	0,00	9.444,00
Octubre	402,70	98,80	113,51	329,00	0,00	97.588,00
Noviembre	229,20	39,60	51,00	145,00	0,00	9.444,00
Diciembre	195,50	29,60	26,00	87,20	0,00	97.588,00
Total	4.477,90	1.837,70	1.849,41	5.957,70	0,00	894.036,00
Porcentaje	0,50%	0,21%	0,21%	0,67%	0,00%	1,58%

Tabla 16. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Restaurante en París. Fuente: elaboración propia.

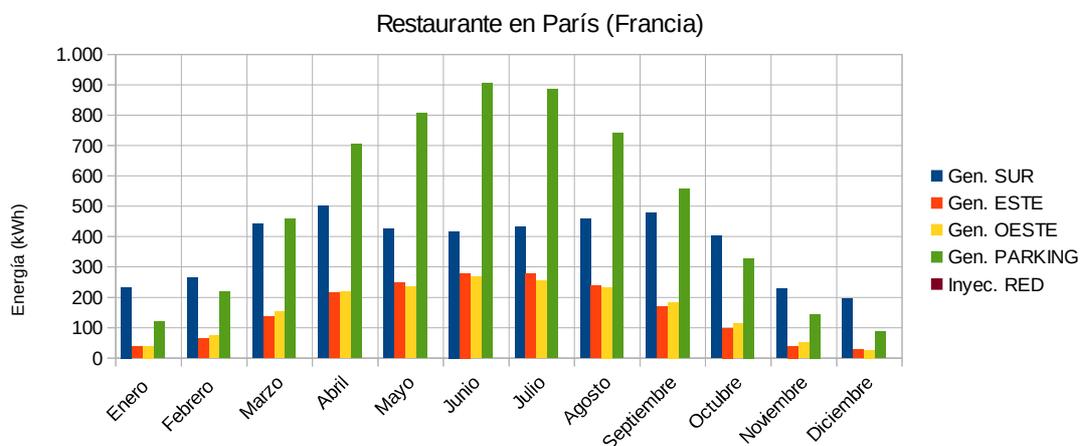


Figura 62. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Restaurante en París. Fuente: elaboración propia

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 4.477,90 + 1.837,70 + 1.849,41 + 5.957,70 + 0,00 = 14.122,71 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv} = 14.122,71 \text{ kWh};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2) \quad E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 894.036 - 14.122,71 = 879.913,29 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 894.036 \text{ kWh};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0158$$

Hotel en Sevilla

Resultados de simulación diario (1 de octubre)

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	505,00
1	0,00	0,00	0,00	487,00
2	0,00	0,00	0,00	470,00
3	0,00	0,00	0,00	435,00
4	0,00	0,00	0,00	453,00
5	0,00	0,00	0,00	505,00
6	0,00	0,00	0,00	696,00
7	0,00	0,00	0,00	870,00
8	15,45	23,71	0,45	1.010,00
9	30,45	25,54	0,61	950,00
10	42,00	22,75	0,82	818,00
11	49,26	17,00	1,14	801,00
12	53,20	9,08	1,27	836,00
13	53,35	1,33	4,94	818,00
14	50,48	1,18	13,52	731,00
15	44,34	0,91	19,89	714,00
16	34,31	0,67	23,48	870,00
17	21,13	0,55	23,81	1.044,00
18	6,00	0,25	16,06	1.132,00
19	0,00	0,00	0,00	1.017,00
20	0,00	0,00	0,00	975,00
21	0,00	0,00	0,00	801,00
22	0,00	0,00	0,00	731,00
23	0,00	0,00	0,00	609,00
Total	399,98	102,96	105,99	18.278,00
Porcentaje	2,19%	0,56%	0,58%	3,33%

Tabla 17. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

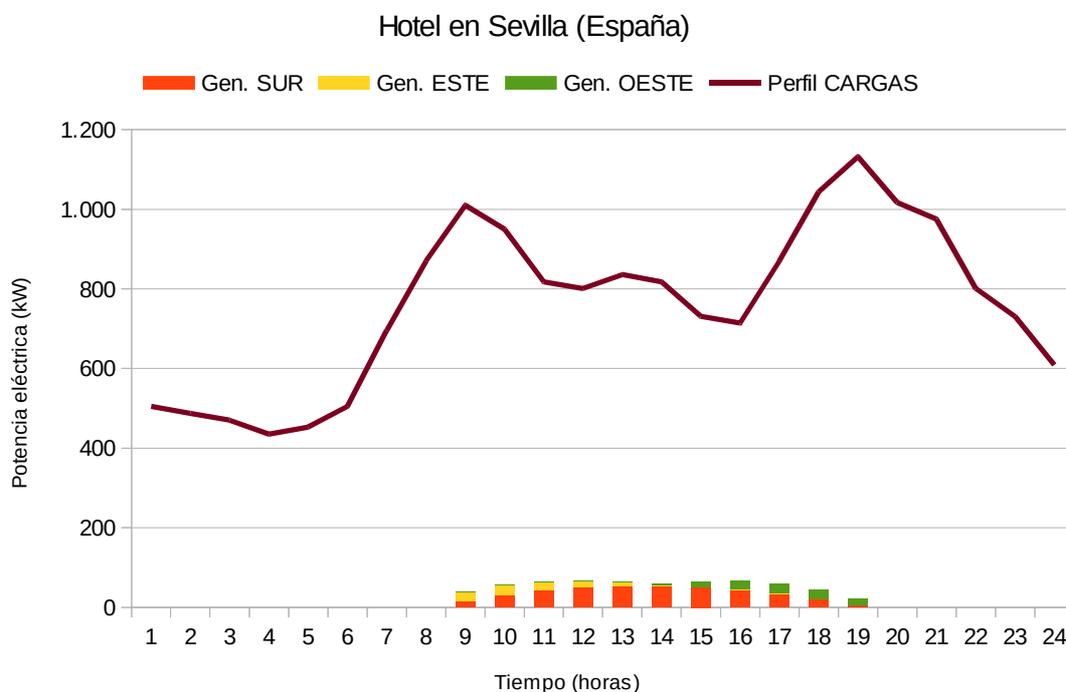


Figura 63. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 399,98 + 105,99 + 102,96 = 608,93 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 608,93 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat(SoC)} + E_{bat(SoC,0)} \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$E_{grind,in} = 17.669,07 \text{ kW};$

$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$

$E_{load} = 18.278 \text{ kW};$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$\zeta = 0,0333.$

Hotel en Sevilla

Resultados de simulación anual

Mes	Gen. SUR kWh	Gen. ESTE kWh	Gen. OESTE kWh	Inyec. RED kWh	CARGAS kWh
Enero	9.804	1.606	1.688	0	566.618
Febrero	8.658	1.742	1.972	0	511.784
Marzo	9.789	2.851	2.773	0	566.618
Abril	6.771	3.041	2.958	0	548.340
Mayo	5.806	3.544	3.730	0	566.618
Junio	4.738	3.571	3.654	0	548.340
Julio	5.262	3.890	3.705	0	566.618
Agosto	6.806	3.499	3.532	0	566.618
Septiembre	8.810	2.984	2.820	0	548.340
Octubre	9.471	2.259	2.311	0	566.618
Noviembre	7.835	1.612	1.464	0	548.340
Diciembre	8.999	1.459	1.390	0	566.618
Total	92.749	32.058	31.997	0	6.671.470
Porcentaje	1,39%	0,48%	0,48%	0,00%	2,35%

Tabla 18. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

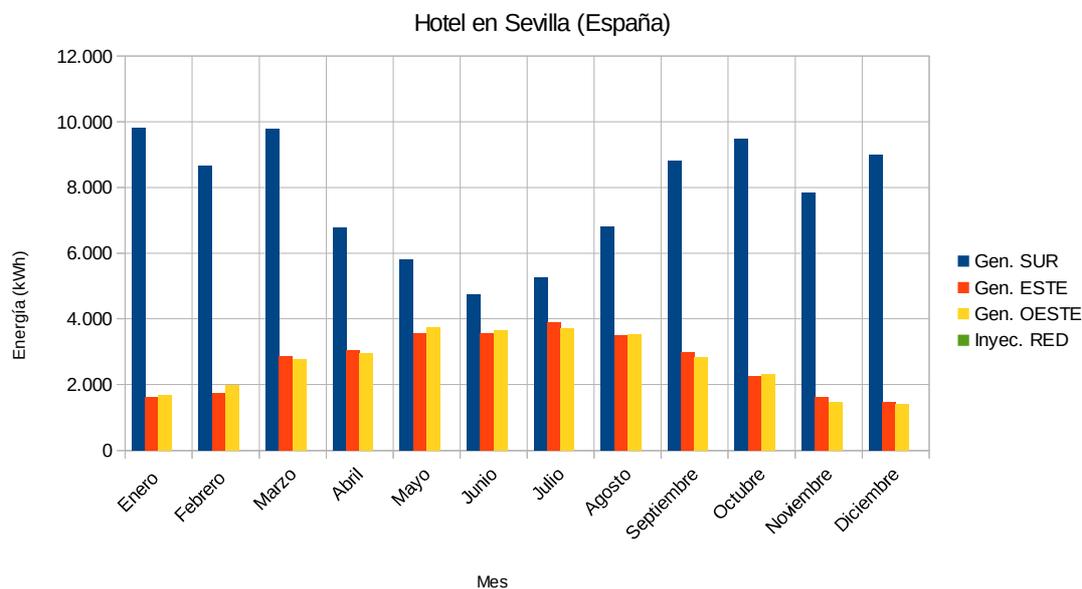


Figura 64. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Hotel de Sevilla. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 92.749 + 32.058 + 31.997 = 156.804 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv} = 156.804 \text{ kWh};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2) \quad E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 6.671.470 - 156.804 = 6.514.666 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 6.671.470 \text{ kWh};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0235$$

Hotel en París

Resultados de simulación para el día 1 de octubre

Hora	Gen. SUR kW	Gen. ESTE kW	Gen. OESTE kW	Perfil CARGAS kW
0	0,00	0,00	0,00	505,00
1	0,00	0,00	0,00	487,00
2	0,00	0,00	0,00	470,00
3	0,00	0,00	0,00	435,00
4	0,00	0,00	0,00	453,00
5	0,00	0,00	0,00	505,00
6	0,00	0,00	0,00	696,00
7	5,77	12,06	0,27	870,00
8	17,83	16,04	1,26	1.010,00
9	30,06	16,78	2,27	950,00
10	39,00	14,55	3,15	818,00
11	46,35	10,73	3,50	801,00
12	47,64	5,02	3,83	836,00
13	45,12	3,80	8,63	818,00
14	37,34	3,50	12,14	731,00
15	29,43	2,57	14,26	714,00
16	18,46	1,67	13,67	870,00
17	5,89	0,81	0,74	1.044,00
18	0,00	0,00	0,00	1.132,00
19	0,00	0,00	0,00	1.017,00
20	0,00	0,00	0,00	975,00
21	0,00	0,00	0,00	801,00
22	0,00	0,00	0,00	731,00
23	0,00	0,00	0,00	609,00
Total	322,87	87,54	63,70	18.278,00
Porcentaje	1,77%	0,48%	0,35%	2,59%

Tabla 19. Potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de París. Fuente: elaboración propia.

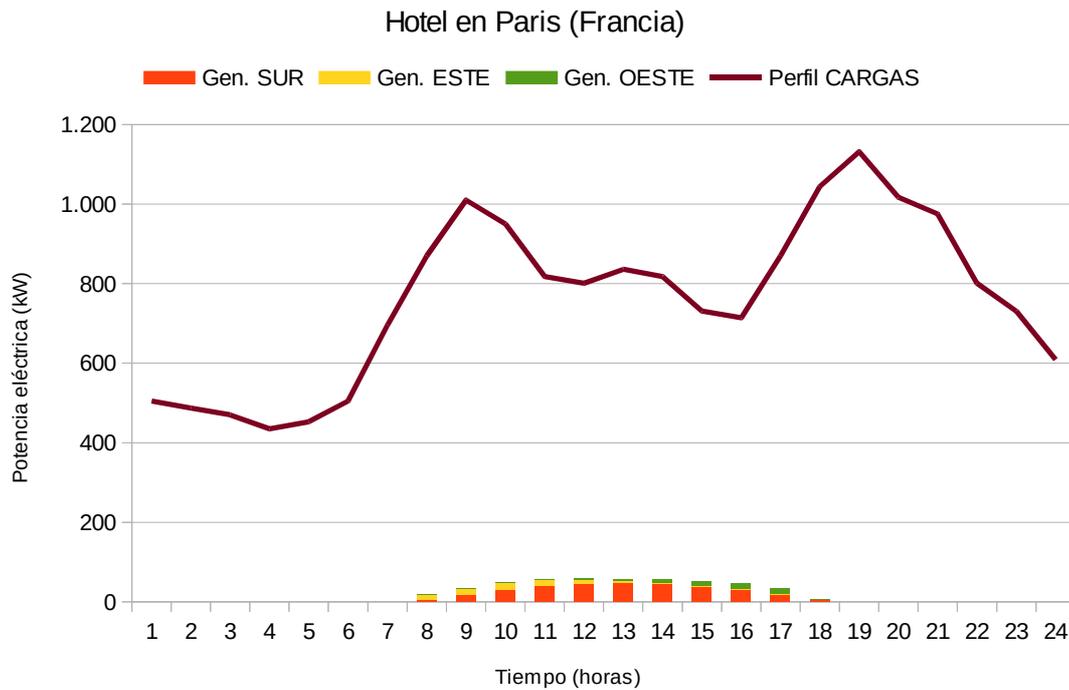


Figura 65. Gráfico de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de París. Fuente: elaboración propia.

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 322,87 + 87,54 + 63,70 = 474,11 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{pv} = 474,11 \text{ kW};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2)$$

No existe almacenamiento en baterías. $E_{pv,bat} = 0 \text{ kW};$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 17.803,89 \text{ kW};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 18.278 \text{ kW};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0259.$$

Hotel en París

Resultados de simulación anual

Mes	Gen. SUR kWh	Gen. ESTE kWh	Gen. OESTE kWh	Inyec. RED kWh	CARGAS kWh
Enero	3.326	500	509	0	566.618
Febrero	3.758	785	907	0	511.784
Marzo	6.289	1.640	1.807	0	566.618
Abril	7.095	2.533	2.576	0	548.340
Mayo	6.103	2.914	2.759	0	566.618
Junio	5.988	3.276	3.154	0	548.340
Julio	6.188	3.262	2.985	0	566.618
Agosto	6.546	2.798	2.732	0	566.618
Septiembre	6.744	2.008	2.166	0	548.340
Octubre	5.724	1.202	1.369	0	566.618
Noviembre	3.310	521	650	0	548.340
Diciembre	2.830	409	363	0	566.618
Total	63.901	21.848	21.977	0	6.671.470
Porcentaje	0,96%	0,33%	0,33%	0,00%	1,61%

Tabla 20. Energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada frente a la demanda en la simulación de un Hotel de París. Fuente: elaboración propia.

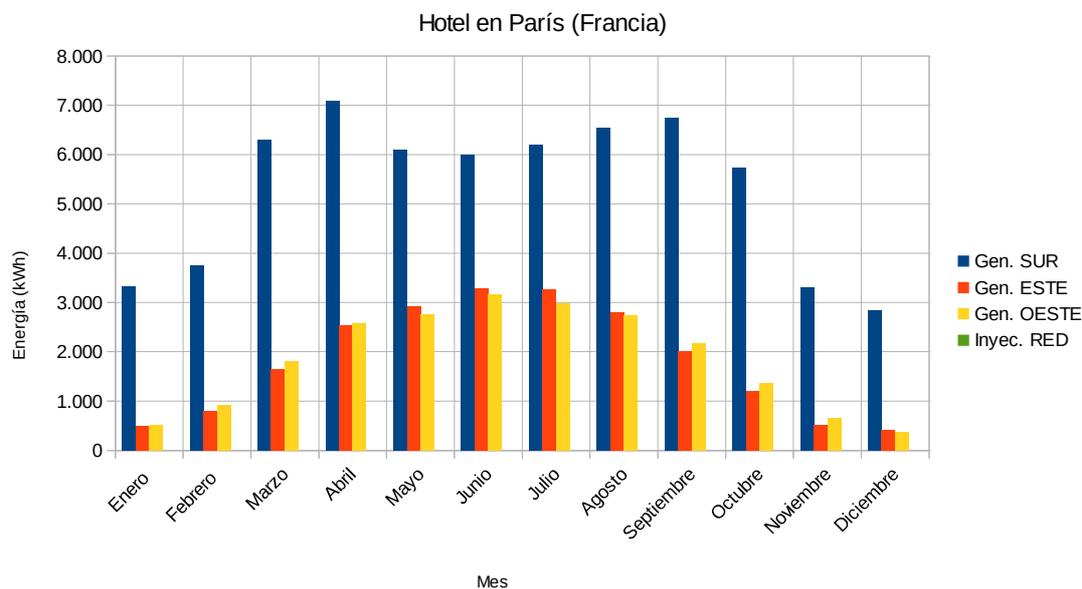


Figura 66. Gráfico de energías mensuales producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada en la simulación de un Hotel de París. Fuente: Elaboración propia

- Generación fotovoltaica:

$$E_{pv} = E_{pv,load} + E_{pv,bat} + E_{pv,grid} \quad (1)$$

donde

$$E_{pv,load} = 63.901 + 21.848 + 21.977 = 107.726 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv,grid} = 0 \text{ Kwh};$$

$$E_{pv} = 107.726 \text{ kWh};$$

- La relación al almacenamiento en baterías:

$$E_{pv,bat} = E_{bat,load} + E_{bat}(SoC) + E_{bat}(SoC,0) \quad (2) \quad E_{pv,bat} = 0 \text{ kWh};$$

- Respecto a la demanda del edificio:

$$E_{load} = E_{pv,load} + E_{bat,load} + E_{grid,in} \quad (3)$$

donde

$$E_{grid,in} = 6.671.470 - 107.726 = 6.563.744 \text{ kWh};$$

$$E_{pv,bat} = 0 \text{ Kw};$$

$$E_{load} = 6.671.470 \text{ kWh};$$

- Factor de autoconsumo (ζ).

$$\zeta = \frac{E_{pv,load} + E_{bat,load}}{E_{load}} \quad (4)$$

$$\zeta = 0,0161$$

Capítulo 5.

Conclusiones y propuestas

1. Conclusiones

Con todo lo expuesto, en el presente trabajo se han extraído las siguientes conclusiones que, con el fin de identificarlas de una manera más pormenorizada, se han relacionado con los distintos capítulos de esta investigación agrupándolas de la siguiente manera: a) Concepto y gestión del autoconsumo por generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios, b) Programas de simulación. Generación de perfiles de consumo, c) Aplicación a casos de estudio.

a) Concepto y gestión del autoconsumo por generación con sistemas fotovoltaicos integrados en edificios

El autoconsumo fotovoltaico en edificios es una tecnología que consiste en abastecer de energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos, tratando de cubrir totalmente o en parte la potencia demandada en cada momento, lo que conforma el perfil de consumo del edificio frente al perfil de generación fotovoltaico. Si se alcanza equiparar el consumo con la generación de energía se conseguirá el autoconsumo instantáneo o de balance neto.

El desarrollo del autoconsumo en España está estancado por la principal legislación que lo regula, el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, penalizando su uso con peajes y hace incompatibles las instalaciones anteriores a su entrada en vigor. Según el IDAE³⁸, a finales del 2015, la potencia fotovoltaica instalada suponía un total de 2.277 kW.

A pesar de ello, existe una gran presión social y del sector empresarial fotovoltaico para que esta situación cambie, además de proyectos de investigación como el gSolarRoof, que presentan esta forma de producción de energía integradas en las envolventes (cubiertas y fachadas) los edificios.

Actualmente existen fabricantes que dan excelentes soluciones para utilizar el autoconsumo en cualquier sector y tipo de edificio formando parte de sus envolventes: integrando los módulos en fachadas (muros cortina o ventilados), lucernarios, y ventanas sustituyendo a los vidrios convencionales con vidrio solar, en cubiertas inclinadas y

³⁸ Informe Estadístico de Energías Renovables. (2016-11-12). IDAE- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Disponible en: <http://informeestadistico.idae.es/t6a.htm>

planas, en marquesinas, etc. En el Apéndice de este Trabajo se incluyen algunas soluciones descritas.

b) Programas de simulación. Generación de perfiles de consumo

Se han analizado las diferentes herramientas informáticas para el dimensionado de instalaciones fotovoltaicas, escogiéndose el PVsyst para las simulaciones de este Trabajo por presentarse como la más adecuada para obtener los resultados que se pretenden simular, esto es, el comportamiento del generador fotovoltaico frente a la potencia demandada en cada hora por las cargas eléctricas del edificio.

Lamentablemente, ni esta aplicación, ni ninguna de las analizadas, están adaptadas para la modulación de instalaciones con autoconsumo, por lo que se ha adaptado su uso calculando la generación para cada fachada independiente, procesando los datos obtenidos para evaluar los edificios de forma global. Esta operación se presenta tediosa cuando se tienen varias superficies con diferentes orientaciones e inclinaciones.

En cuanto a los perfiles de consumo por sector, para su generación se han obtenido los datos necesarios del Atlas de la demanda eléctrica española publicado por Red Eléctrica de España, S.A., organismo estatal que tiene delegado la medición de las medidas eléctricas. Se han generado los perfiles tipo y extrapolado los valores a tres edificios del sector comercial: supermercado, restaurante y hotel. Se describen el Trabajo las peculiaridades de cada uno de ellos.

c) Aplicación a casos de estudio

El caso de estudio del hipotético edificio dedicado a supermercado con fachadas de igual superficie permite obtener las siguientes conclusiones:

- Si se instala el generador de igual potencia pico en cada fachada, se obtiene un 5% más de potencia en la orientación sur que en resto, siendo muy similar la potencia en la este y oeste. El almacenamiento en baterías es innecesario pues no se produce excedente de energía en ningún caso.
- Si existe la posibilidad de igualar la potencia pico del generador con la que se tendría en consumo para cada una de las fachadas, se obtiene un factor de autoconsumo $\zeta = 0,518$; teniendo en cuenta que si se alcanza el valor de 1 significa que el edificio es autosuficiente, se puede considerar que se consigue abastecer la mitad de las necesidades energéticas del mismo. Sin embargo, si la potencia de consumo se reparte en las tres fachadas por igual, el factor de autoconsumo cae hasta ser $\zeta = 0,1726$.
- Si se decide instalar la potencia pico del generador igual a la de consumo concentrado en una única fachada, el mejor resultado en cuanto a factor de

autoconsumo se alcanzaría en la sur, luego a igualdad de superficie disponible por fachada, es mejor escoger esa orientación para instalar los módulos.

Los casos de estudio reales considerados permiten poca potencia integrada en fachadas, por tener éstas una superficie pequeña, lográndose coeficientes bajos de autoconsumo, por lo que habría que recurrir a otras aplicaciones, como instalar en la cubierta del propio edificio para aumentar la potencia pico generada.

Debido a que la producción es más baja que el consumo, el autoconsumo directo sería en estos casos la mejor solución, no interesando la acumulación en baterías.

En el caso del supermercado, los mejores resultados de producción de energía en el día de estudio para París se da al oeste, mientras que en Sevilla al sur; resultado esperado a priori en la sur, ya que posee la mayor superficie disponible, además de disponer de una irradiancia mayor, según se puede observar en su perfil de radiación diaria. Si embargo, en las fachadas al este y oeste, a pesar de tener menor superficie de módulos fotovoltaicos, se genera algo más de la mitad de energía, comparándola con la sur; así, para el día de estudio, si dividimos la potencia obtenida entre la superficie de cada fachada se obtiene un ratio potencia/superficie mayor en estas últimas, sobre todo en el caso de París.

	Fachada sur kW/m ²	Fachada este kW/m ²	Fachada oeste kW/m ²
Sevilla	283,41 / 390 = 0,72	134,17 / 260 = 0,52	165,30 / 260 = 0,64
París	360,42 / 390 = 0,92	321,13 / 260 = 1,24	407,87 / 260 = 1,57

Tabla 21. Comparativa de potencias diarias producidas por el generador fotovoltaico en cada fachada por superficie instalada en el caso de Supermercado. Fuente: elaboración propia.

Para el restaurante, el perfil de cargas es muy superior a la generación fotovoltaica en cualquiera de las orientaciones, por tanto, se obtiene un factor de autoconsumo muy bajo. La integración de los módulos en la cubierta del aparcamiento resulta el generador que produce mayor energía, a pesar de considerarse para la simulación en posición horizontal.

En el hotel ocurre una situación similar al restaurante, a penas alcanza un 0,03 de factor de autoconsumo para la producción anual.

Para los valores anuales de producción, la fachada sur supera en producción de energía a las otras orientaciones, tanto en Sevilla como en París. En ambos casos, la orientación sur se presenta como la mejor opción para instalar el generador, según los resultados de energía anuales.

2. Propuestas para futuras investigaciones

Tras la exposición de las conclusiones y del contenido del trabajo, queda presente que el autoconsumo fotovoltaico con integración arquitectónica en los edificios permite un excelente aprovechamiento estas superficies como generadores de energía eléctrica, alcanzando factores de autoconsumo razonables si se cuenta con el espacio adecuado a la potencia instalada para albergar los módulos fotovoltaicos.

Sin embargo, y en vista de los resultados obtenidos en las simulaciones, existe grandes carencias en el software empleado en la actualidad, ya que no permite evaluar de forma directa todas las fachadas o cubiertas. También se aprecia que en las bases de datos de los módulos no se encuentran los adaptados expresamente para la integración arquitectónica, como es el caso del vidrio solar. Tampoco se dispone de perfiles de consumo adaptados a diferentes sectores, tan solo se desarrolla algo el residencial.

Se propone por tanto, para una futura investigación, desarrollar una herramienta de simulación que cubra estas necesidades, y que en la medida de lo posible fuese de bajo coste o gratuita, ya que las aplicaciones estudiadas en este Trabajo son de pago o de licencia limitada.

Otra interesante propuesta para una futura investigación sería, actualizar los datos de referencia para los perfiles de consumo por parte Red Eléctrica de España u otro organismo estatal, puesto que los disponibles datan de finales de los años 90; los hábitos de consumo y, sobre todo los receptores, han mejorando buscando una mejor eficiencia energética, con lo que se estima que estos perfiles puedan haber sufrido cambios desde aquella fecha.

Capítulo 6. Bibliografía y referencias

1. Libros

MARTÍN CHIVELET, N. (2011). “Integración de la energía fotovoltaica en edificios”. AMV Ediciones.

ALONSO ABELLA, M.. (2005). Sistemas fotovoltaicos. SAPT Publicaciones Técnicas, SL.

LINDEN, D. (2002). “Basic concepts,” Handbook of batteries. Editorial McGraw-Hill NY.

RODRIGUEZ VILLAGARCIA, C. & OTROS (1998). “Atlas de la demanda eléctrica Española. Proyecto INDEL” Red Eléctrica de España, S.A.

2. Artículos

LÓPEZ MARTÍNEZ, C. (2015). Vértices nº 23: Revista del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

DE LAS CUEVAS, R. (2016-07-20). “España tras el impuesto al sol: radiografía de un desastre fotovoltaico”. Diario El Confidencial.

ALONSO ABELLA, M. & CHELO ROMERO, F. (2013). “Autoconsumo Fotovoltaico”. Vértices nº 18: Revista del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

IGLESIAS PLACED, C. (2013). Artículo “La integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos para la captación de energía solar”. Greencities & Sostenibilidad.

CAAMAÑO MARTÍN, E. C. & OTROS (2010). “Autoconsumo de energía solar fotovoltaica con gestión activa de la demanda: el sistema GEDELOS-FV” V Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES), Cuzco (Méjico).

3. Otros documentos

Informe Estadístico de Energías Renovables. (2016-11-12). IDAE- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Comunicación de la Comisión Europea. COM(2010) 2020 final. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador.

ONU. Objetivos de un desarrollo sostenible (COM21). (2016-11-12).

CONCHESO ÁLVAREZ, A. (2006). Nuevos ánodos de carbono para baterías de ion-litio a partir de derivados del carbón y del petróleo. Tesis. Universidad de Oviedo.

HERRAMZ HERRANZ, J. (2011) “Instalación Eléctrica de un Supermercado”. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería y Arquitectura Zaragoza.

GARCÍA ROMEA, J. (2013) “Instalación en B.T. de un Restaurante”. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería y Arquitectura Zaragoza.

ZABALA RUIZ, P. (2012) “Instalación Eléctrica de un Hotel de cuatro estrellas”. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería y Arquitectura Zaragoza.

4. Legislación

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. «BOE» núm. 310 de 27 de diciembre de 2013.

Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. «BOE» núm. 243, de 10 de octubre de 2015.

Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. «BOE» núm. 295, de 8 de diciembre de 2011.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (CTE). «BOE» núm. 74, de 28 de marzo de 2006

Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Apéndice

- Listado de instalaciones del tipo 1 legalizadas en el Registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica del Sistema SEDE-e.
- Documentación técnica del vidrio arquitectónico fabricado por ONYX SOLAR.
- Documentación técnica de la fachada ventilada fotovoltaica StoVentec ARTline fabricada por Sto Ibérica SLU.
- Documentación técnica de la teja fotovoltaica StoVentec ARTline fabricada por Sto Ibérica SLU.
- Documentación técnica del módulo fotovoltaico utilizado en las simulaciones A150 fabricado por ATERSA.
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el hipotético edificio con fachadas de igual superficie.
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el supermercado en Sevilla (España).
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el supermercado en París (Francia).
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el restaurante en Sevilla (España).
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el restaurante en París (Francia).
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el hotel en Sevilla (España).
- Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el hotel en París (Francia).

Listado de instalaciones del tipo 1 legalizadas en el Registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica del Sistema SEDE-e

Listado generado en el intervalo de 10/10/2015 a 07/11/2016

Número de Registro	Fecha de alta	Potencia contratada (kW)	Provincia	Localidad	Empresa distribuidora
RA10-000000627-2016	07/11/2016	6,9000	ASTURIAS	Oviedo	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000626-2016	04/11/2016	5,7500	MURCIA	Alcázares, Los	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000625-2016	29/10/2016	3,3000	SEVILLA	Lebrija	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000624-2016	27/10/2016	3,4640	SEVILLA	Valencina de la Concepción	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000623-2016	27/10/2016	3,4500	BALEARES	Muro	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000617-2016	13/10/2016	9,2000	GRANADA	Santa Fe	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000616-2016	11/10/2016	9,9000	ASTURIAS	Gijón	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000026-2016	06/10/2016	5,7500	ALICANTE/ALACANT	Petrer	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000613-2016	06/10/2016	3,4500	ALICANTE/ALACANT	San Fulgencio	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000610-2016	30/09/2016	10,0000	LERIDA	Juncosa	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000609-2016	30/09/2016	10,0000	LERIDA	Juncosa	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000607-2016	27/09/2016	9,2000	TOLEDO	Gálvez	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000604-2016	20/09/2016	5,7500	ALICANTE/ALACANT	Alicante/Alacant	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000602-2016	19/09/2016	9,2000	ALICANTE/ALACANT	San Joan d'Alacant	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000601-2016	19/09/2016	3,4500	MURCIA	Murcia	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000589-2016	06/09/2016	3,3000	MURCIA	Molina de Segura	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000584-2016	30/08/2016	9,2000	VALENCIA/VALÈNCIA	Montserrat	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000582-2016	29/08/2016	3,3000	NAVARRA	Lekunberri	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000572-2016	17/08/2016	9,9000	NAVARRA	San Adrián	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000571-2016	17/08/2016	6,9280	NAVARRA	Andosilla	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000565-2016	12/08/2016	3,3000	MADRID	Collado Villalba	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000564-2016	12/08/2016	3,3000	BALEARES	Marratxí	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000553-2016	11/08/2016	5,7500	NAVARRA	Andosilla	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000551-2016	11/08/2016	4,6000	SEVILLA	Carmona	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000550-2016	10/08/2016	4,4000	NAVARRA	Estella-Lizarrza	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000549-2016	10/08/2016	4,4000	NAVARRA	Valle de Yerri/Deierri	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000547-2016	09/08/2016	4,6000	BALEARES	Marratxí	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000000544-2016	04/08/2016	3,3000	ALICANTE/ALACANT	Busot	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000543-2016	04/08/2016	5,7500	ASTURIAS	Villaviciosa	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000015-2016	29/07/2016	4,6000	MADRID	Paracuellos de Jarama	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000000014-2016	28/07/2016	5,7500	MADRID	Majadahonda	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000482-2016	12/07/2016	1,1000	MADRID	Madrid	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000461-2016	03/07/2016	9,2000	LERIDA	Olius	ELECTRA DEL CARDENER, S.A.
RA10-000460-2016	03/07/2016	4,4000	BARCELONA	Santpedor	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000446-2016	23/06/2016	9,2000	LERIDA	Olius	ELECTRA DEL CARDENER, S.A.
RA10-000447-2016	24/06/2016	3,3000	CORDOBA	Rute	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000440-2016	16/06/2016	5,7500	MADRID	Guadarrama	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000437-2016	15/06/2016	5,5000	ALICANTE/ALACANT	Campello, el	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000436-2016	15/06/2016	3,4500	MURCIA	Totana	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000431-2016	03/06/2016	4,0000	BARCELONA	Espugues de Llobregat	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000426-2016	01/06/2016	9,1300	SEVILLA	Sevilla	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000420-2016	27/05/2016	9,2000	GRANADA	Albolote	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000419-2016	27/05/2016	3,4500	ALMERIA	Chirivel	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000418-2016	27/05/2016	5,0000	ALICANTE/ALACANT	Benigembla	HUJOS DE MANUEL PERLES VICENS, S.L.
RA10-000286-2016	27/05/2016	9,8600	ALMERIA	Chirivel	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000293-2016	27/05/2016	3,3000	ALMERIA	Abla	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000413-2016	19/05/2016	3,3000	PONTEVEDRA	Sanxenxo	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000411-2016	18/05/2016	10,0000	LERIDA	Lleida	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000410-2016	13/05/2016	4,4000	LERIDA	Lleida	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000407-2016	12/05/2016	10,0000	ASTURIAS	Siero	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000397-2016	10/05/2016	3,2500	ASTURIAS	Oviedo	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000395-2016	09/05/2016	10,0000	GERONA	Sant Feliu de Guixols	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000378-2016	29/04/2016	4,4000	TOLEDO	Esquivias	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000379-2016	29/04/2016	10,0000	LERIDA	Sant Guim de la Plana	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000032-2016	28/04/2016	9,2000	MALAGA	Benalmádena	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000376-2016	28/04/2016	9,9000	ALICANTE/ALACANT	Elche/Elx	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000375-2016	28/04/2016	4,6000	MADRID	Rivas-Vaciamadrid	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000369-2016	27/04/2016	6,5000	TOLEDO	Quintanar de la Orden	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000358-2016	18/04/2016	10,0000	CIUDAD REAL	Retuerta del Bullaque	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000299-2016	26/04/2016	9,8600	ALMERIA	Vélez-Rubio	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000364-2016	21/04/2016	5,7500	MURCIA	Murcia	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000339-2016	12/04/2016	5,7500	MADRID	Rozas de Madrid, Las	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000330-2016	11/04/2016	7,5000	LERIDA	Gimenells i el Pla de la Font	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000316-2016	11/04/2016	7,7000	SALAMANCA	Saelices el Chico	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000171-2016	08/04/2016	6,0000	MURCIA	Murcia	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000242-2016	08/04/2016	5,0000	MURCIA	Murcia	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000281-2016	10/04/2016	9,2000	ALMERIA	Cuevas del Almanzora	DISTRIBUCIONES ELECTRICAS PORTILLO, S.L.
RA10-000275-2016	09/04/2016	5,7500	NAVARRA	Bargota	BERRUEZA, S.A.
RA10-000269-2016	09/04/2016	10,0000	CORUÑA (A)	Vedra	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000256-2016	08/04/2016	10,0000	VALLADOLID	Velilla	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000246-2016	08/04/2016	5,7500	NAVARRA	Cizur	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000021-2016	23/03/2016	0,6000	MURCIA	Murcia	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000203-2016	08/04/2016	10,0000	TARRAGONA	Vilanova de Prades	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000201-2016	08/04/2016	10,0000	CASTELLÓN/CASTELLÓ	Benicasim/Benicàssim	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000195-2016	08/04/2016	5,5000	LERIDA	Golmés	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000194-2016	08/04/2016	6,0000	SALAMANCA	San Morales	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000192-2016	08/04/2016	9,0000	CASTELLÓN/CASTELLÓ	Vall d'Alba	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000185-2016	08/04/2016	6,6000	LERIDA	Palau d'Anglesola, El	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000174-2016	08/04/2016	3,4500	LERIDA	Lleida	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000168-2016	08/04/2016	10,0000	MADRID	Madrid	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000121-2016	07/04/2016	6,6000	LUGO	Antas de Ulla	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000113-2016	07/04/2016	6,9000	MADRID	Madrid	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000084-2016	07/04/2016	9,2000	NAVARRA	Berrioplano/Berriobeiti	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000082-2016	07/04/2016	4,6000	LUGO	Portomarín	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000036-2016	07/04/2016	6,9000	ASTURIAS	Oviedo	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000041-2016	07/04/2016	3,4500	ASTURIAS	Siero	HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000073-2016	06/04/2016	9,9000	LUGO	Taboada	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000072-2016	06/04/2016	9,9000	LUGO	Taboada	UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.
RA10-000069-2016	06/04/2016	3,0000	CASTELLÓN/CASTELLÓ	Benicasim/Benicàssim	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.
RA10-000046-2016	05/04/2016	8,0500	MALAGA	Marbella	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000030-2016	04/04/2016	4,6000	MALAGA	Casabermeja	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
RA10-000013-2016	14/03/2016	6,6000	LERIDA	Serbs	ELECTRICA SEROSENSE DISTRIBUIDORA, S.L.
RA10-000011-2016	07/03/2016	2,2000	JAEN	Úbeda	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.

Documentación técnica del vidrio arquitectónico fabricado por ONYX SOLAR

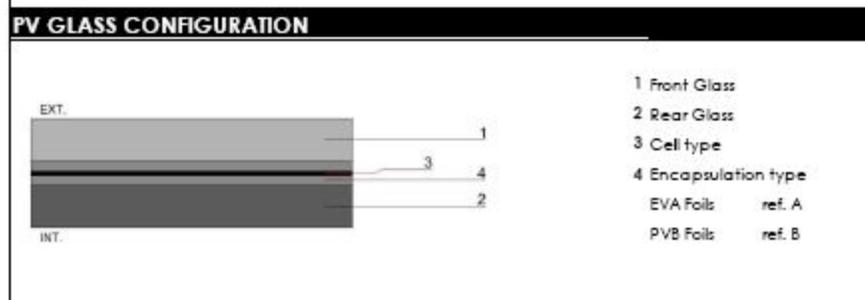
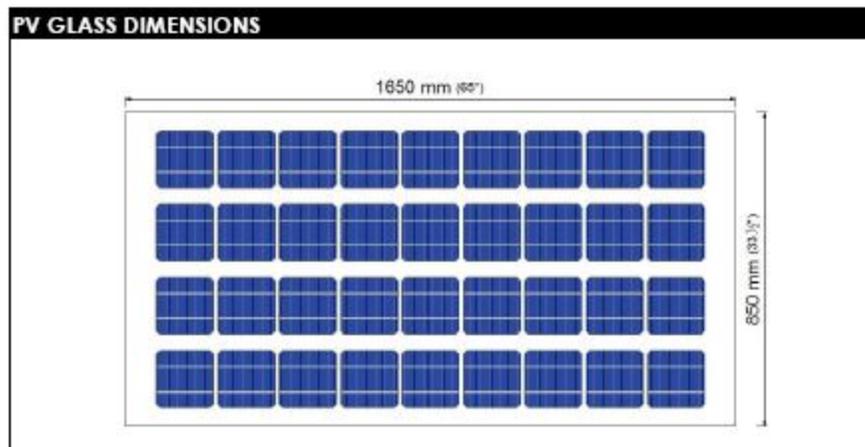
PHOTOVOLTAIC GLASS		0_A_-16500850_	
1650 x 850 mm		ref. M	ref. P
Electrical data test conditions (STC)		6" Mono-Cryst.	6" Poly-Cryst.
Nominal peak power	P_{max} (Wp)	159	145
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	23	22
Short-circuit current	I_{sc} (A)	8.93	8.45
Voltage at nominal power	V_{mp} (V)	19	18
Current at nominal power	I_{mp} (A)	8.39	7.93
Power tolerance not to exceed	%	±10	±10

STC: 1000 W/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description		
Length	mm	1650
Width	mm	850
Thickness	mm	9,80 / 11,80 / 13,80 / 17,80
Surface area	sqm	1,40
Weight	Kg	28,00 / 35,00 / 42,00 / 56,00
Cell type (no PV cells)		6" Mono-C. (36) 6" Poly-C. (36)
Front Glass		4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 Tempered Glass
Rear Glass		4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A	1,80 mm EVA Foils
	ref. B	PVB Foils (not available)

Junction Box		
Protection		IP65
Wiring Section		2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits		
Maximum system voltage	V_{sys} (V)	1,000
Operating module temperature	°C	-40...+85
Temperature Coefficients		
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C	-0,451
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C	-0,361
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C	+0,08

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar



NOTES

- * For optical and further mechanical properties, please go to: Technical Guide. 7.-Other Properties.
- * Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to: Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.
- * Junction box type and location should be approved by the customer.

PHOTOVOLTAIC GLASS		034_N-12450300-_-_-			
1245 x 300 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)					
Nominal peak power	P_{mp} (W)	21	15	13	10
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	23	23	23	23
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mp} (V)	16	16	16	16
Current at nominal power	I_{mp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

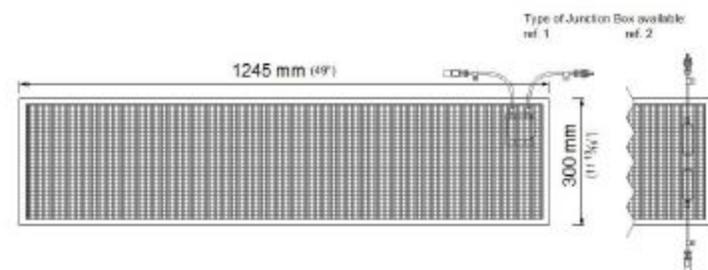
STC: 1000 w/m² AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 300
Thickness	mm 8,10 (EVA) 7,96 (PVB)
Surface area	sqm 0,37
Weight	Kg 6,00
Cell type	a-Si Thin Film
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	4,0 mm Float Glass
Thickness encapsulation	ref. A 0,90 mm EVA Foils
	ref. B 0,76 mm PVB Foils

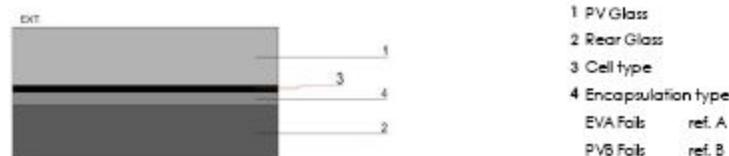
Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} [V] 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

*All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS

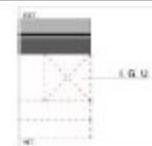


PV GLASS CONFIGURATION



NOTES

- * For optical and further mechanical properties, please go to: Technical Guide. 7.-Other Properties.
- * Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to: Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.
- * Junction box type and location should be approved by the customer.

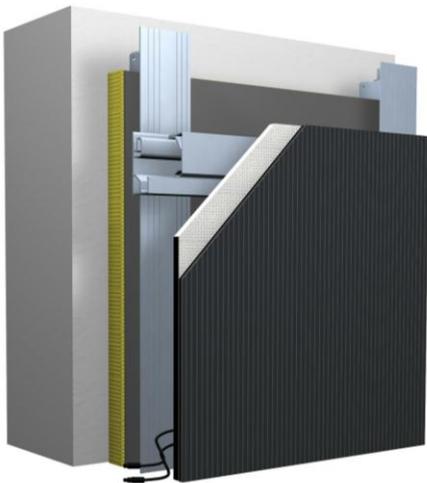


**Documentación técnica de la fachada ventilada fotovoltaica StoVentec ARTline
fabricada por Sto Ibérica SLU**



StoVentec ARTline

Fachada Ventilada Fotovoltaica



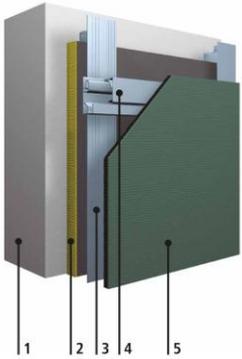
La energía fotovoltaica, la transformación directa de la Energía solar en corriente eléctrica, es uno de los métodos más respetuosos con el medioambiente para generar energía; no se generan gases y no se consumen combustibles fósiles. Con StoVentec ARTline se puede utilizar esta tecnología incluso sobre las fachadas. Desarrollado en estrecha colaboración con la empresa Würth Solar, en la fachada se integra, como superficie, un módulo fotovoltaico especial. StoVentec ARTline no solamente proporciona un aislamiento al edificio y reduce sus necesidades en calefacción, sino que, al mismo tiempo, genera energía a partir de la radiación solar.

StoVentec ARTline

Así se activan energéticamente las fachadas



ESTRUCTURAS DE LOS SISTEMAS



StoVentec ARTline Invisible
con fijación oculta. Módulos FV activos disponibles en los tamaños 1200 x 600 mm o 600 x 1200 mm, con un formato de panel máximo de 2600 x 1250 mm se fijan varios módulos FV sobre un panel portante



StoVentec ARTline Inlay
Módulos disponibles en los tamaños 1205 x 605 mm y 605 x 1205 mm

- 1 Superficie de soporte.
- 2 Aislamiento térmico.
- 3 Subestructura.
- 4 Perfiles de agarre.
- 5 StoVentec ARTline Invisible Panel.
- 6 Raíles de soporte.
- 7 StoVentec ARTline Inlay Panel.

Descripción del sistema

Aplicación

- Sistema indicado tanto para rehabilitación como para obra nueva
- Soporte: Mampostería (piedra arenisca calcárea, ladrillo, bloque de hormigón), mampostería vista, paneles laminados de cartón yeso
- Compensación de grandes irregularidades gracias a una subestructura flexible
- Sobre cerramientos exteriores en construcciones de madera

Propiedades

- Resuelve los problemas de humedades conservando seca la albañilería gracias a su doble piel
- Sistema no inflamable
- Mejora del aislamiento acústico hasta 10 dB
- Excelente aislamiento térmico
- Excelente resistencia a la formación de grietas
- Elevada resistencia a cargas mecánicas
- Resistente al viento, heladas y otros agentes atmosféricos

Estética

- Los módulos están disponibles en seis colores distintos (en función del color seleccionado, se puede lograr un rendimiento eléctrico de 45 - 75 kWh/m² de módulo fotovoltaico)
- Diseño elegante

Instalación

- Novedosa subestructura de acero inoxidable y aluminio de conductividad térmica reducida, que ofrece una tecnología madura para fachadas ventiladas
- Fácil colocación
- Fijación precisa
- Grosos de panel reducibles
- Soluciones para todos los detalles: vierteaguas, jambas, dinteles, goterones, etc.

Ventajas del sistema

- Adaptable a cualquier tipo de fachada. Integración con existentes
- Innovación: Producción de energía por transformación de rayos de sol en electricidad
- Concienciación medio-ambiental
- Concepto durable y sostenible en el tiempo
- Modernidad: Orientación de futuro
- En edificios altos: Mayor área para aprovechamiento fotovoltaico

Documentación técnica de la teja fotovoltaica fabricada INVENT



Direttamente dal Produttore all'Utente Privato



Impianto fotovoltaico Techtile Smart





Impianto fotovoltaico Techtile Smart

Techtile Smart è il nuovo modo di pensare l'integrazione dei sistemi fotovoltaici nelle coperture.

Techtile Smart è costituito da dei supporti sui quali installare moduli fotovoltaici di lunghezza variabile che vengono posizionati a vista sulla copertura Techtile Basic.

Grazie alla sua versatilità, diventa uno strumento ineguagliabile per il progettista che vuole dare valore aggiunto all'abitazione.



Techtile System

Techtile System: il nuovo rivoluzionario sistema che trasforma il tetto da elemento passivo, con sola funzione di copertura, in tecnologia attiva che contribuisce al fabbisogno energetico dell'abitazione.

I prodotti Techtile System rientrano nella categoria "impianti integrati con caratteristiche innovative" e consentono di ottenere diversi livelli di integrazione architettonica, grazie alla duttilità di installazione e agli appositi vetrini di copertura.

Tutti i componenti Techtile sono costruiti con materiali selezionati e di altissima qualità e per offrire le più alte garanzie di durata e di resistenza agli elementi atmosferici e al deterioramento naturale.



Le soluzioni applicative

Techtile Smart è un sistema che permette di progettare impianti fotovoltaici di svariate forme e dimensioni, grazie alla possibilità di installare i moduli in diverse configurazioni.

Numerose le soluzioni di disposizione dei moduli: in verticale, in orizzontale o alternato con gli elementi in laterizio del tetto.



I componenti

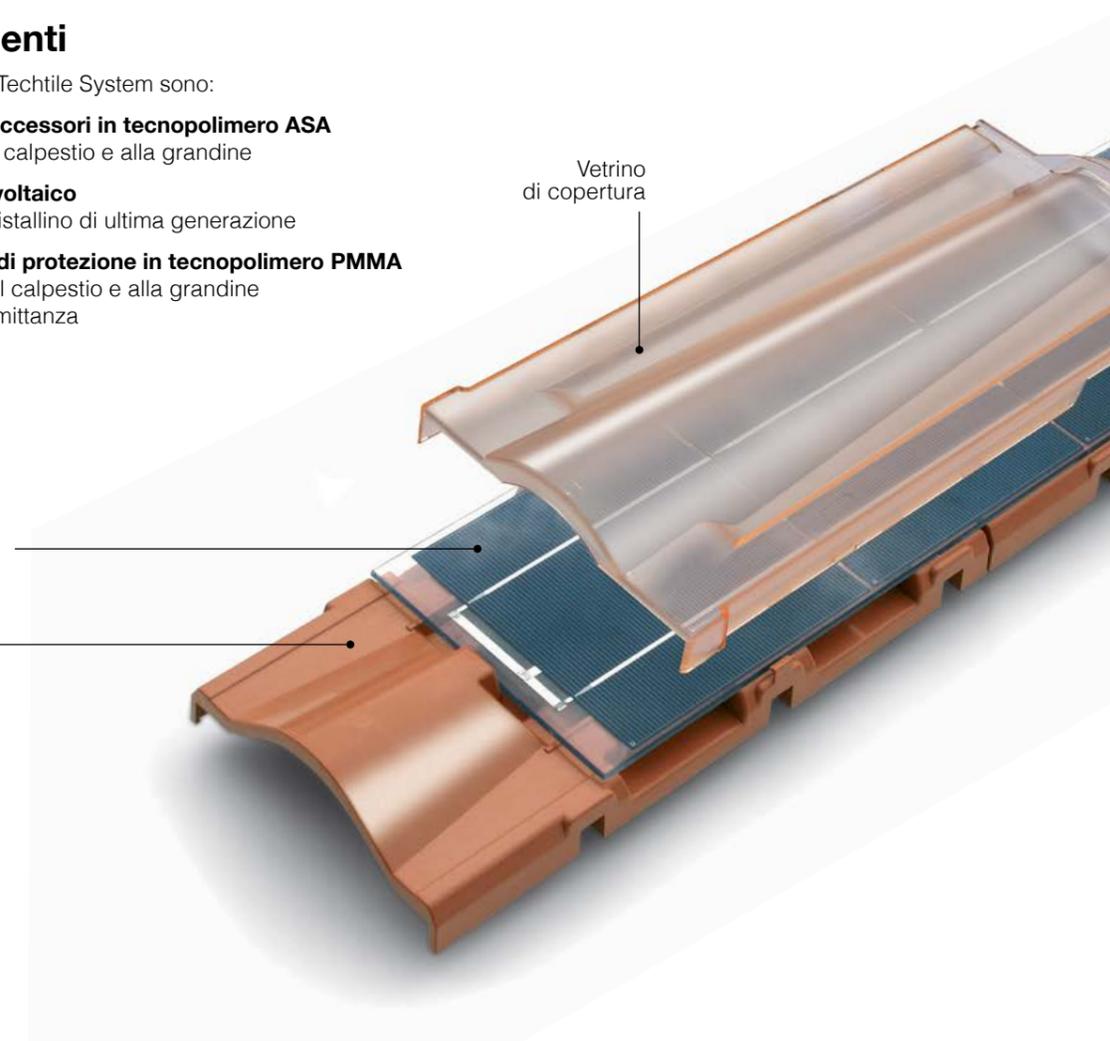
I componenti di Techtile System sono:

- **Supporto e accessori in tecnopolimero ASA**
- Resistenti al calpestio e alla grandine
- **Modulo fotovoltaico**
- Silicio policristallino di ultima generazione
- **Vetrino Plus di protezione in tecnopolimero PMMA**
- Resistente al calpestio e alla grandine
- Elevata trasmittanza

Modulo fotovoltaico

Supporto

Vetrino di copertura





1 kWp

9 m²
di Techtile Smart

11 m²
di Techtile Smart con
vetrino Plus



Il vetrino Plus per la massima integrazione

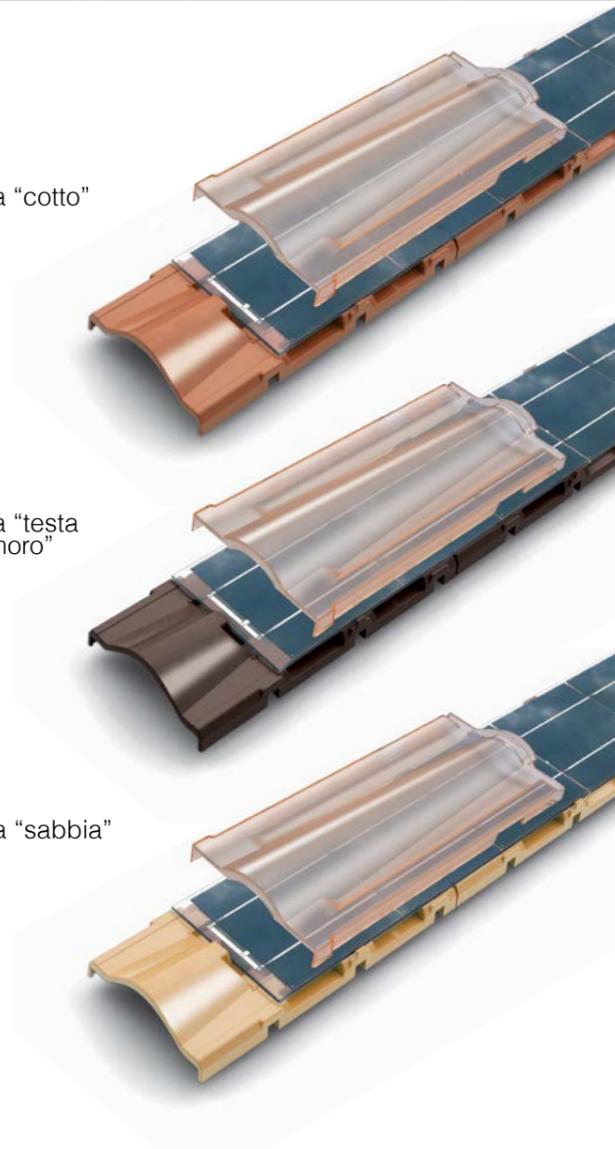
Su Techtile Smart è possibile applicare, come accessorio, un vetrino di protezione. Il vetrino Plus rende l'impianto Techtile Smart ancora più integrato nel tetto dell'edificio.



tinta "cotto"

tinta "testa di moro"

tinta "sabbia"



La gamma colori

Per raggiungere la massima integrazione con i tetti esistenti, Techtile System e tutti gli accessori Techtile Smart sono stati sviluppati in una gamma di colorazioni che comprende, ad oggi, 3 varianti:

- cotto;
- testa di moro;
- sabbia.

Invent[®]
ENERGY IN ACTION

Dati tecnici

I moduli fotovoltaici Techtile Smart sono disponibili in due lunghezze: 10 e 12 celle

Modulo Smart		Q38/10	Q45/12
Potenza nominale	Wp	38	45
Tensione nominale	Vmp	4,86 V	5,76 V
Corrente nominale	Voc	7,81 A	7,81 A
Tensione a vuoto	Voc	6,26 V	7,51 V
Corrente di corto circuito	Isc	8,09 A	8,09 A
Tensione max di sistema	V	1.000	1.000
Coefficiente di temp. CC (α)	mA/°C	4,28	4,28
Coefficiente di temp. tensione a vuoto (β)	V/°C	- 0,022	- 0,026
Coefficiente di temp. della potenza (δ)	W/°C	- 0,1590	- 0,1890
NOCT	°C	41,73	41,73
Tolleranza sulla potenza		± 5%	± 5%

Valori ottenuti in condizioni standard:
1000 W/m - 25°C - AM 1,5

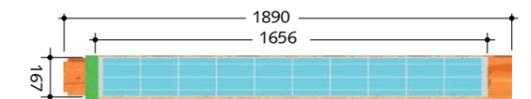
Energia prodotta

Per produrre 1 kWp di energia elettrica sono necessari circa 9 mq di superficie coperta con Techtile Smart e 11 mq di superficie coperta con Techtile Smart e vetrino Plus.

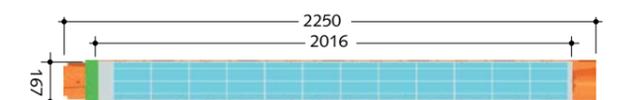
La potenza dei moduli Techtile Smart viene garantita per 10 anni sul 90% e per 25 anni sull'80% della potenza minima indicata.

Dimensioni (mm)

Smart 10



Smart 12





L'installazione

Techtile Basic: la libertà di scegliere

L'installazione dei moduli Techtile Smart prevede la predisposizione del tetto con il sistema Techtile Basic. Il concetto rivoluzionario di Techtile Basic, oltre all'ineguagliabile integrazione architettonica ottenibile, è l'idea di poter applicare su un'unico tipo di predisposizione/copertura, diversi tipologie d'impianto solare.

Techtile Basic è una predisposizione sulla quale è possibile poggiare indifferentemente:

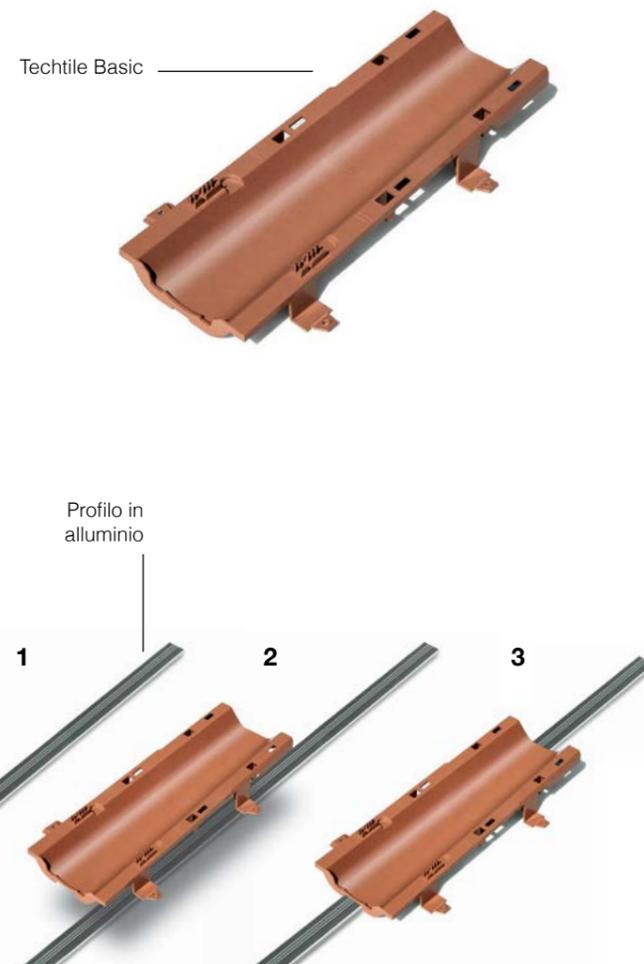
- Tegole in laterizio;
- Moduli fotovoltaici tradizionali;
- Techtile Smart.

Techtile Basic può essere posizionato su qualsiasi tipo di copertura come una normale tegola di canale in cotto.

Per facilitare la posa di Techtile Basic, vengono forniti degli appositi profili in alluminio che, fissati al tetto, consentono di montare le tegole mediante un pratico incastro.

Techtile Basic è facile da installare:

- 1 Fissaggio del listello in alluminio al tetto;
- 2 Posa di Techtile Basic sul listello;
- 3 Fissaggio con vite di Techtile Basic al listello.



Invent[®]
ENERGY IN ACTION

Posa

Techtile Smart si posa come una normale tegola in laterizio. La posa, che viene effettuata manualmente senza l'ausilio di alcuna attrezzatura, risulta facile e richiede tempi brevi.

Il montaggio di Techtile Smart si effettua semplicemente grazie al "passo obbligato" determinato dalla predisposizione Techtile Basic, che garantisce un perfetto allineamento delle tegole, sia in senso orizzontale che verticale.

Collegamenti elettrici

Il collegamento elettrico di Techtile Smart ai quadri elettrici del vano tecnico si effettua come quello di un tradizionale impianto fotovoltaico.



Agente autorizzato



Per informazioni



www.ecocasa20.it
info@invent srl.it



Invent è associata a



Invent è membro dell'associazione PV CYCLE, che ha definito ed avviato (dal 1° gennaio 2011) un programma di ritiro e riciclaggio dei moduli fotovoltaici al termine del loro ciclo di vita; valido solo per i loro associati.

Riconoscimenti



WELL-TECH 2007
Premio all'Innovazione Tecnologica



Ecocasa è un progetto di

Invent[®]
ENERGY IN ACTION

Invent s.r.l.
via A. Volta, 54 - 30020 Noventa di Piave (Ve)
Tel. 0421.307393 - Fax 0421.572963

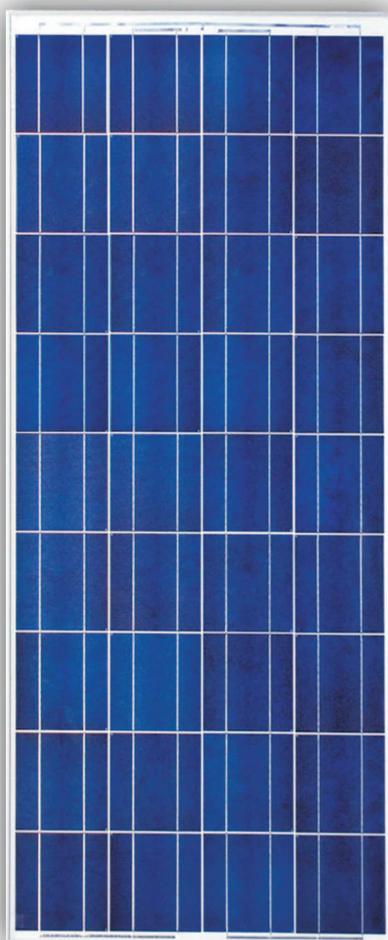
Le illustrazioni e i dati riportati sono indicativi. Invent srl si riserva il diritto di apportare, senza alcun obbligo di preavviso, le modifiche che riterranno più opportune per l'evoluzione del prodotto o del servizio.

CABRTEC02

**Documentación técnica del módulo fotovoltaico utilizado en las simulaciones
A150 fabricado por ATERSA**

Módulos fotovoltaicos para el mañana

➔ Módulo fotovoltaico A-150P/160P QUAD



10
años de garantía

+30
años en el sector

Los módulos de ATERSA están diseñados y contruidos teniendo presente su larga vida útil. Por este motivo ATERSA cuida de forma especial la elección de todos y cada uno de los componentes que incorporan, haciéndoles pasar por múltiples y rigurosos controles de calidad, tanto antes, como en la propia producción, para garantizar una altísima eficiencia y durabilidad.

Los más de 30 años que llevamos en el sector, nos hace acumular una experiencia que volcamos en todos los productos que fabricamos.

Así mismo, la instalación de los módulos se facilita mediante el uso de diferentes sistemas diseñados por ATERSA, que nos diferencian claramente de los productos estándar del mercado.

CERTIFICADOS



ISO 9001, 14001
IEC 61215 (Ed.2)
IEC 61730 (Ed.1)
UL, MCS, ICIM ☐

RECICLABLE



Cuidado del medioambiente.
Módulos reciclables.

LARGA DURACIÓN



Garantizada la Potencia
de salida: 25 años.
*10 años, libre de defectos de fabricación.

SERVICIO



Servicio integral.
Asesoramiento técnico,
servicio postventa,
mantenimiento,
reparaciones.

SISTEMA HOOK™



Montaje rápido y sencillo.
Sistema de Fijación Hook™.
Mínimo mantenimiento.

ROBUSTEZ



Cristal templado con alto nivel de transmisividad de 3,2mm de espesor. Robusto marco. Caja de conexiones QUAD Ip54.

FIABILIDAD



Excelente respuesta en condiciones de baja luminosidad.
Garantizada por su tecnología cristalina.

RESISTENCIA



Resistencia a cargas de viento de 2400 Pa y hasta 5400 Pa de nieve.

Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte: www.atersa.com

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

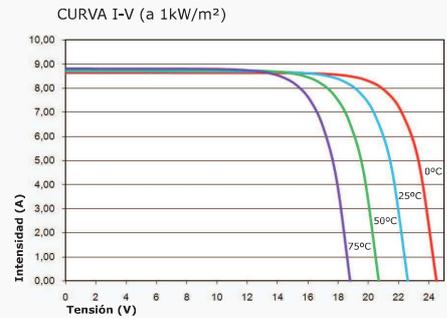
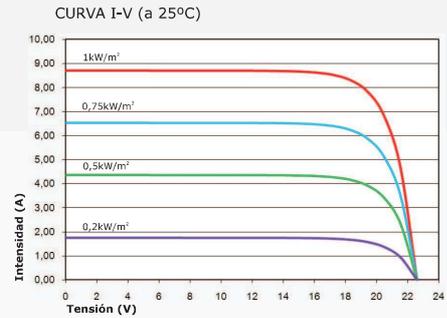
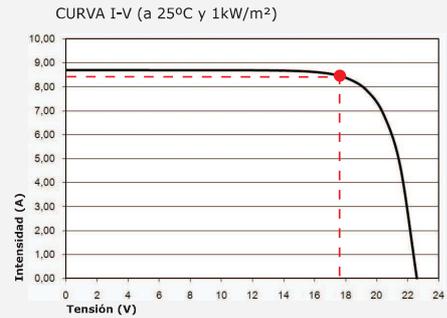
Curvas modelo A-150P

	A-150P	A-160P
Potencia Nominal (±5%)	150 W	160 W
Eficiencia del módulo	15,42%	16,45%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,10 A	8,43 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	18,52 V	18,99 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,47 A	8,84 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	23,20 V	23,40 V

Parámetros térmicos	
Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

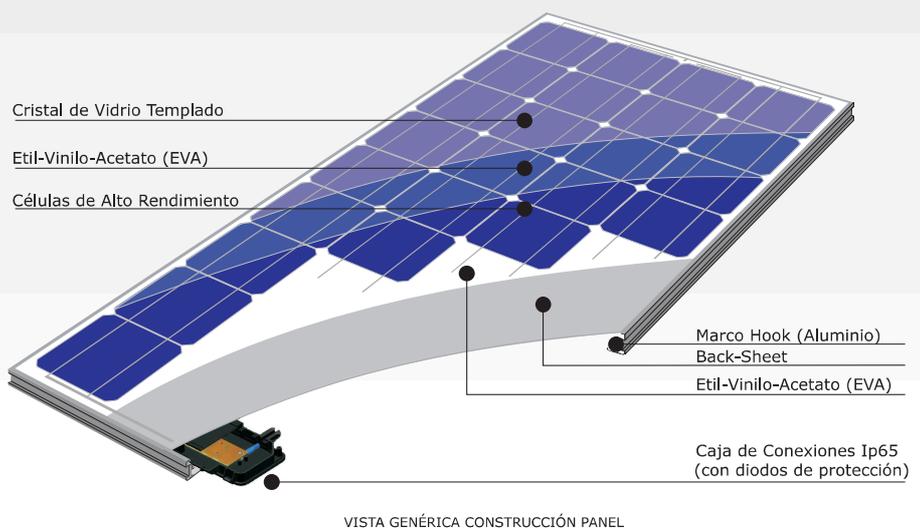
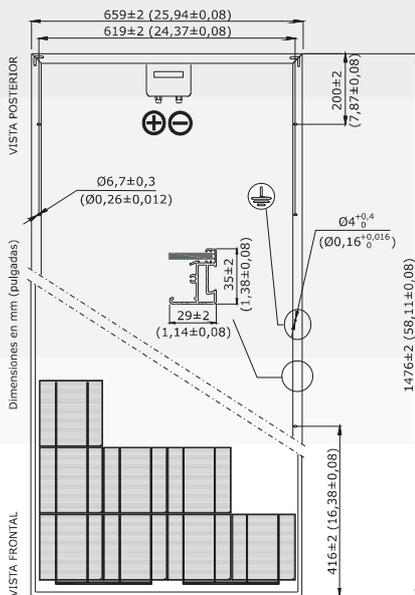
Características físicas	
Dimensiones (mm ± 2mm)	1476x659x35
Peso (kg)	11,9
Área (m ²)	0,97
Tipo de célula	Policristalina 156x156mm (6 pulgadas)
Células en serie	36 (4x9)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3,2mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
Caja de conexiones / Opcional	QUAD IP54 / QUAD Ip65
Cables	-
Conectores	-

Rango de funcionamiento	
Temperatura	-40 °C a +85 °C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento	2400 Pa (130 km/h)
Carga Máxima Nieve	5400 Pa (551 kg/m ²)



* Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

* Max. Corriente Inversa (IR): 15,1A.



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

www.atersa.com • atersa@elecnor.com
 • Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 27/05/15
 Ref.: MU-6P (2) 4x9-B QUAD
 © Atersa SL, 2015



Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el hipotético edificio con fachadas de igual superficie

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Lugar geográfico	Sevilla	País	España
Ubicación	Latitud 37.42° N	Longitud	5.90° W
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT+1	Altitud	23 m
Datos climatológicos:	Sevilla	Meteonorm 6.1 - Synthetic	

Variante de simulación : fachada sur sevilla

Fecha de simulación 30/11/16 17h58

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor	Inclinación	90°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			
Características generador FV				
Módulo FV	Si-poly	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	
Original PVsyst database		Fabricante	Generic	
Número de módulos FV		En serie	15 módulos	En paralelo 24 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	360	Pnom unitaria 250 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	90.0 kWp	En cond. funciona. 80.5 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	409 V	I mpp 197 A
Superficie total		Superficie módulos	586 m²	Superf. célula 525 m²
Inversor				
Original PVsyst database		Modelo	12 kWac inverter	
Características		Fabricante	Generic	
		Tensión Funciona.	350-600 V	Pnom unitaria 12.0 kWac
				Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	6 unidades	Potencia total 72 kWac
Factores de pérdida Generador FV				
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador		35 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas -0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)				

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

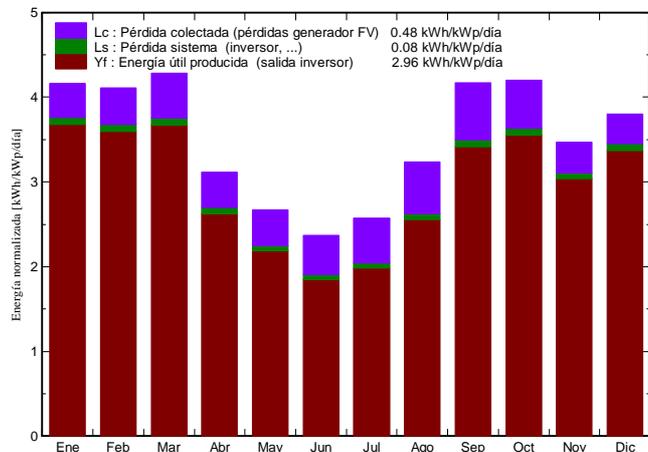
Variante de simulación : fachada sur sevilla

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	360	Pnom total 90.0 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

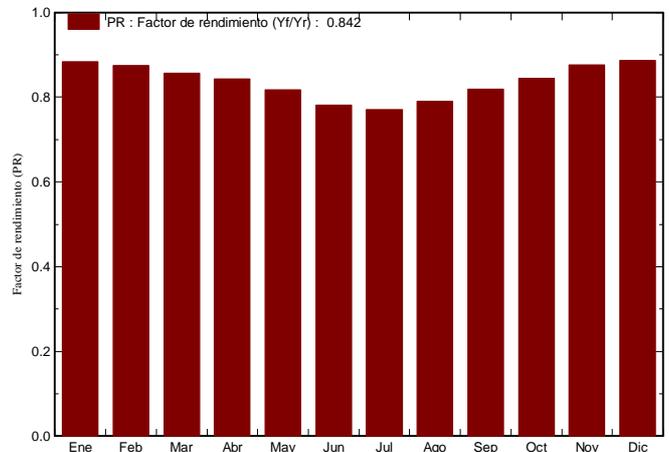
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	97141 kWh/año	Produc. específico 1079 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	84.21 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 90.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)



fachada sur sevilla Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	78.0	11.41	129.1	125.9	10502	10260	13.89	13.57
Febrero	91.4	13.11	115.1	111.2	9273	9058	13.76	13.44
Marzo	145.7	16.61	132.8	126.1	10476	10236	13.47	13.16
Abril	160.6	18.31	93.5	87.1	7283	7093	13.30	12.95
Mayo	205.3	21.71	82.9	75.6	6275	6096	12.93	12.56
Junio	215.9	26.81	71.0	63.9	5162	4993	12.42	12.01
Julio	235.1	28.31	79.9	71.6	5715	5538	12.22	11.84
Agosto	201.6	28.31	100.3	92.1	7329	7136	12.47	12.14
Septiembre	161.2	24.91	125.1	117.7	9439	9217	12.89	12.58
Octubre	119.8	20.51	130.2	125.0	10133	9905	13.29	12.99
Noviembre	74.9	14.91	104.0	100.8	8391	8196	13.78	13.46
Diciembre	66.9	12.21	117.9	115.0	9631	9412	13.95	13.63
Año	1756.3	19.80	1281.8	1211.9	99608	97141	13.27	12.94

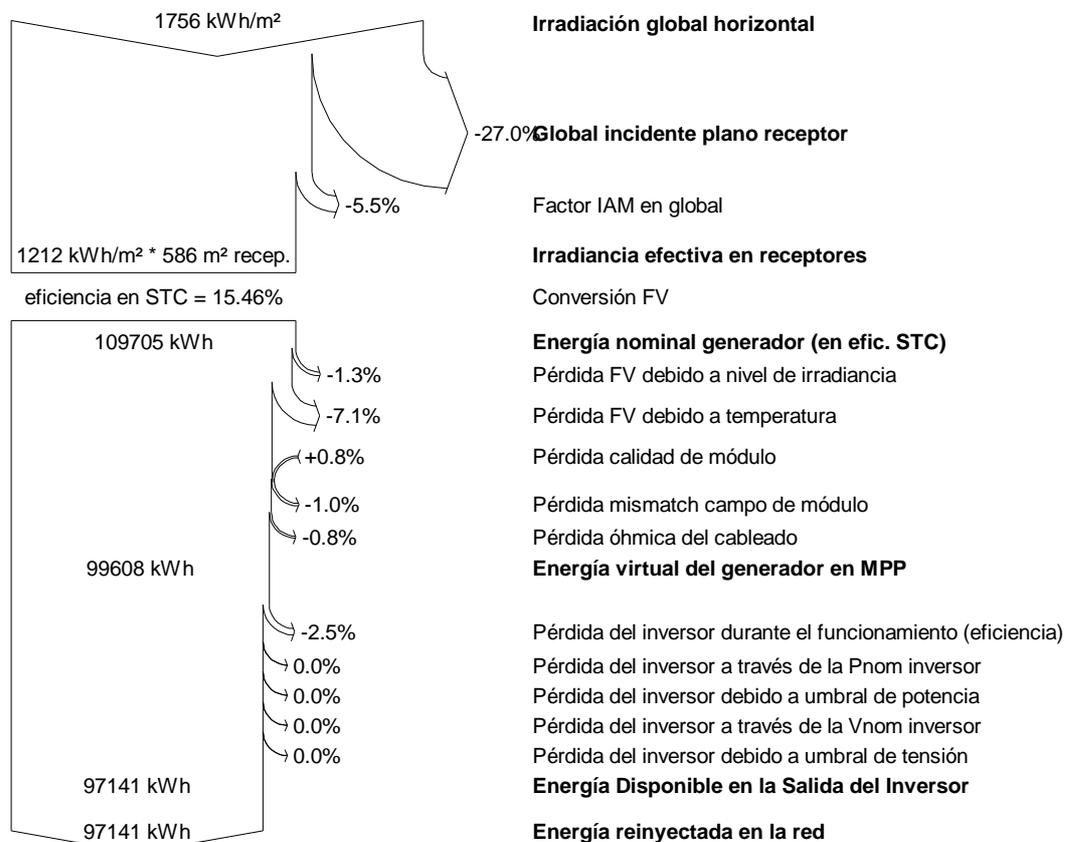
Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	EffArrR	Eficiencia Esal campo/superficie bruta
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados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

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Variante de simulación : **fachada sur sevilla**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	360	Pnom total 90.0 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	Nº de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Lugar geográfico	Sevilla	País	España	
Ubicación	Latitud	37.42° N	Longitud	5.90° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	23 m
	Albedo	0.20		
Datos climatológicos:	Sevilla	Meteonorm 6.1 - Synthetic		

Variante de simulación : fachada oeste sevilla

Fecha de simulación 30/11/16 17h56

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor	Inclinación	90°	Acimut	90°	
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm	
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos				
Sombras cercanas	Sin sombreado				
Características generador FV					
Módulo FV	Si-poly	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells		
Original PVsyst database		Fabricante	Generic		
Número de módulos FV		En serie	15 módulos	En paralelo	24 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	360	Pnom unitaria	250 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	90.0 kWp	En cond. funciona.	80.5 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	409 V	I mpp	197 A
Superficie total		Superficie módulos	586 m²	Superf. célula	525 m²
Inversor		Modelo	12 kWac inverter		
Original PVsyst database		Fabricante	Generic		
Características		Tensión Funciona.	350-600 V	Pnom unitaria	12.0 kWac
				Potencia máx. (=>25°C)	14.0 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	6 unidades	Potencia total	72 kWac
Factores de pérdida Generador FV					
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador		35 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)		Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios :	Carga ilimitada (red)				

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

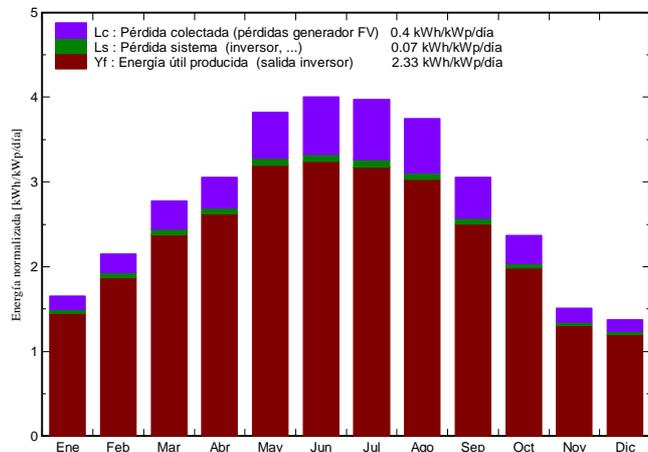
Variante de simulación : fachada oeste sevilla

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	360	Pnom total 90.0 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

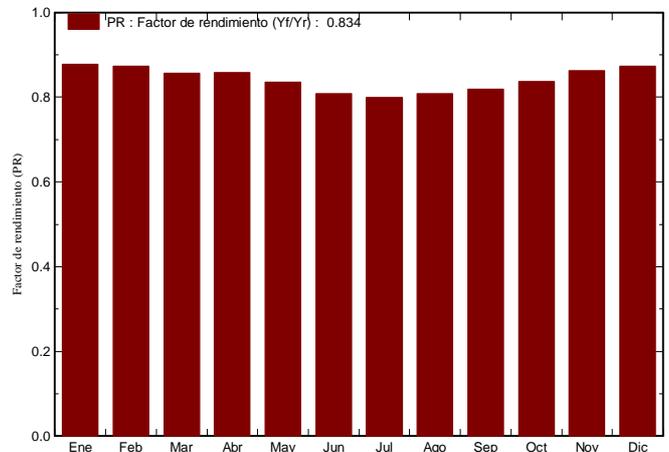
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	76621609 W/año	Produc. específico	851 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	83.44 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 90.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)



fachada oeste sevilla Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	78.0	11.41	51.3	48.8	4176	4050	13.91	13.49
Febrero	91.4	13.11	60.2	57.6	4863	4725	13.80	13.41
Marzo	145.7	16.61	86.1	82.7	6822	6637	13.53	13.17
Abril	160.6	18.31	91.6	88.0	7272	7078	13.55	13.19
Mayo	205.3	21.71	118.5	113.8	9150	8918	13.18	12.84
Junio	215.9	26.81	120.2	115.5	8984	8745	12.76	12.42
Julio	235.1	28.31	123.2	118.7	9110	8868	12.62	12.29
Agosto	201.6	28.31	116.2	112.0	8670	8448	12.73	12.41
Septiembre	161.2	24.91	91.6	87.6	6942	6754	12.93	12.58
Octubre	119.8	20.51	73.4	70.0	5693	5536	13.24	12.87
Noviembre	74.9	14.91	45.3	42.9	3636	3520	13.69	13.26
Diciembre	66.9	12.21	42.5	40.1	3451	3341	13.85	13.41
Año	1756.3	19.80	1020.3	977.6	78768	76622	13.18	12.82

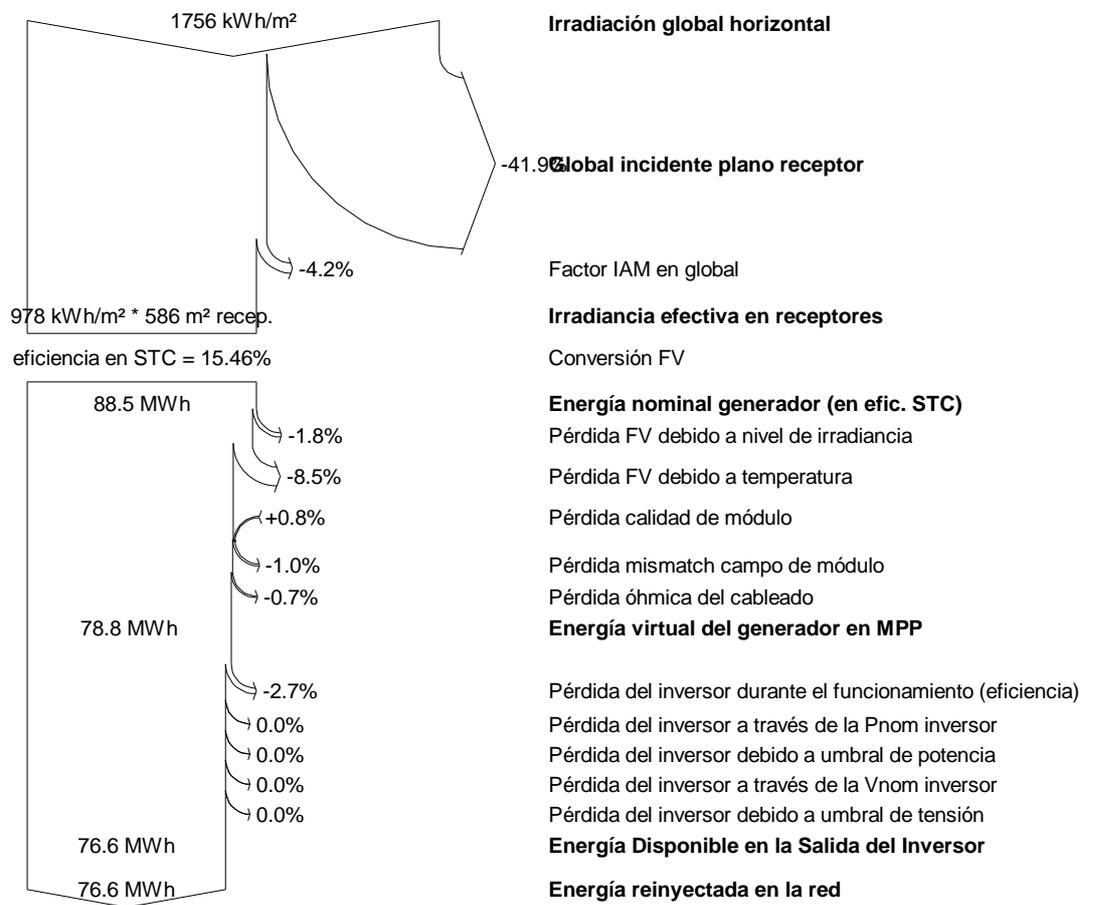
Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	EffArrR	Eficiencia Esal campo/superficie bruta
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados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

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Variante de simulación : fachada oeste sevilla

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	360	Pnom total 90.0 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Fachada orientada al Este en Sevilla

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : fachada ESTE Sevilla**Lugar geográfico** Sevilla País España**Ubicación** Latitud 37.4°N Longitud 5.9°W
Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m**Datos climatológicos:** Sevilla Synthetic - Meteonorm 6.1**Variante de simulación :** fachada este Sevilla

Fecha de simulación 28/11/16 11h51

Parámetros de la simulación**Orientación Plano Receptor** Inclinación 90° Acimut -90°**Modelos empleados** Transposición Perez Difuso Erbs, Meteonorm**Perfil obstáculos** Sin perfil de obstáculos**Sombras cercanas** Sin sombreado**Características generador FV****Módulo FV** Si-poly Modelo **Poly 250 Wp 60 cells**
Fabricante Generic

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	20 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	360	Pnom unitaria	250 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	90.0 kWp	En cond. funciona.	80.7 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	492 V	I mpp	164 A
Superficie total	Superficie módulos	586 m²	Superf. célula	525 m²

Inversor Modelo **12 kWac inverter**Fabricante Generic
Características Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac

Banco de inversores Nº de inversores 7 unidades Potencia total 84 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 29.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 51 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas -0.8 %

Pérdidas Mismatch Módulos Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP

Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE IAM = 1 - bo (1/cos i - 1) Parám. bo 0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Fachada orientada al Este en Sevilla

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : fachada ESTE Sevilla

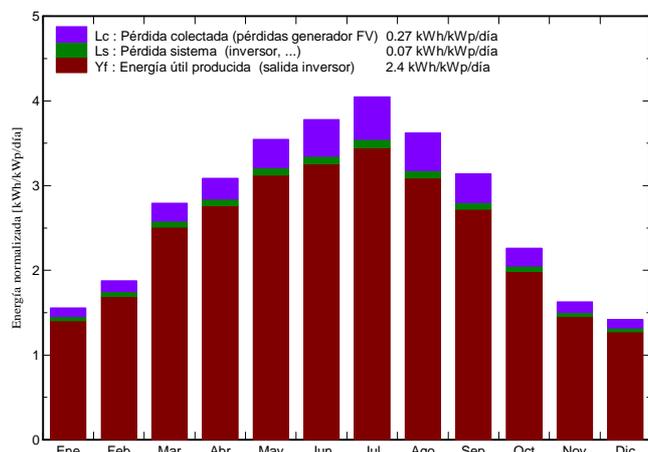
Variante de simulación : fachada este Sevilla

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	360	Pnom total 90.0 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	7.0	Pnom total 84.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

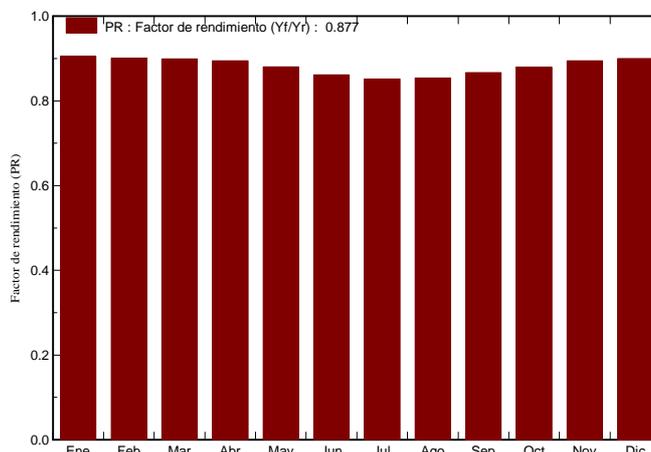
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	78.78 MWh/año	Produc. específico	875 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	87.7 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 90.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)



fachada este Sevilla

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	%	%
Enero	78.0	11.41	48.2	45.7	4.060	3.926	14.38	13.91
Febrero	91.4	13.11	52.6	49.9	4.405	4.262	14.31	13.84
Marzo	145.7	16.61	86.5	83.1	7.207	7.004	14.22	13.82
Abril	160.6	18.31	92.6	89.2	7.672	7.458	14.14	13.75
Mayo	205.3	21.71	110.0	105.9	8.959	8.714	13.91	13.53
Junio	215.9	26.81	113.4	109.1	9.038	8.790	13.61	13.23
Julio	235.1	28.31	125.5	121.0	9.896	9.626	13.46	13.09
Agosto	201.6	28.31	112.3	108.3	8.865	8.626	13.48	13.12
Septiembre	161.2	24.91	94.2	90.6	7.557	7.346	13.70	13.32
Octubre	119.8	20.51	70.1	67.0	5.716	5.546	13.93	13.51
Noviembre	74.9	14.91	48.9	46.4	4.068	3.933	14.22	13.74
Diciembre	66.9	12.21	43.9	41.5	3.679	3.555	14.31	13.82
Año	1756.3	19.80	998.1	957.6	81.124	78.785	13.88	13.48

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

Fachada orientada al Este en Sevilla

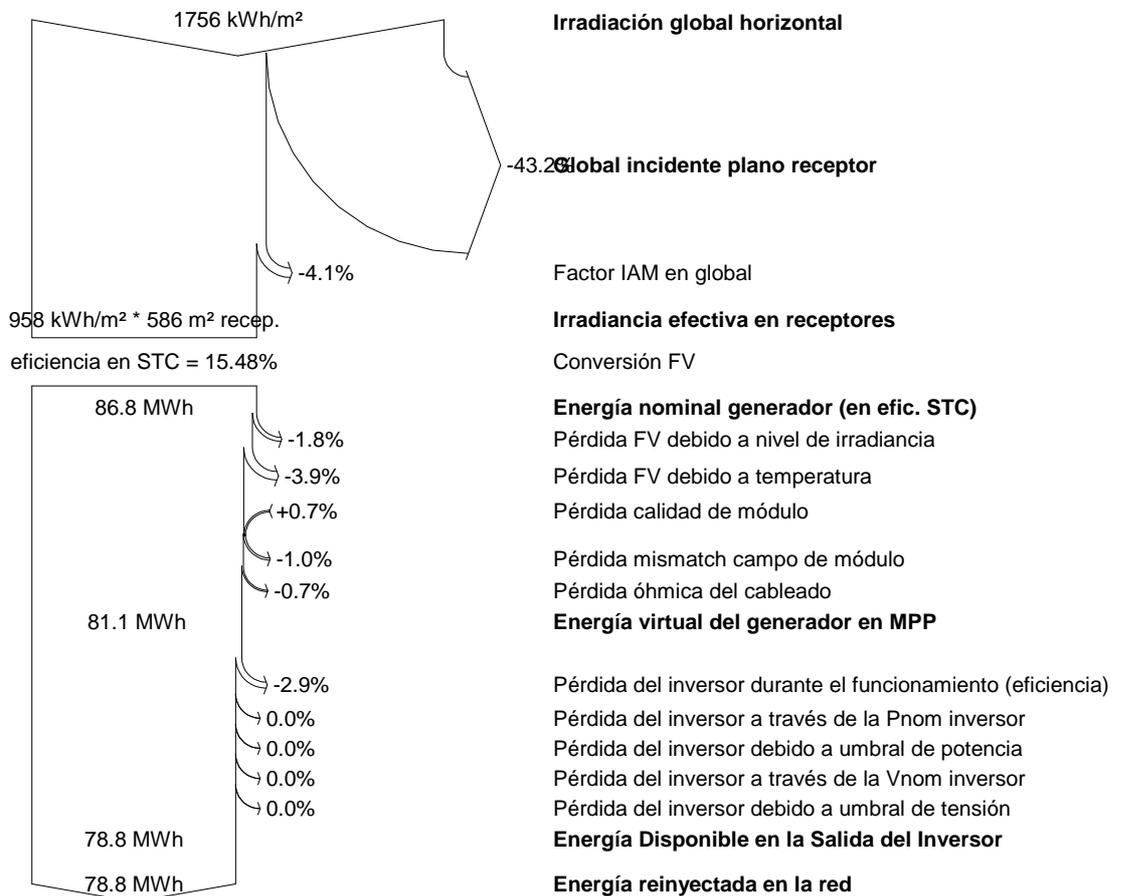
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : fachada ESTE Sevilla

Variante de simulación : fachada este Sevilla

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	Poly 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	360	Pnom total 90.0 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	7.0	Pnom total 84.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el supermercado en Sevilla (España)

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Supermercado

Lugar geográfico Sevilla País **España**

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Supermercado

Fecha de simulación 26/11/16 18h36

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 0°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**

Original PVsyst database Fabricante Atersa

Número de módulos FV En serie 14 módulos En paralelo 21 cadenas

Nº total de módulos FV Nº módulos 294 Pnom unitaria 150 Wp

Potencia global generador Nominal (STC) **44.1 kWp** En cond. funciona. 39.0 kWp (50°C)

Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 422 V I mpp 92 A

Superficie total Superficie módulos **387 m²**

Inversor Modelo **12 kWac inverter**

Original PVsyst database Fabricante Generic

Características Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac

Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac

Banco de inversores Nº de inversores 3 unidades Potencia total 36 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 76 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %

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 : perfil diario Constante durante el año
media 5436 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Supermercado

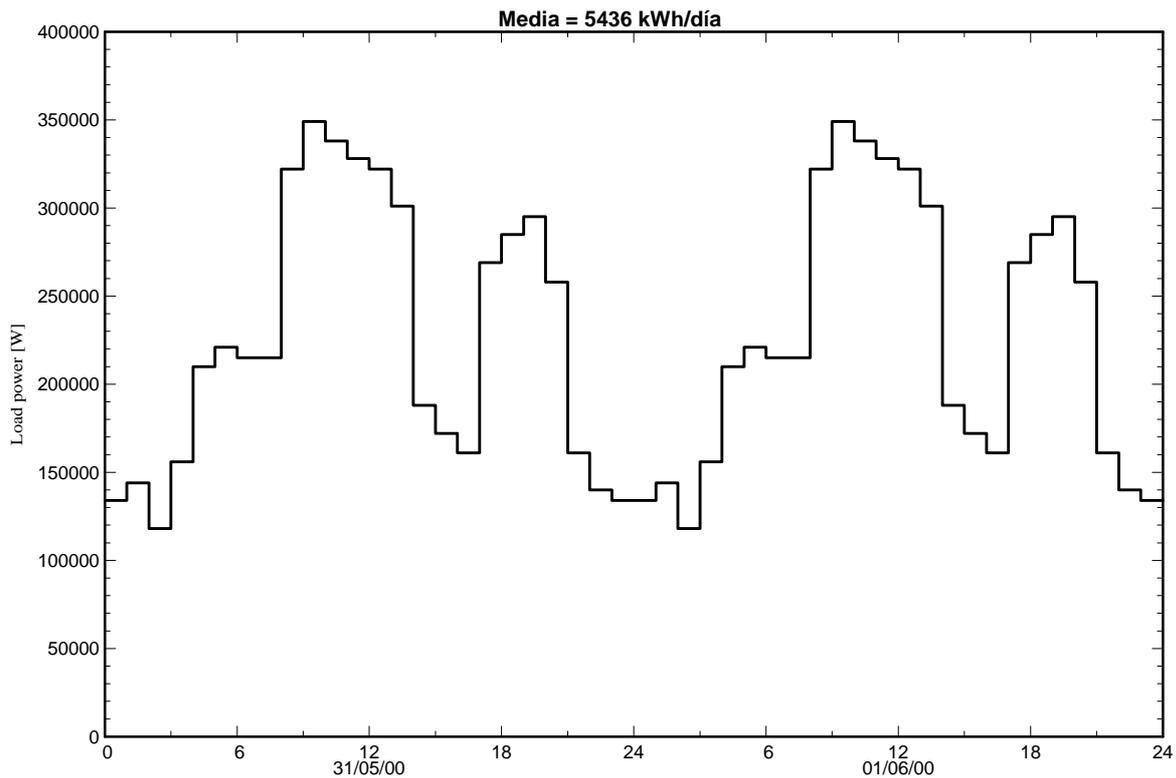
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	294	Pnom total 44.1 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 5436 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Supermercado

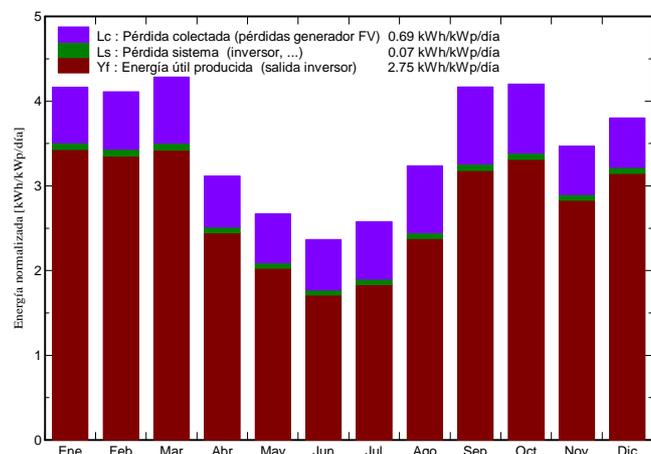
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	294	Pnom total	44.1 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

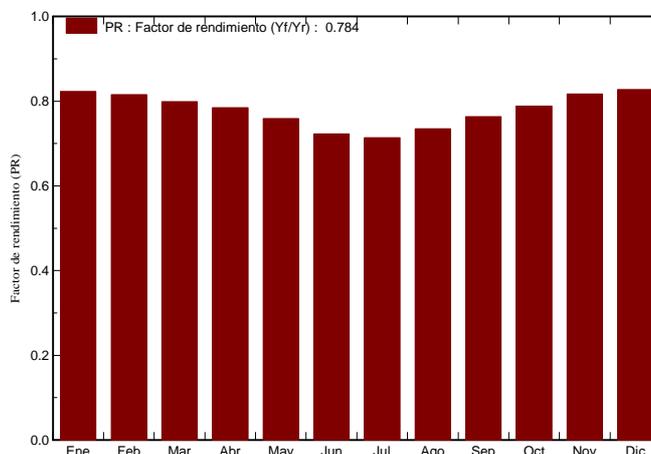
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	44328 kWh/año	Produc. específico	1005 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	78.42 %	Fracción solar SF	2.23 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 44.1 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Supermercado

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	78.0	11.41	129.1	125.9	4797	168516	4687	0.000
Febrero	91.4	13.11	115.1	111.2	4237	152208	4139	0.000
Marzo	145.7	16.61	132.8	126.1	4790	168516	4680	0.000
Abril	160.6	18.31	93.5	87.1	3325	163080	3235	0.000
Mayo	205.3	21.71	82.9	75.6	2859	168516	2774	0.000
Junio	215.9	26.81	71.0	63.9	2344	163080	2263	0.000
Julio	235.1	28.31	79.9	71.6	2599	168516	2513	0.000
Agosto	201.6	28.31	100.3	92.1	3343	168516	3252	0.000
Septiembre	161.2	24.91	125.1	117.7	4314	163080	4211	0.000
Octubre	119.8	20.51	130.2	125.0	4632	168516	4527	0.000
Noviembre	74.9	14.91	104.0	100.8	3835	163080	3745	0.000
Diciembre	66.9	12.21	117.9	115.0	4402	168516	4302	0.000
Año	1756.3	19.80	1281.8	1211.9	45479	1984140	44328	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

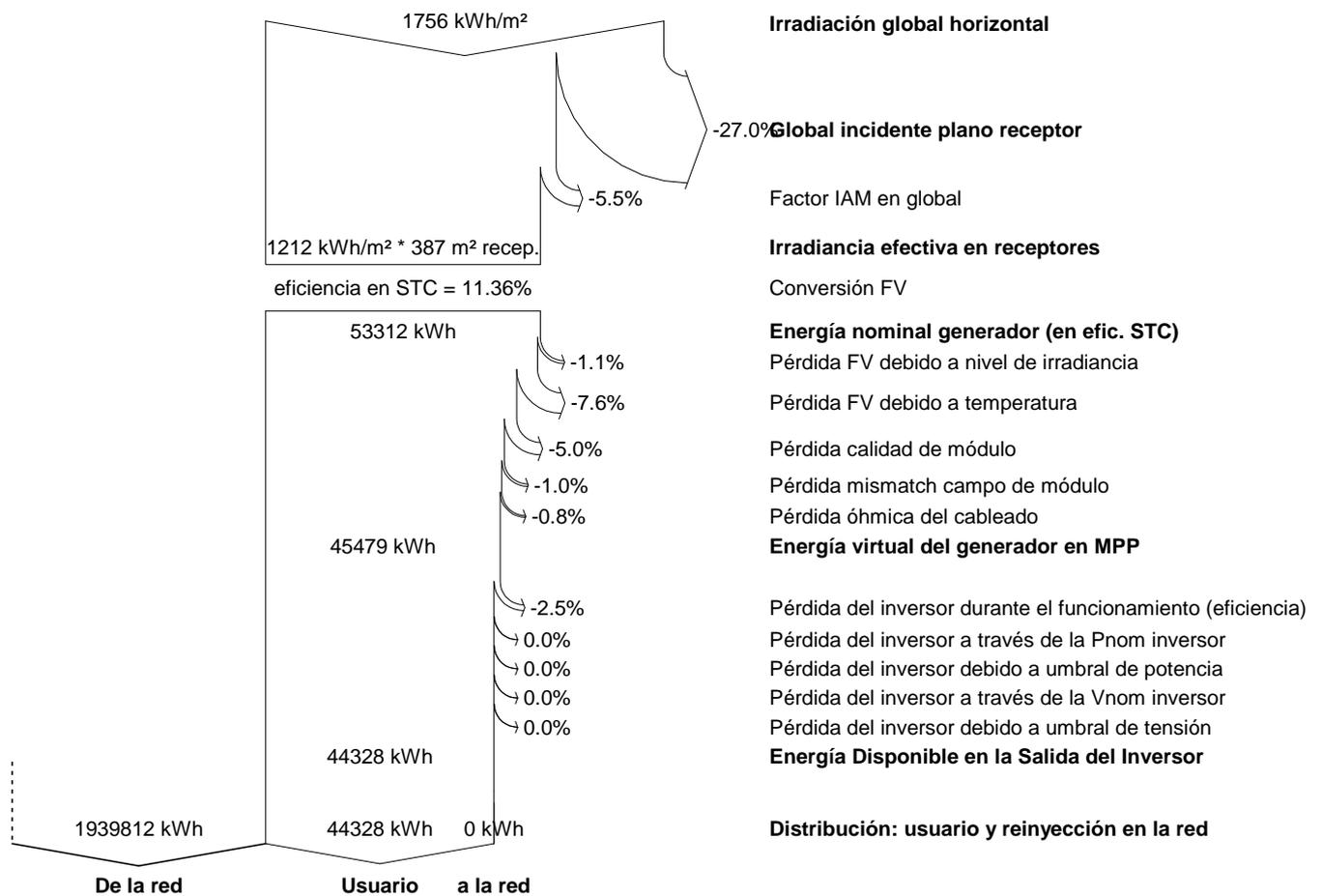
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Supermercado

Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	294	Pnom total	44.1 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Supermercado

Lugar geográfico Sevilla País **España**

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Supermercado

Fecha de simulación 26/11/16 19h54

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 90°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 14 módulos En paralelo 14 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 196 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **29.40 kWp** En cond. funciona. 26.01 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 422 V I mpp 62 A
 Superficie total Superficie módulos **258 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 2 unidades Potencia total 24 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 114 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 5436 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Supermercado

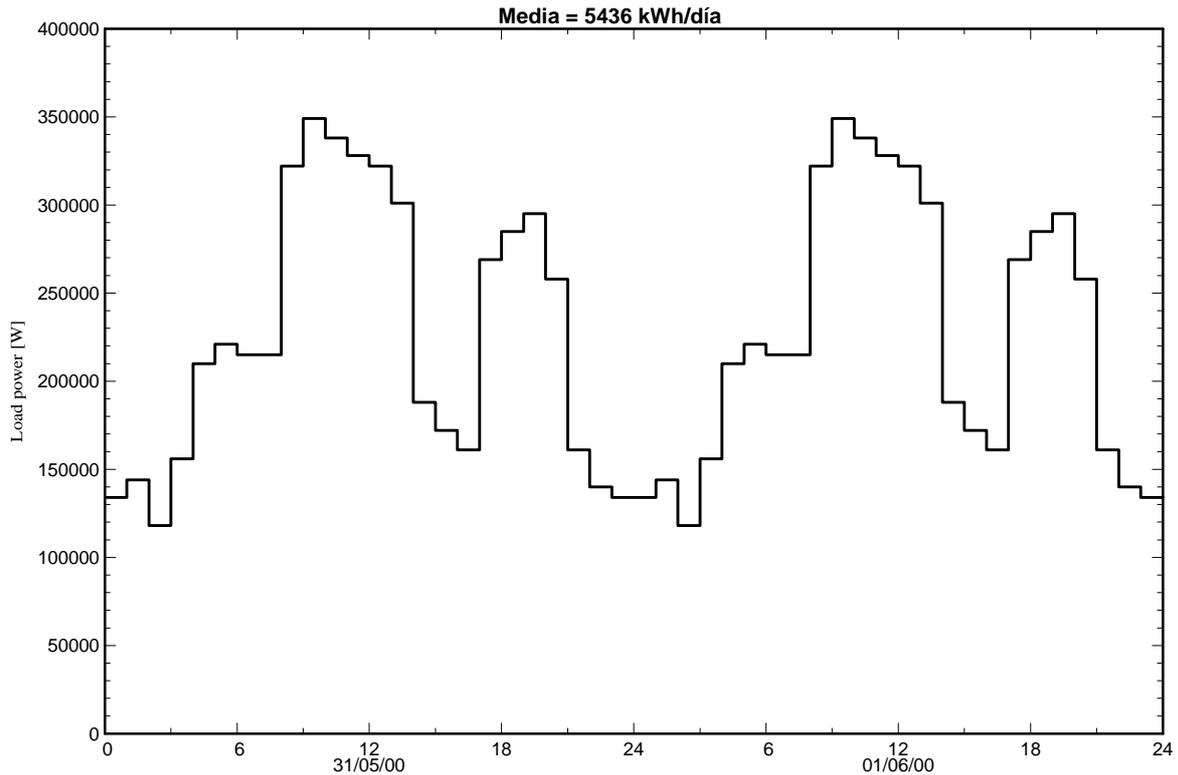
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total 29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 5436 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Supermercado

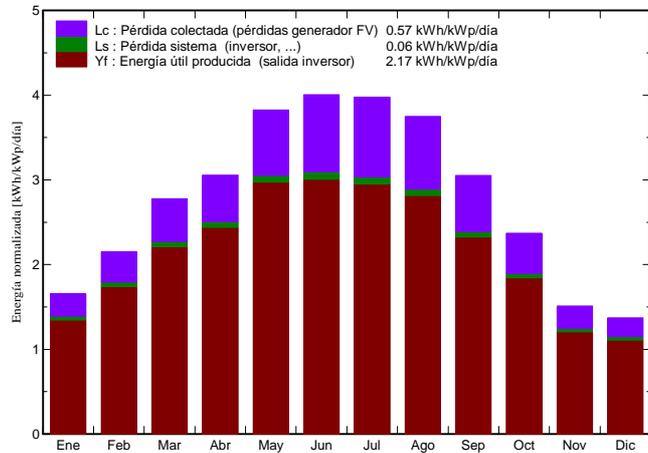
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total 29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

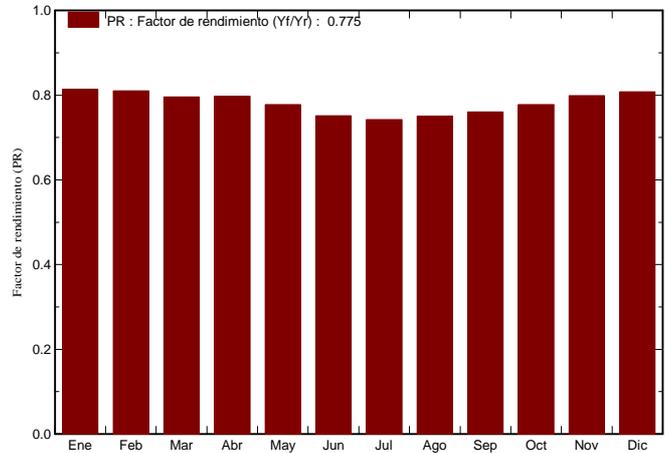
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	23250 kW/año	Produc. específico	791 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	77.50 %	Fracción solar SF	1.17 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 29.40 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Supermercado

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	MWh
Enero	78.0	11.41	51.3	48.8	1.267	168.5	1.227	0.000
Febrero	91.4	13.11	60.2	57.6	1.477	152.2	1.433	0.000
Marzo	145.7	16.61	86.1	82.7	2.072	168.5	2.015	0.000
Abril	160.6	18.31	91.6	88.0	2.210	163.1	2.149	0.000
Mayo	205.3	21.71	118.5	113.8	2.782	168.5	2.710	0.000
Junio	215.9	26.81	120.2	115.5	2.729	163.1	2.654	0.000
Julio	235.1	28.31	123.2	118.7	2.767	168.5	2.691	0.000
Agosto	201.6	28.31	116.2	112.0	2.635	168.5	2.566	0.000
Septiembre	161.2	24.91	91.6	87.6	2.108	163.1	2.049	0.000
Octubre	119.8	20.51	73.4	70.0	1.729	168.5	1.679	0.000
Noviembre	74.9	14.91	45.3	42.9	1.102	163.1	1.065	0.000
Diciembre	66.9	12.21	42.5	40.1	1.046	168.5	1.011	0.000
Año	1756.3	19.80	1020.3	977.6	23.924	1984.1	23.250	0.000

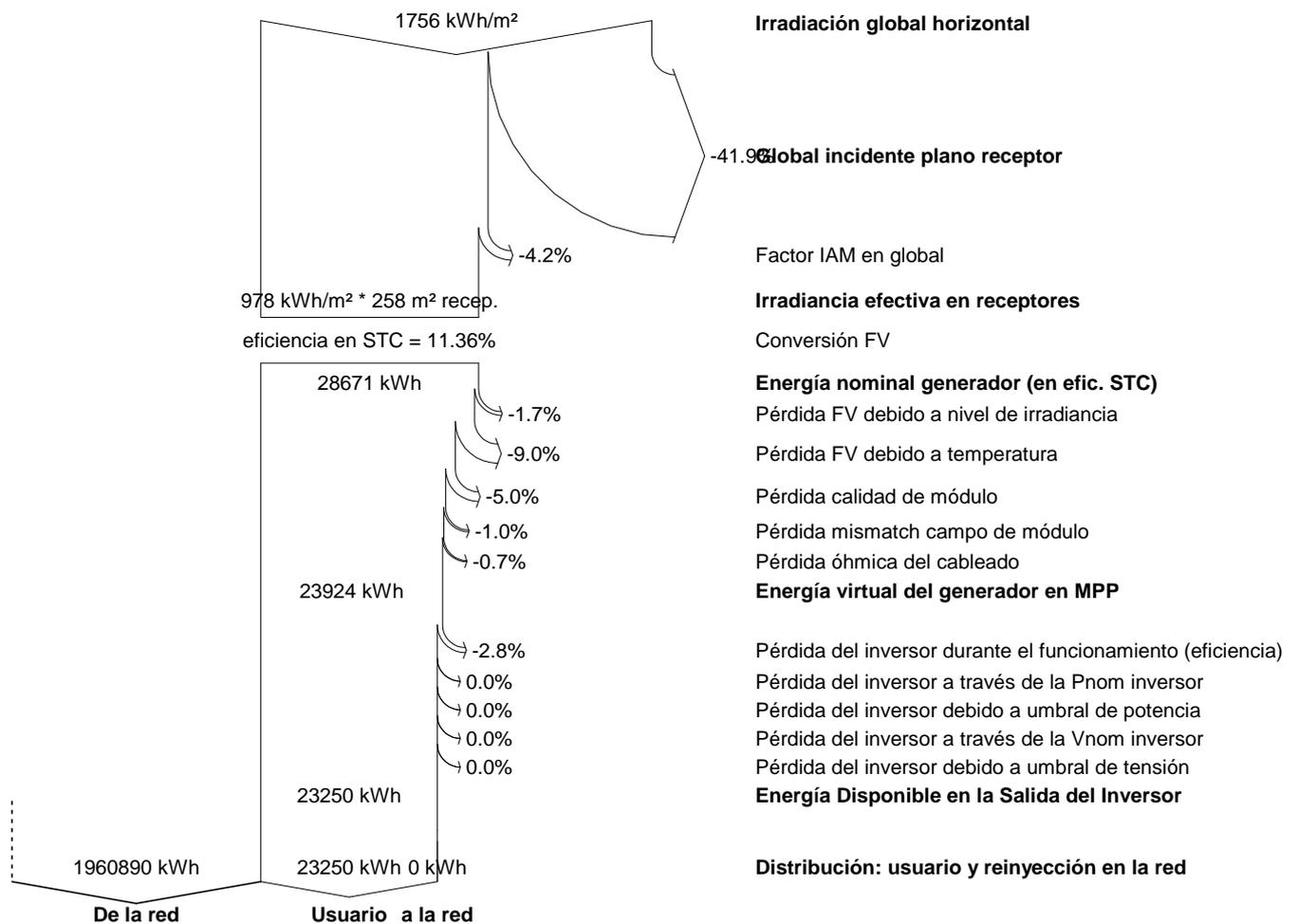
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Supermercado
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total	29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Supermercado

Lugar geográfico Sevilla País España

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Supermercado

Fecha de simulación 26/11/16 20h02

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut -90°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 14 módulos En paralelo 14 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 196 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **29.40 kWp** En cond. funciona. 26.01 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 422 V I mpp 62 A
 Superficie total Superficie módulos **258 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 2 unidades Potencia total 24 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 114 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 5436 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Supermercado

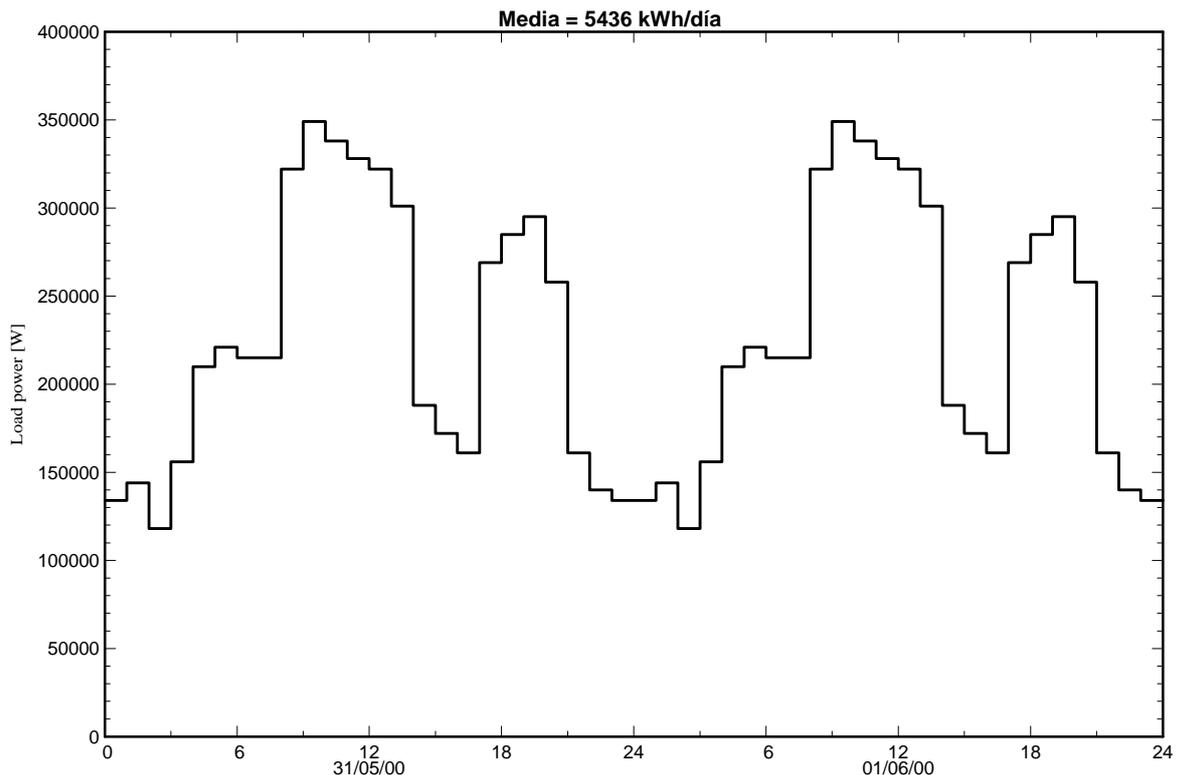
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total 29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 5436 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

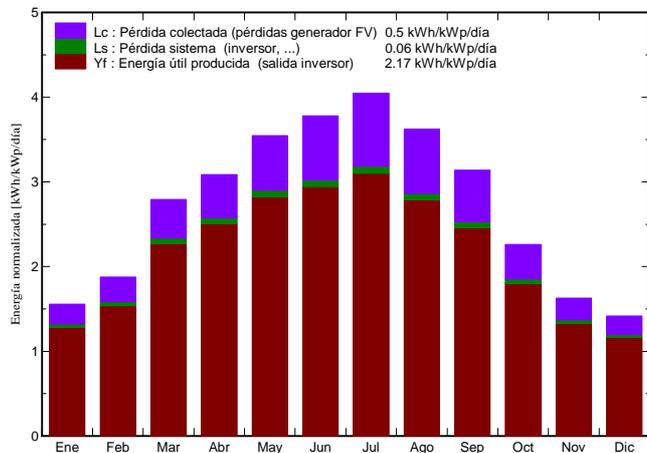
Proyecto : Supermercado

Variante de simulación : Supermercado

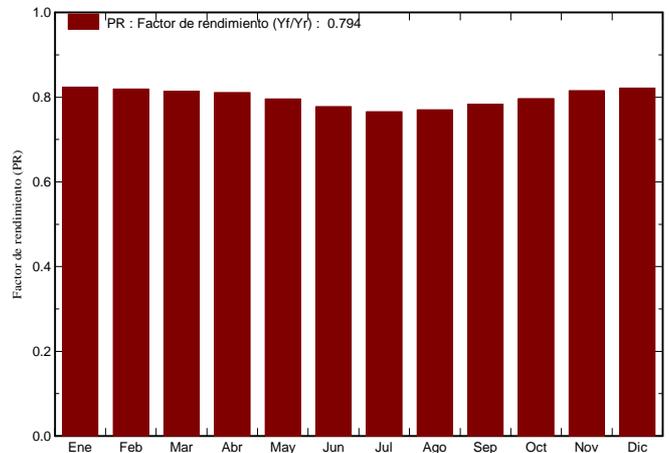
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total 29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

Resultados principales de la simulación			
Producción del Sistema	Energía producida	23294 kW/año	Produc. específico 792 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	79.38 %	Fracción solar SF 1.17 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 29.40 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Supermercado Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	MWh
Enero	78.0	11.41	48.2	45.7	1.207	168.5	1.168	0.000
Febrero	91.4	13.11	52.6	49.9	1.308	152.2	1.267	0.000
Marzo	145.7	16.61	86.5	83.1	2.130	168.5	2.071	0.000
Abril	160.6	18.31	92.6	89.2	2.272	163.1	2.210	0.000
Mayo	205.3	21.71	110.0	105.9	2.646	168.5	2.574	0.000
Junio	215.9	26.81	113.4	109.1	2.667	163.1	2.595	0.000
Julio	235.1	28.31	125.5	121.0	2.904	168.5	2.826	0.000
Agosto	201.6	28.31	112.3	108.3	2.611	168.5	2.542	0.000
Septiembre	161.2	24.91	94.2	90.6	2.229	163.1	2.168	0.000
Octubre	119.8	20.51	70.1	67.0	1.691	168.5	1.642	0.000
Noviembre	74.9	14.91	48.9	46.4	1.211	163.1	1.172	0.000
Diciembre	66.9	12.21	43.9	41.5	1.097	168.5	1.061	0.000
Año	1756.3	19.80	998.1	957.6	23.974	1984.1	23.294	0.000

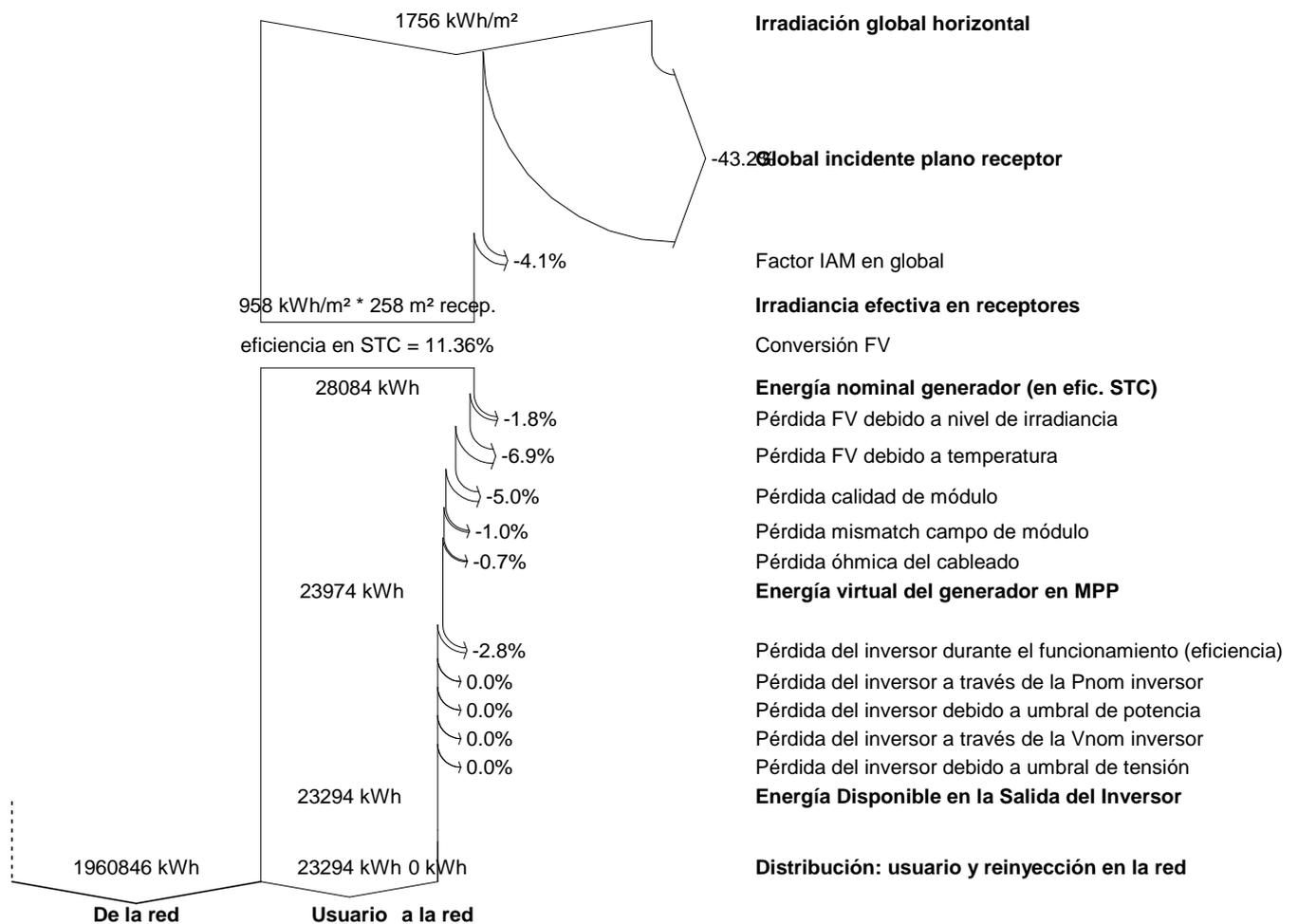
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Supermercado
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total	29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el supermercado en París (Francia).

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Supermercado

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Supermercado

Fecha de simulación 26/11/16 20h21

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 0°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 14 módulos En paralelo 21 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 294 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **44.1 kWp** En cond. funciona. 39.0 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 422 V I mpp 92 A
 Superficie total Superficie módulos **387 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 3 unidades Potencia total 36 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 76 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 5436 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Supermercado

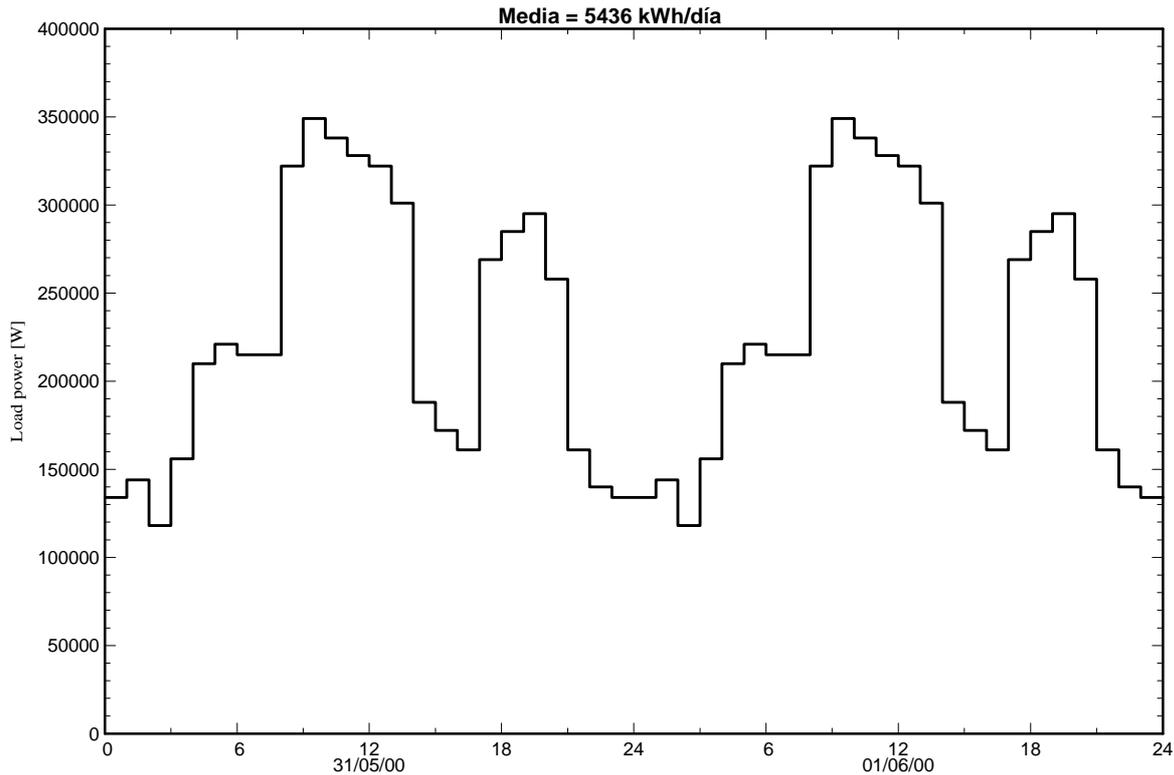
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	294	Pnom total 44.1 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 5436 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



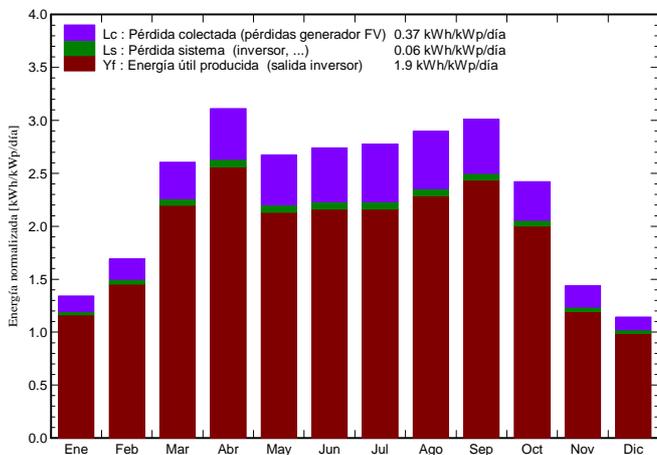
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Supermercado
Variante de simulación : Supermercado

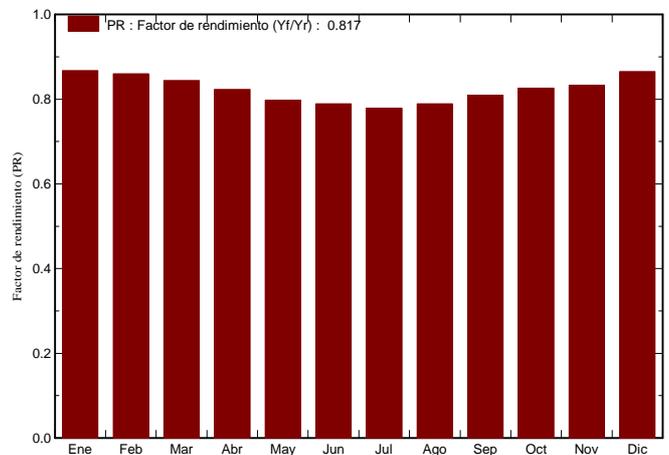
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90° acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	294 Pnom total 44.1 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0 Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año global 1984 MWh/año

Resultados principales de la simulación			
Producción del Sistema	Energía producida	30533 kW/año	Produc. específico 692 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	81.65 %	Fracción solar SF 1.54 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 44.1 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Supermercado Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E Load MWh	E User MWh	E_Grid MWh
Enero	23.6	5.22	41.56	40.32	1.637	168.5	1.589	0.000
Febrero	39.4	5.96	47.33	45.70	1.851	152.2	1.796	0.000
Marzo	81.3	8.60	80.72	77.30	3.088	168.5	3.005	0.000
Abril	126.0	11.76	93.38	88.24	3.483	163.1	3.391	0.000
Mayo	148.3	15.63	82.93	77.50	3.007	168.5	2.916	0.000
Junio	168.6	18.78	82.20	76.66	2.952	163.1	2.860	0.000
Julio	166.3	20.31	86.11	80.15	3.049	168.5	2.956	0.000
Agosto	138.1	19.97	89.86	84.58	3.219	168.5	3.128	0.000
Septiembre	102.1	16.60	90.28	85.93	3.308	163.1	3.223	0.000
Octubre	60.5	13.11	75.06	72.41	2.812	168.5	2.736	0.000
Noviembre	28.2	8.49	43.06	41.75	1.634	163.1	1.581	0.000
Diciembre	18.1	5.40	35.43	34.40	1.399	168.5	1.352	0.000
Año	1100.5	12.52	847.90	804.94	31.438	1984.1	30.533	0.000

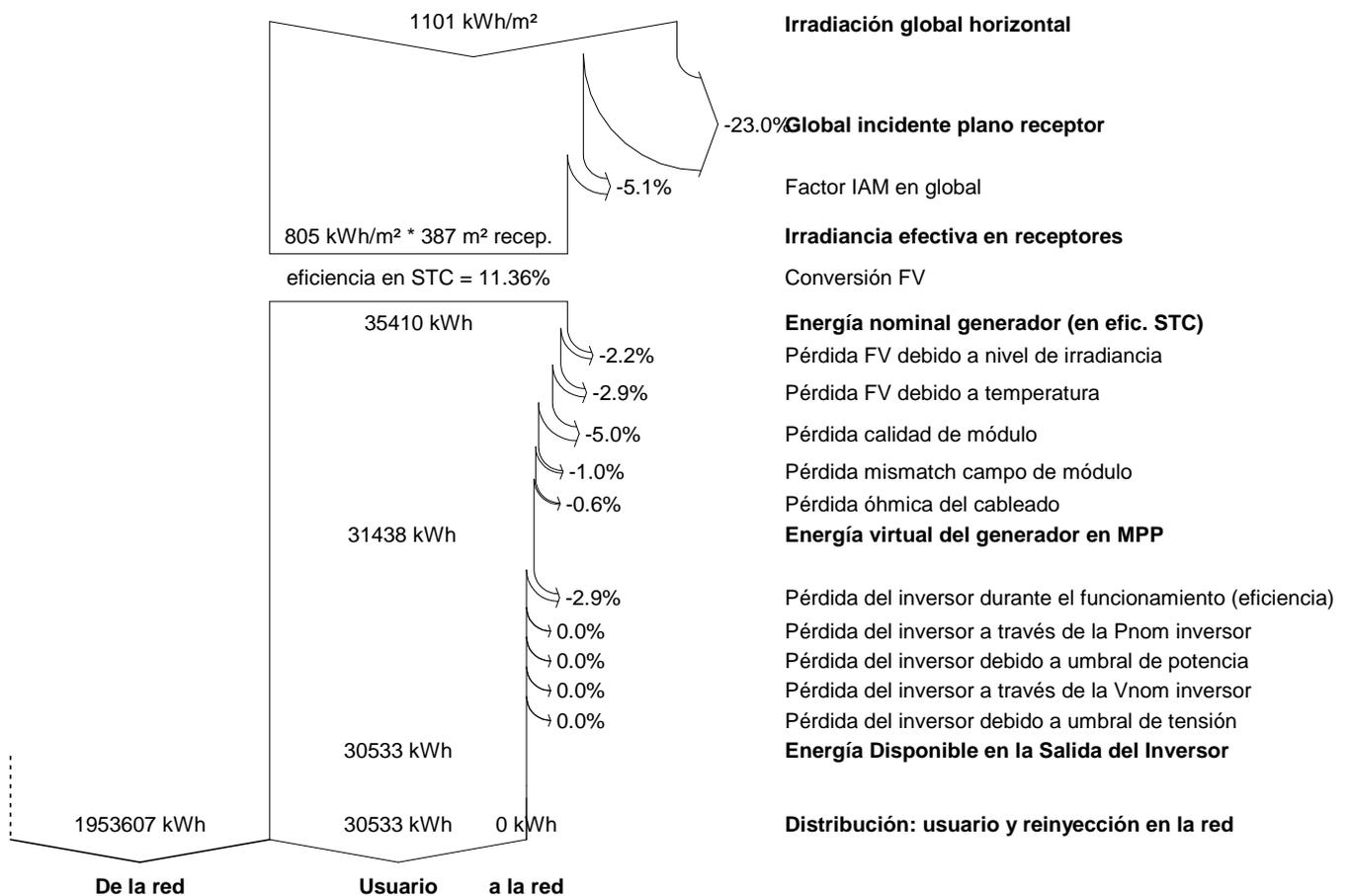
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Supermercado
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	294	Pnom total	44.1 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Supermercado

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Supermercado

Fecha de simulación 26/11/16 20h26

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 90°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 14 módulos En paralelo 14 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 196 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **29.40 kWp** En cond. funciona. 26.01 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 422 V I mpp 62 A
 Superficie total Superficie módulos **258 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 2 unidades Potencia total 24 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 114 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 5436 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Supermercado

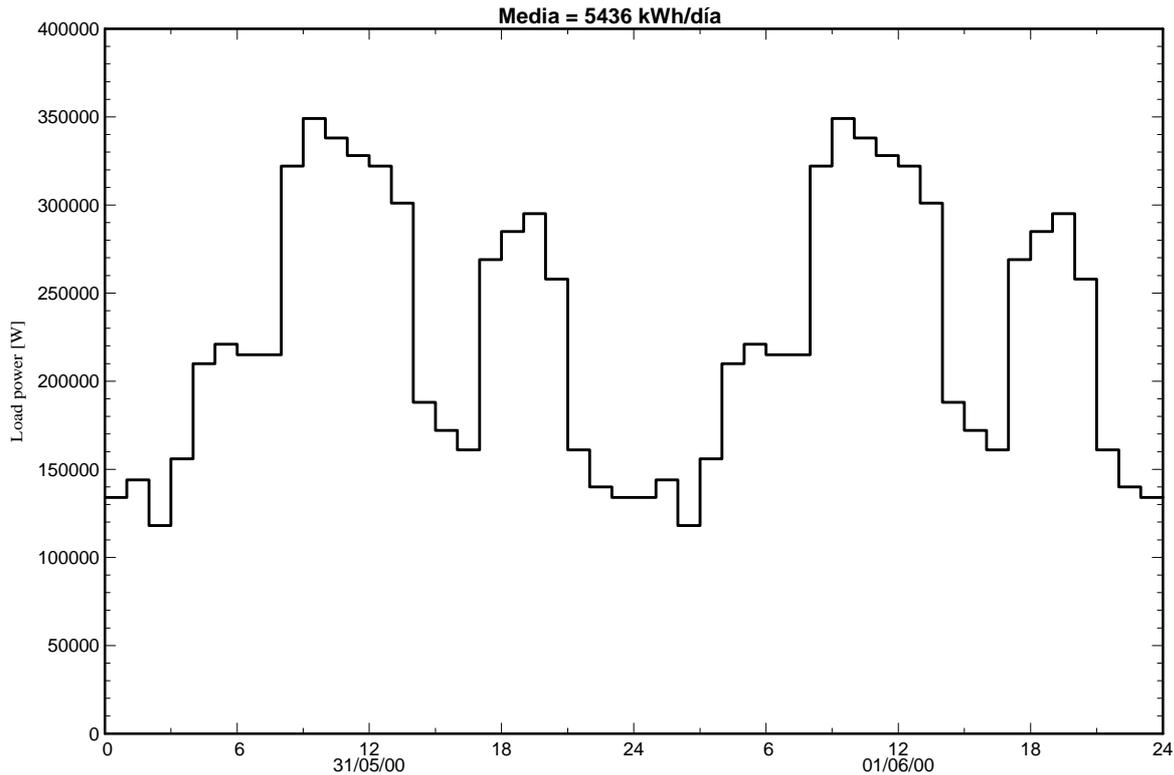
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total 29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 5436 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Supermercado

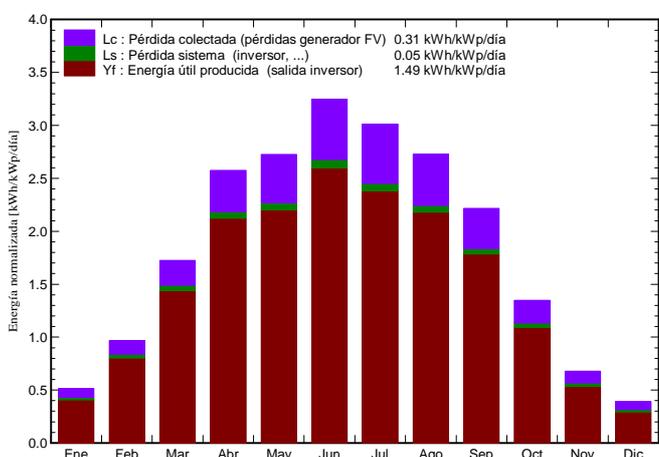
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total	29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

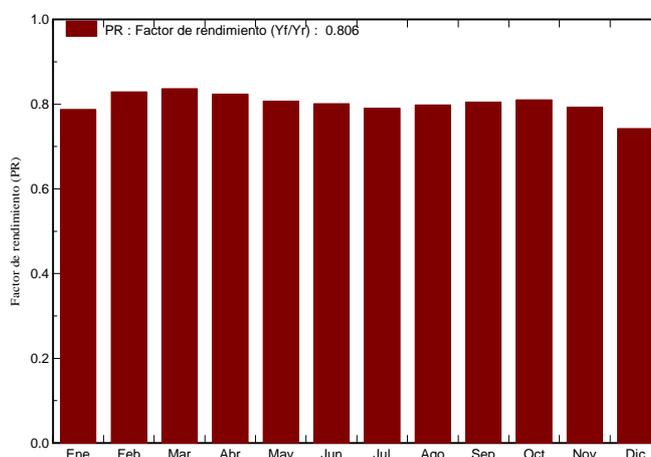
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	15980 kW/año	Produc. específico	544 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	80.60 %	Fracción solar SF	0.81 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 29.40 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Supermercado

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	MWh
Enero	23.6	5.22	16.02	14.88	0.394	168.5	0.371	0.000
Febrero	39.4	5.96	27.08	25.72	0.689	152.2	0.660	0.000
Marzo	81.3	8.60	53.44	51.07	1.358	168.5	1.314	0.000
Abril	126.0	11.76	77.27	74.17	1.929	163.1	1.872	0.000
Mayo	148.3	15.63	84.53	81.16	2.068	168.5	2.006	0.000
Junio	168.6	18.78	97.31	93.51	2.361	163.1	2.293	0.000
Julio	166.3	20.31	93.36	89.58	2.235	168.5	2.170	0.000
Agosto	138.1	19.97	84.60	81.24	2.046	168.5	1.986	0.000
Septiembre	102.1	16.60	66.48	63.78	1.623	163.1	1.574	0.000
Octubre	60.5	13.11	41.81	39.93	1.034	168.5	0.996	0.000
Noviembre	28.2	8.49	20.32	19.14	0.499	163.1	0.474	0.000
Diciembre	18.1	5.40	12.17	11.16	0.288	168.5	0.265	0.000
Año	1100.5	12.52	674.39	645.34	16.526	1984.1	15.980	0.000

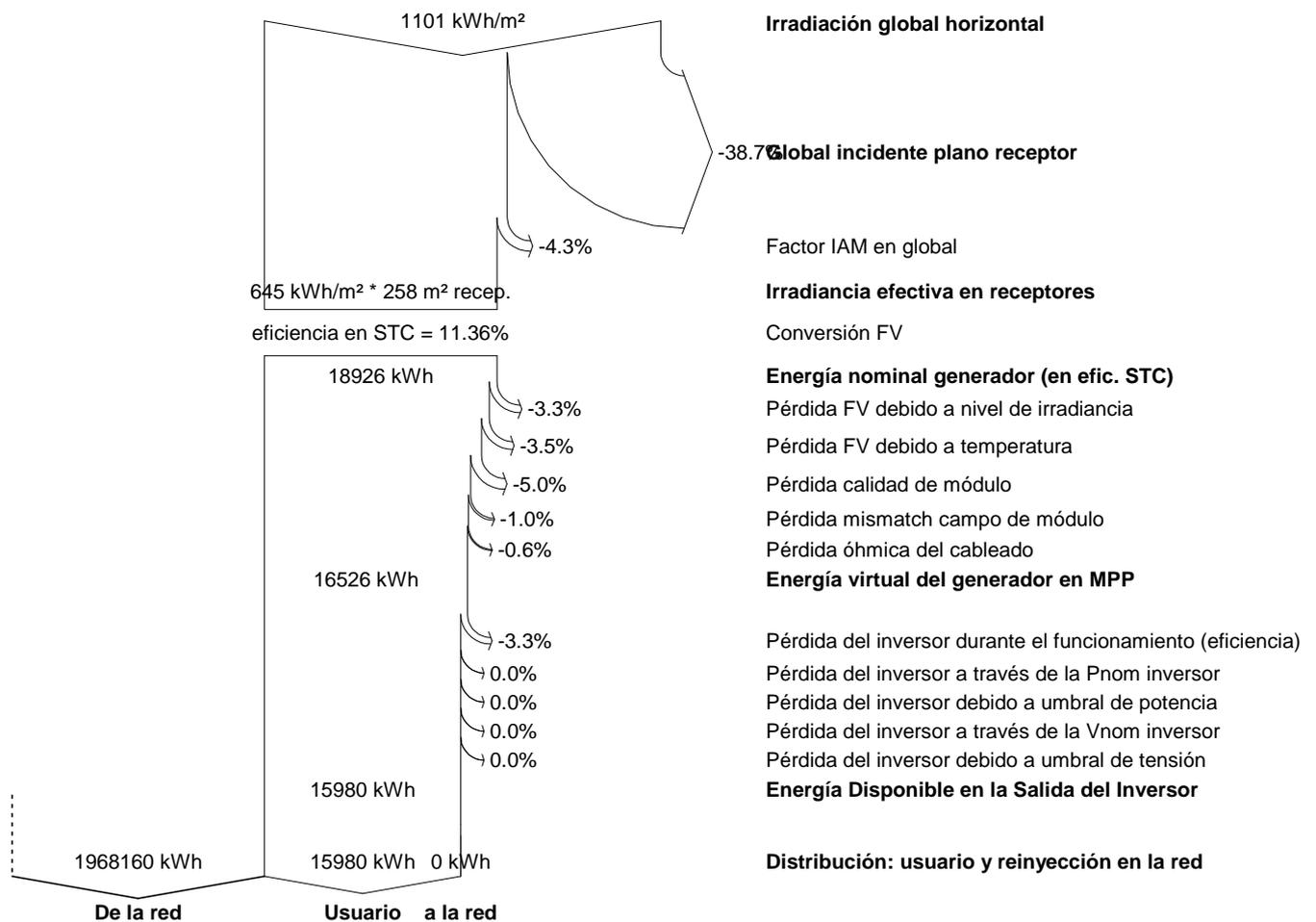
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Supermercado
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total	29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Supermercado

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Supermercado

Fecha de simulación 26/11/16 20h24

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut -90°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**

Original PVsyst database Fabricante Atersa

Número de módulos FV En serie 14 módulos En paralelo 14 cadenas

Nº total de módulos FV Nº módulos 196 Pnom unitaria 150 Wp

Potencia global generador Nominal (STC) **29.40 kWp** En cond. funciona. 26.01 kWp (50°C)

Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 422 V I mpp 62 A

Superficie total Superficie módulos **258 m²**

Inversor Modelo **12 kWac inverter**

Original PVsyst database Fabricante Generic

Características Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac

Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac

Banco de inversores Nº de inversores 2 unidades Potencia total 24 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 114 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %

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 : perfil diario Constante durante el año
media 5436 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Supermercado

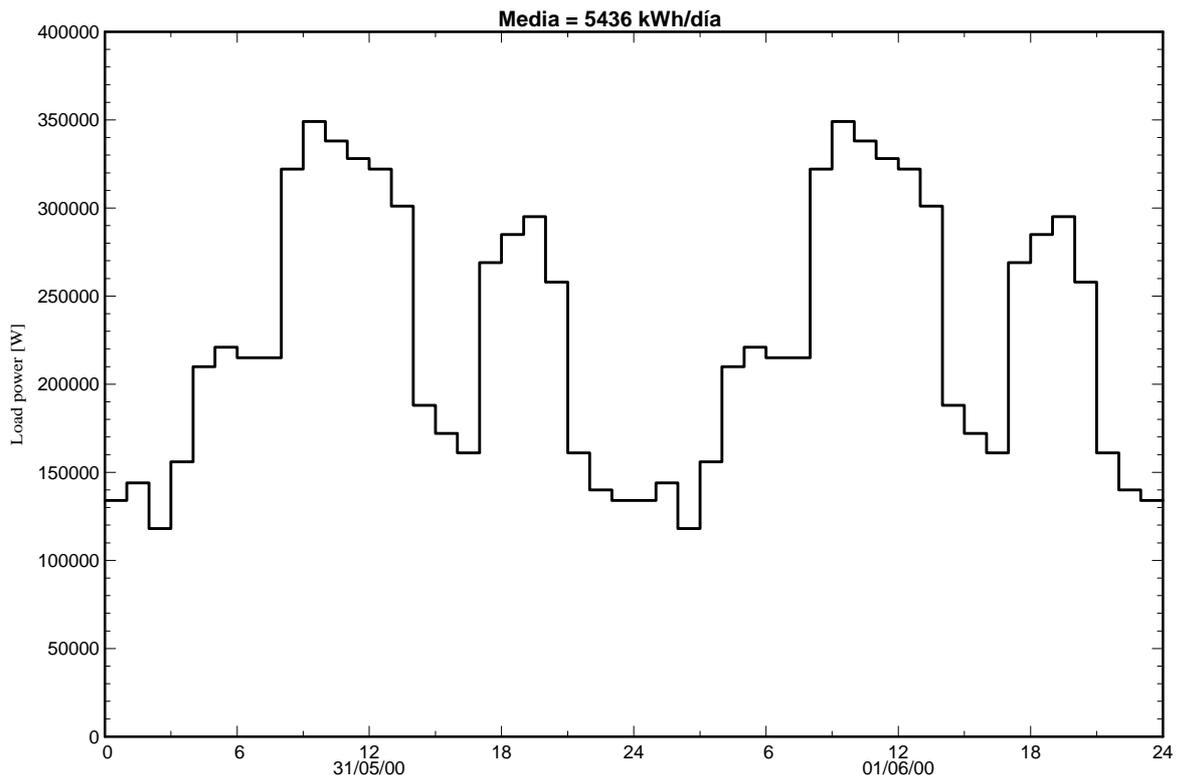
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total 29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1984 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 5436 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	134.0	144.0	118.0	156.0	210.0	221.0	215.0	215.0	322.0	349.0	338.0	328.0	kW
	322.0	301.0	188.0	172.0	161.0	269.0	285.0	295.0	258.0	161.0	140.0	134.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Supermercado

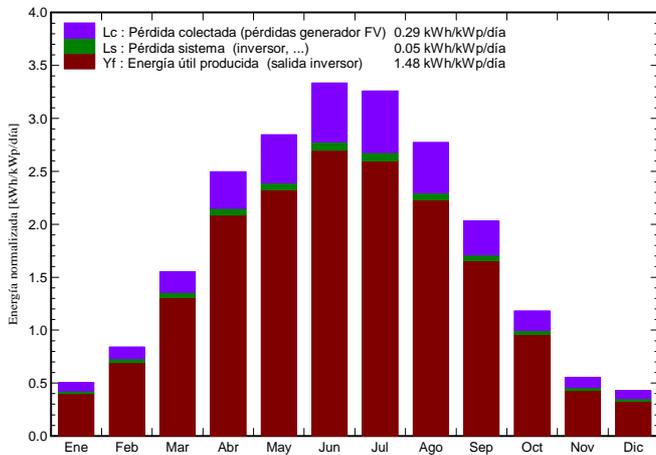
Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total	29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

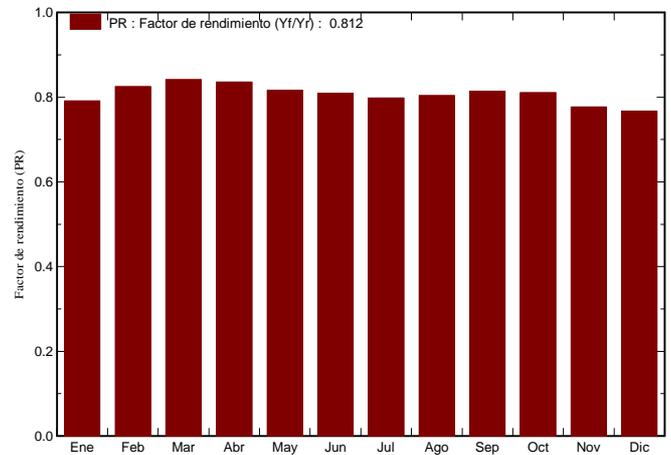
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	15887 kW/año	Produc. específico	540 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	81.23 %	Fracción solar SF	0.80 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 29.40 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Supermercado

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	MWh
Enero	23.6	5.22	15.7	14.57	0.388	168.5	0.365	0.000
Febrero	39.4	5.96	23.5	22.37	0.600	152.2	0.572	0.000
Marzo	81.3	8.60	48.2	45.94	1.235	168.5	1.193	0.000
Abril	126.0	11.76	74.9	71.77	1.897	163.1	1.841	0.000
Mayo	148.3	15.63	88.3	84.59	2.183	168.5	2.118	0.000
Junio	168.6	18.78	100.1	96.05	2.450	163.1	2.381	0.000
Julio	166.3	20.31	101.0	97.06	2.440	168.5	2.371	0.000
Agosto	138.1	19.97	86.0	82.56	2.095	168.5	2.034	0.000
Septiembre	102.1	16.60	61.0	58.28	1.508	163.1	1.460	0.000
Octubre	60.5	13.11	36.7	34.81	0.911	168.5	0.874	0.000
Noviembre	28.2	8.49	16.6	15.59	0.405	163.1	0.380	0.000
Diciembre	18.1	5.40	13.2	12.30	0.322	168.5	0.299	0.000
Año	1100.5	12.52	665.2	635.88	16.434	1984.1	15.887	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

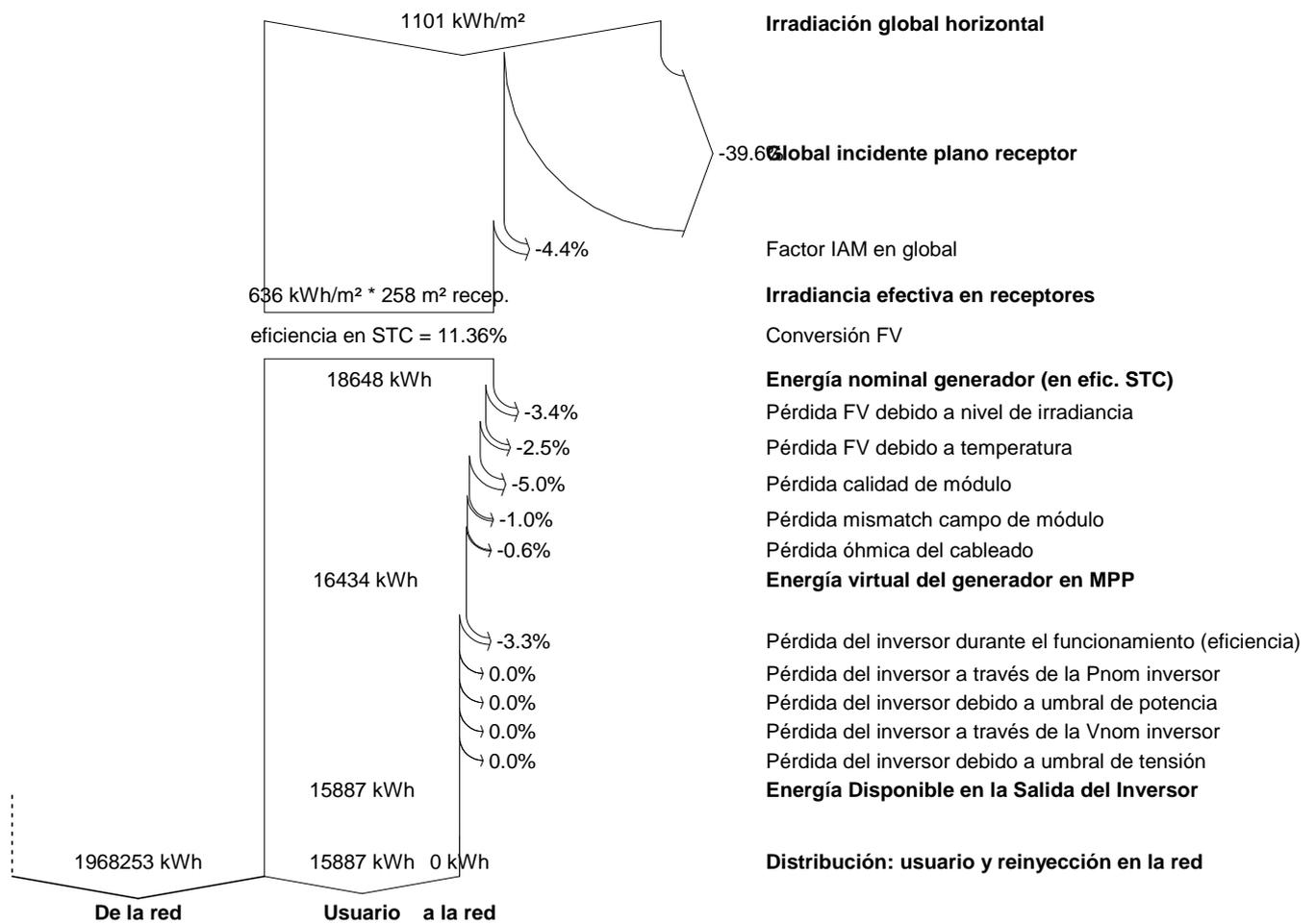
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Supermercado

Variante de simulación : Supermercado

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	196	Pnom total	29.40 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	24.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1984 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



**Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el restaurante
en Sevilla (España)**

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Restaurante

Lugar geográfico Sevilla País España
Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m
 Albedo 0.20
Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Restaurante

Fecha de simulación 26/11/16 21h20

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 0°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 1 módulos En paralelo 45 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 45 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **6.75 kWp** En cond. funciona. 5.97 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 30 V I mpp 198 A
 Superficie total Superficie módulos **59.3 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **MICRO-0.25-I-OUTD-US-240**
 Características Fabricante ABB
 Tensión Funciona. 12-60 V Pnom unitaria 0.250 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 21 unidades Potencia total 5.3 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 2.5 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 3148 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

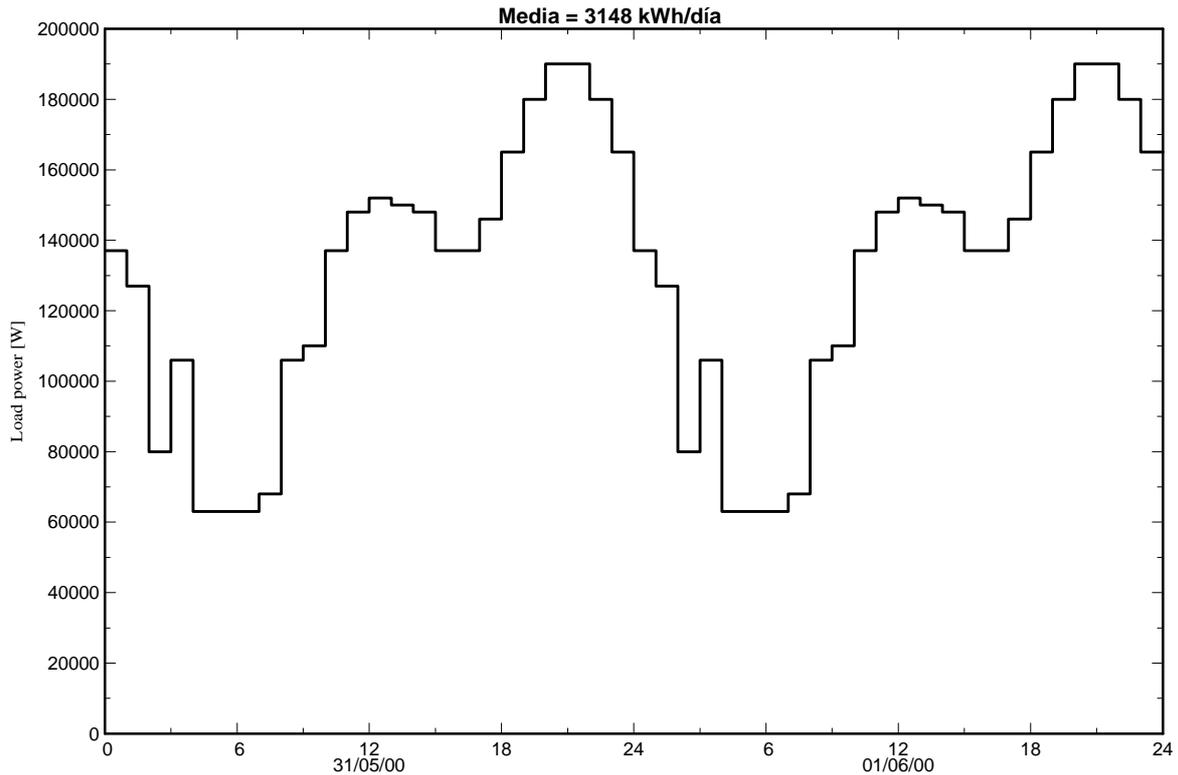
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	45	Pnom total	6.75 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total	5.25 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

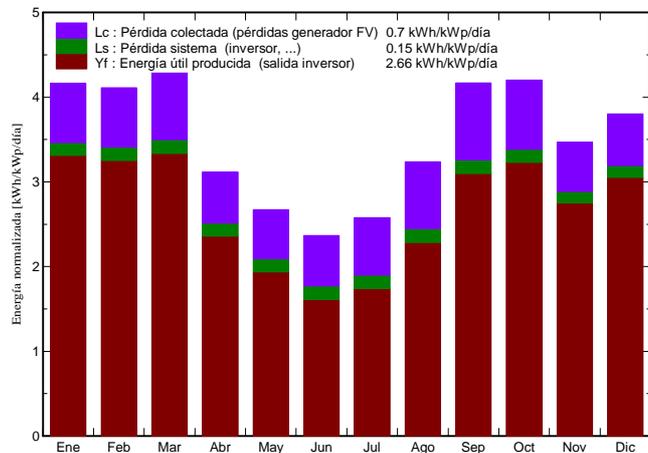
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	45	Pnom total	6.75 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total	5.25 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

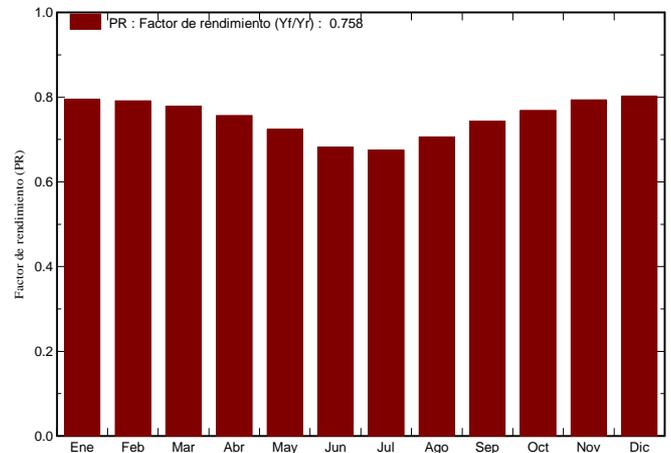
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	6556976 W/año	Produc. específico	971 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	75.79 %	Fracción solar SF	0.57 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 6.75 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	78.0	11.41	129.1	125.9	724.9	97588	693.3	0.000
Febrero	91.4	13.11	115.1	111.2	644.5	88144	614.9	0.000
Marzo	145.7	16.61	132.8	126.1	731.9	97588	698.1	0.000
Abril	160.6	18.31	93.5	87.1	509.0	94440	477.8	0.000
Mayo	205.3	21.71	82.9	75.6	437.6	97588	405.2	0.000
Junio	215.9	26.81	71.0	63.9	358.8	94440	327.0	0.000
Julio	235.1	28.31	79.9	71.6	397.7	97588	364.1	0.000
Agosto	201.6	28.31	100.3	92.1	511.7	97588	478.2	0.000
Septiembre	161.2	24.91	125.1	117.7	660.3	94440	627.2	0.000
Octubre	119.8	20.51	130.2	125.0	708.0	97588	675.6	0.000
Noviembre	74.9	14.91	104.0	100.8	584.4	94440	556.9	0.000
Diciembre	66.9	12.21	117.9	115.0	668.3	97588	638.8	0.000
Año	1756.3	19.80	1281.8	1211.9	6936.9	1149020	6557.0	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

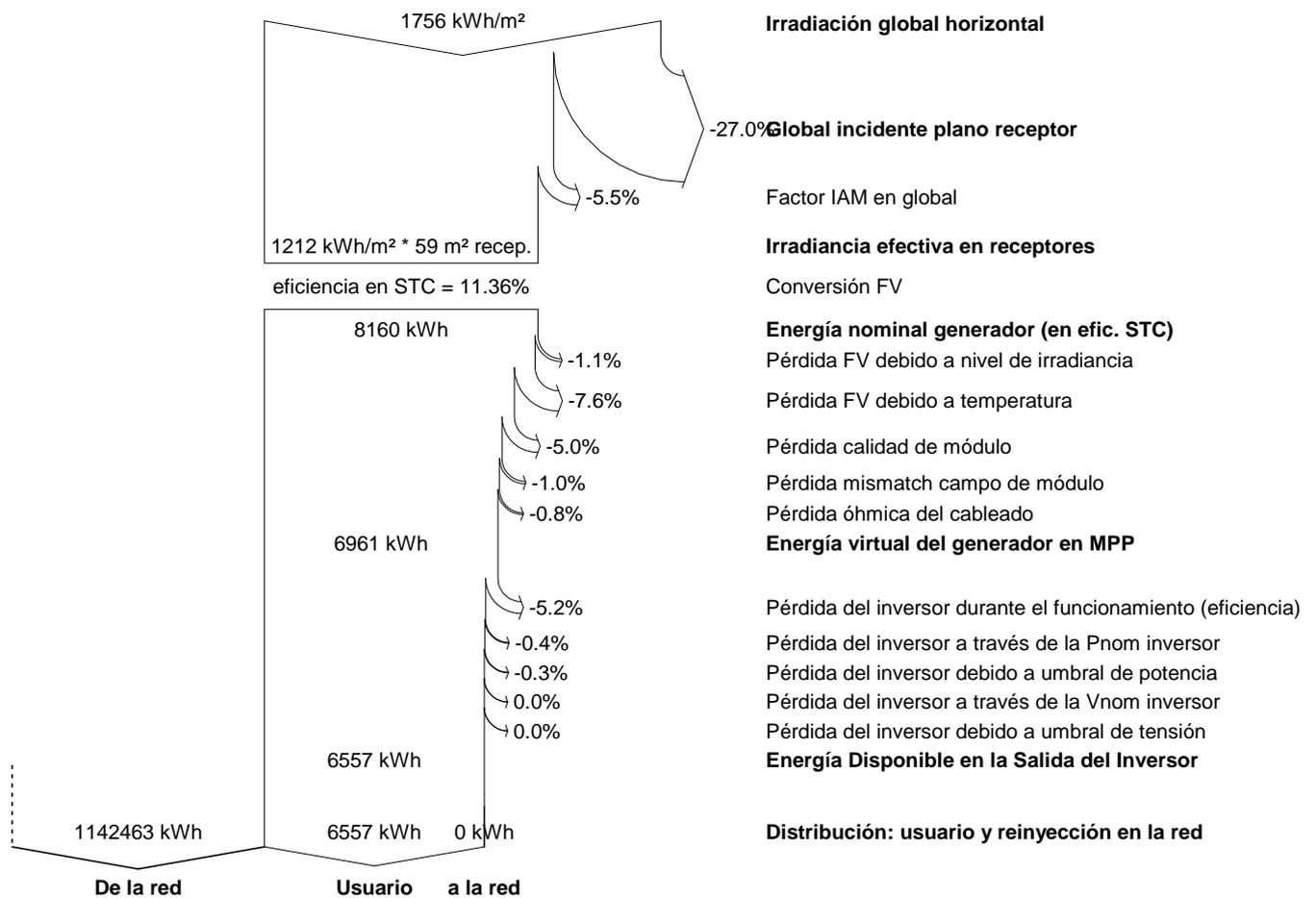
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	45	Pnom total	6.75 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total	5.25 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

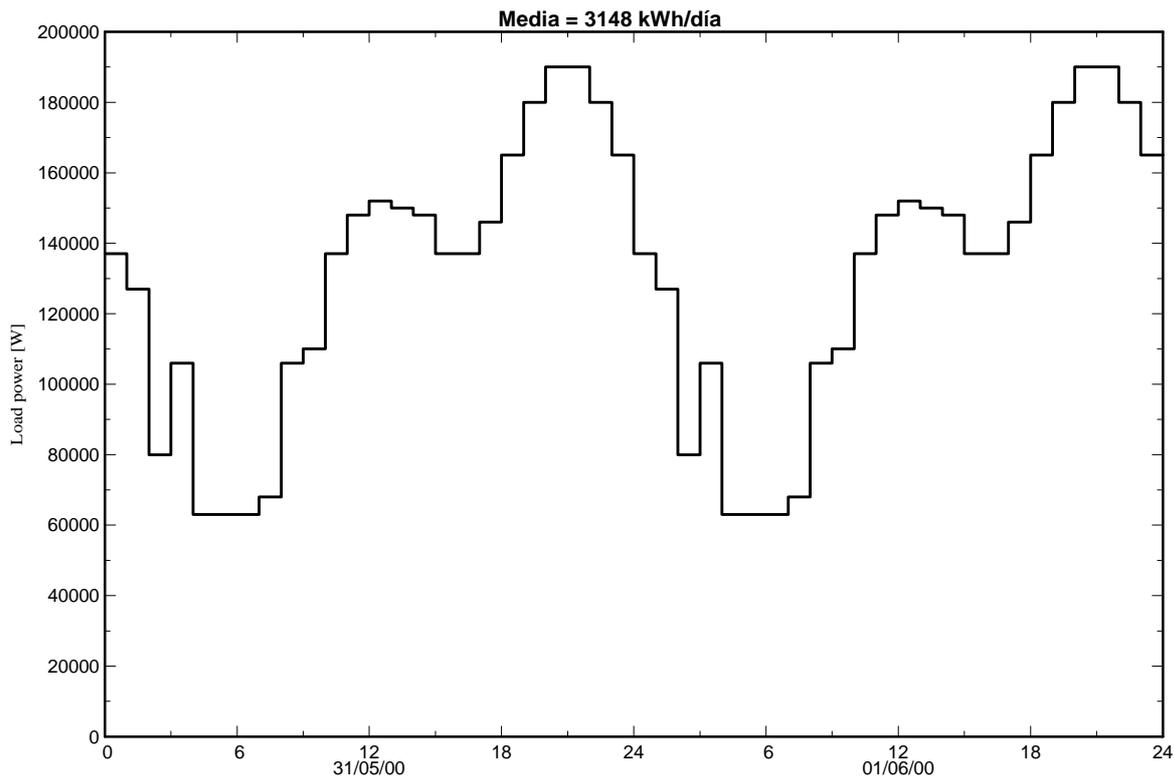
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

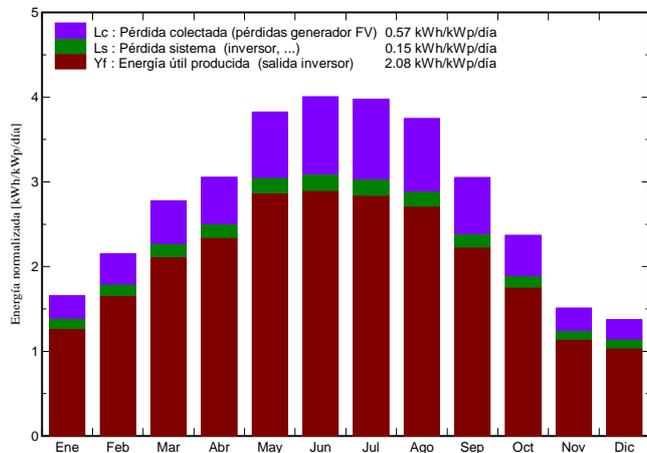
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV		inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV		Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV		N° de módulos	24	Pnom total 3600 Wp
Inversor		Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores		N° de unidades	12.0	Pnom total 3000 W ac
Necesidades de los usuarios		perfil diario	Constante durante el año	global 1149 MWh/año

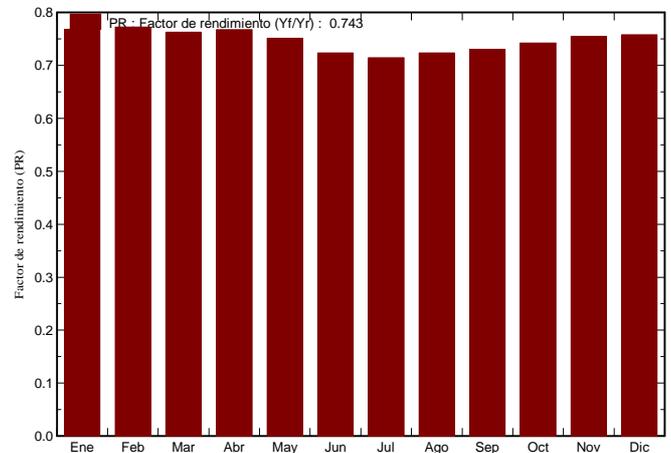
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	2728754 W/año	Produc. específico	758 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	74.29 %	Fracción solar SF	0.24 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 3600 Wp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	78.0	11.41	51.3	48.8	155.1	97588	141.7	0.000
Febrero	91.4	13.11	60.2	57.6	180.8	88144	167.4	0.000
Marzo	145.7	16.61	86.1	82.7	253.7	97588	236.5	0.000
Abril	160.6	18.31	91.6	88.0	270.6	94440	253.3	0.000
Mayo	205.3	21.71	118.5	113.8	340.7	97588	320.5	0.000
Junio	215.9	26.81	120.2	115.5	334.1	94440	313.1	0.000
Julio	235.1	28.31	123.2	118.7	338.7	97588	316.9	0.000
Agosto	201.6	28.31	116.2	112.0	322.6	97588	302.8	0.000
Septiembre	161.2	24.91	91.6	87.6	258.1	94440	241.0	0.000
Octubre	119.8	20.51	73.4	70.0	211.6	97588	196.2	0.000
Noviembre	74.9	14.91	45.3	42.9	134.9	94440	123.2	0.000
Diciembre	66.9	12.21	42.5	40.1	128.0	97588	116.1	0.000
Año	1756.3	19.80	1020.3	977.6	2929.0	1149020	2728.8	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

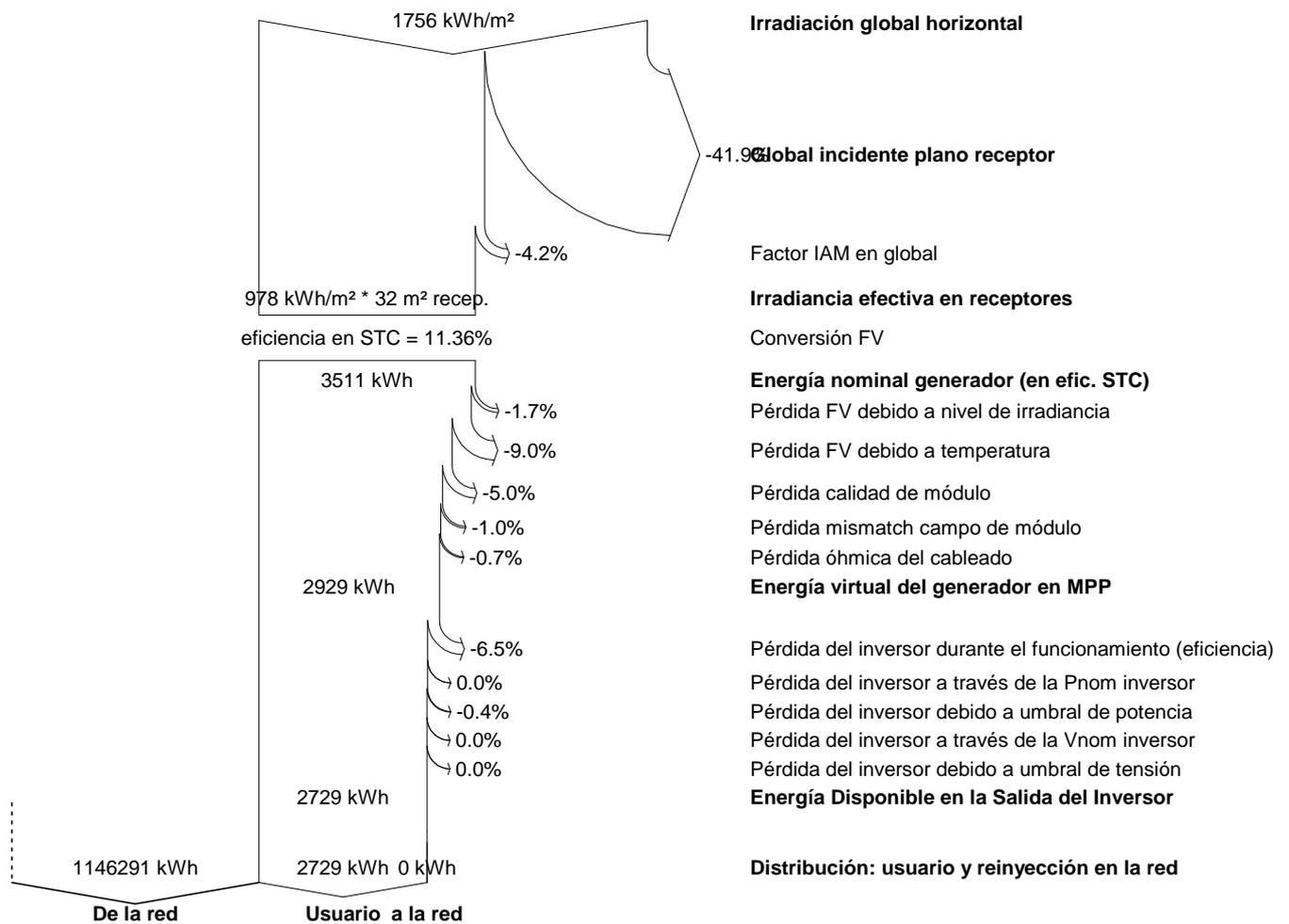
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **Restaurante**

Lugar geográfico	Sevilla	País	España
Ubicación	Latitud 37.42° N	Longitud	5.90° W
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT+1	Altitud	23 m
Datos climatológicos:	Sevilla	Meteonorm 6.1 - Synthetic	

Variante de simulación : **Restaurante**

Fecha de simulación 26/11/16 21h24

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor	Inclinación 90°	Acimut	-90°
Modelos empleados	Transposición Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sin sombreado		

Características generador FV

Módulo FV	Si-mono	Modelo	A-150 M
Original PVsyst database		Fabricante	Atersa
Número de módulos FV		En serie	1 módulos
Nº total de módulos FV		Nº módulos	24
Potencia global generador		Nominal (STC)	3600 Wp
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	30 V
Superficie total		Superficie módulos	31.6 m²
		En paralelo	24 cadenas
		Pnom unitaria	150 Wp
		En cond. funciona.	3185 Wp (50°C)
		I mpp	106 A

Inversor

Original PVsyst database	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240
Características	Fabricante	ABB
Banco de inversores	Tensión Funciona.	12-60 V
	Pnom unitaria	0.250 kWac
	Nº de inversores	12 unidades
	Potencia total	3.0 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	4.8 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	5.0 %
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 : perfil diario Constante durante el año
media 3148 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

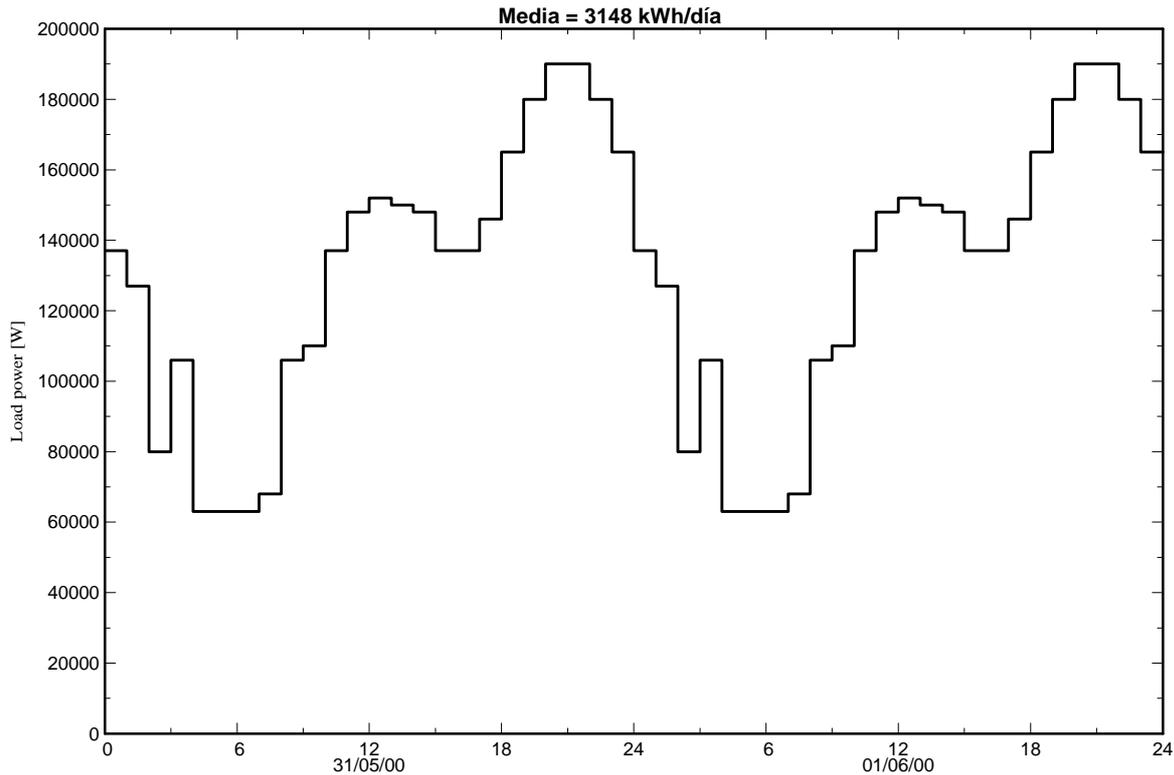
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

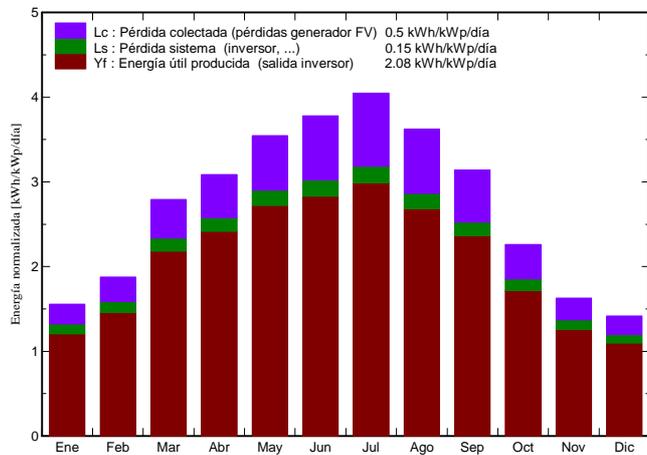
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total 3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total 3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1149 MWh/año

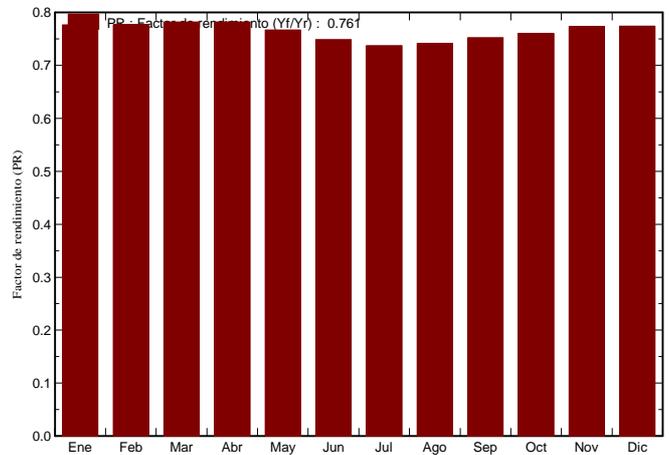
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	2734549 W/año	Produc. específico 760 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	76.10 %	Fracción solar SF 0.24 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 3600 Wp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	78.0	11.41	48.2	45.7	147.7	97588	134.7	0.000
Febrero	91.4	13.11	52.6	49.9	160.2	88144	147.1	0.000
Marzo	145.7	16.61	86.5	83.1	260.8	97588	243.6	0.000
Abril	160.6	18.31	92.6	89.2	278.2	94440	260.9	0.000
Mayo	205.3	21.71	110.0	105.9	323.9	97588	303.8	0.000
Junio	215.9	26.81	113.4	109.1	326.5	94440	305.8	0.000
Julio	235.1	28.31	125.5	121.0	355.5	97588	333.4	0.000
Agosto	201.6	28.31	112.3	108.3	319.7	97588	299.9	0.000
Septiembre	161.2	24.91	94.2	90.6	272.9	94440	255.1	0.000
Octubre	119.8	20.51	70.1	67.0	207.1	97588	191.8	0.000
Noviembre	74.9	14.91	48.9	46.4	148.3	94440	136.1	0.000
Diciembre	66.9	12.21	43.9	41.5	134.3	97588	122.4	0.000
Año	1756.3	19.80	998.1	957.6	2935.1	1149020	2734.5	0.000

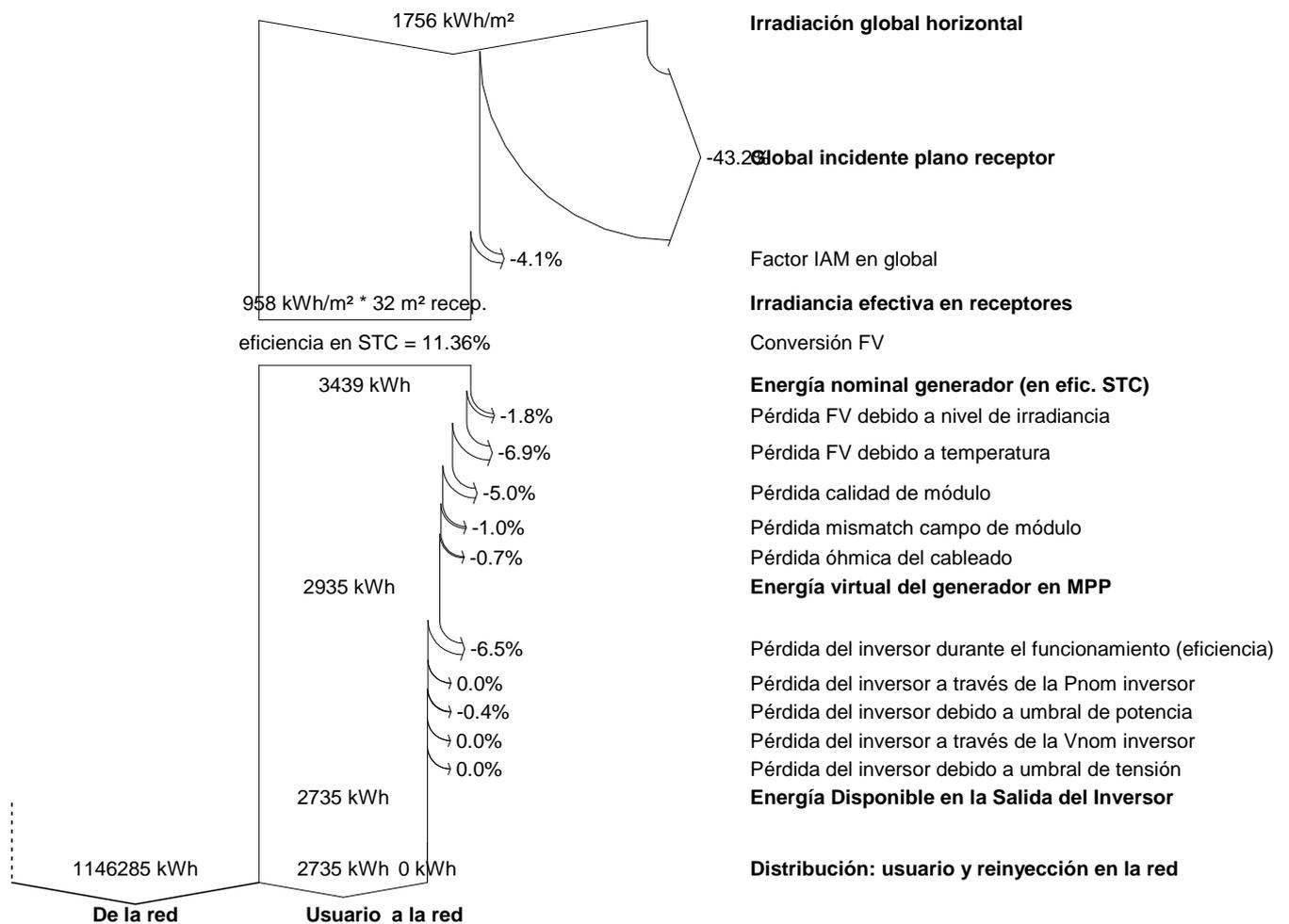
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Restaurante

Lugar geográfico Sevilla País España

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Restaurante

Fecha de simulación 26/11/16 21h31

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 0° Acimut 0°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**

Original PVsyst database Fabricante Atersa

Número de módulos FV En serie 1 módulos En paralelo 46 cadenas

Nº total de módulos FV Nº módulos 46 Pnom unitaria 150 Wp

Potencia global generador Nominal (STC) **6.90 kWp** En cond. funciona. 6.10 kWp (50°C)

Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 30 V I mpp 203 A

Superficie total Superficie módulos **60.6 m²**

Inversor Modelo **MICRO-0.25-I-OUTD-US-240**

Original PVsyst database Fabricante ABB

Características Tensión Funciona. 12-60 V Pnom unitaria 0.250 kWac

Banco de inversores Nº de inversores 22 unidades Potencia total 5.5 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 2.5 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %

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 : perfil diario Constante durante el año

media 3148 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

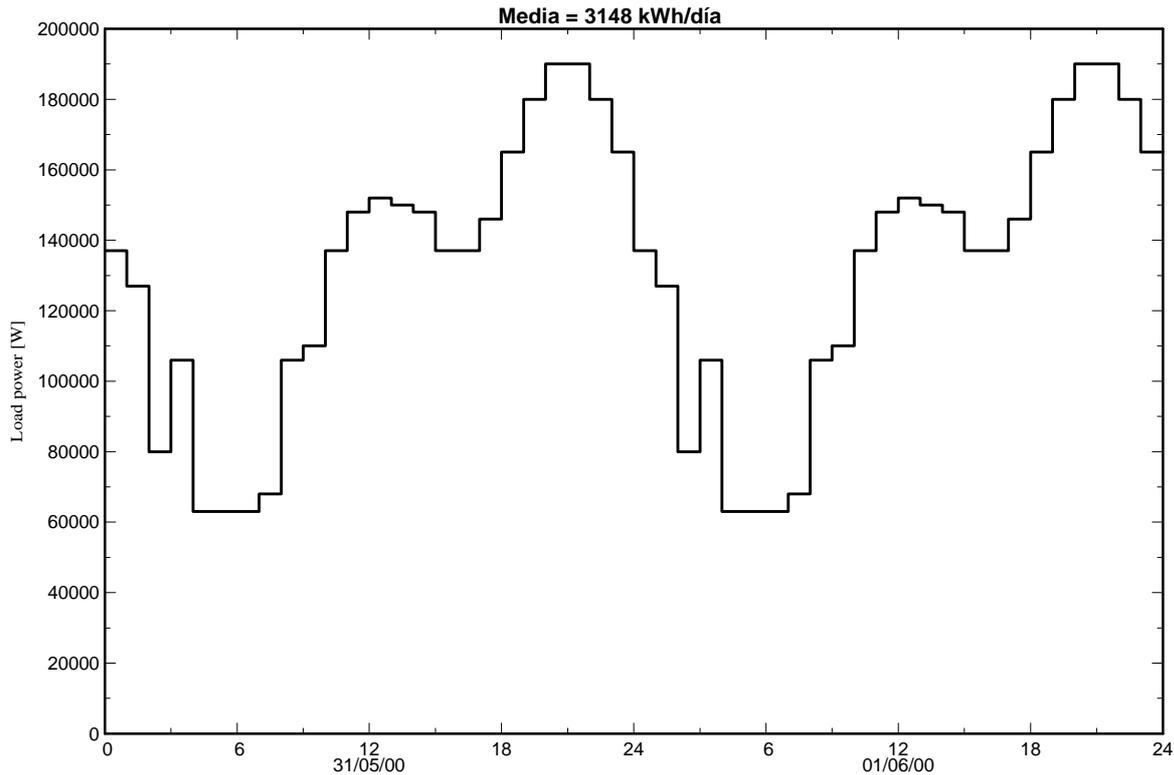
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	0°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	46	Pnom total 6.90 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	22.0	Pnom total 5.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

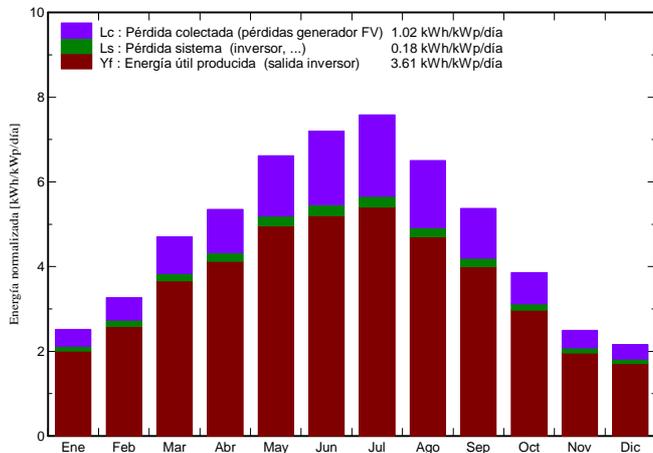
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	0°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	46	Pnom total	6.90 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	22.0	Pnom total	5.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

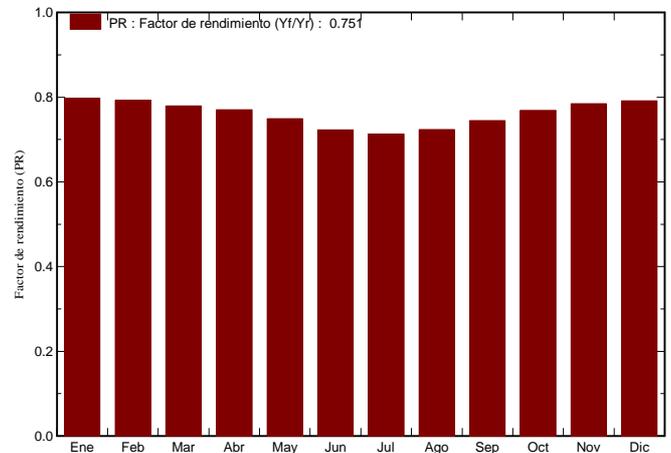
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	9101808 W/año	Produc. específico	1319 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	75.11 %	Fracción solar SF	0.79 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 6.90 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	78.0	11.41	78.0	73.0	454	97588	430	0.000
Febrero	91.4	13.11	91.4	86.6	528	88144	500	0.000
Marzo	145.7	16.61	145.7	139.6	821	97588	784	0.000
Abril	160.6	18.31	160.6	154.4	896	94440	853	0.000
Mayo	205.3	21.71	205.3	198.4	1110	97588	1061	0.000
Junio	215.9	26.81	215.9	209.1	1129	94440	1077	0.000
Julio	235.1	28.31	235.1	228.3	1211	97588	1157	0.000
Agosto	201.6	28.31	201.6	194.8	1053	97588	1006	0.000
Septiembre	161.2	24.91	161.2	155.1	870	94440	829	0.000
Octubre	119.8	20.51	119.8	114.1	668	97588	636	0.000
Noviembre	74.9	14.91	74.9	70.5	430	94440	405	0.000
Diciembre	66.9	12.21	66.9	62.3	388	97588	365	0.000
Año	1756.3	19.80	1756.3	1686.0	9558	1149020	9102	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

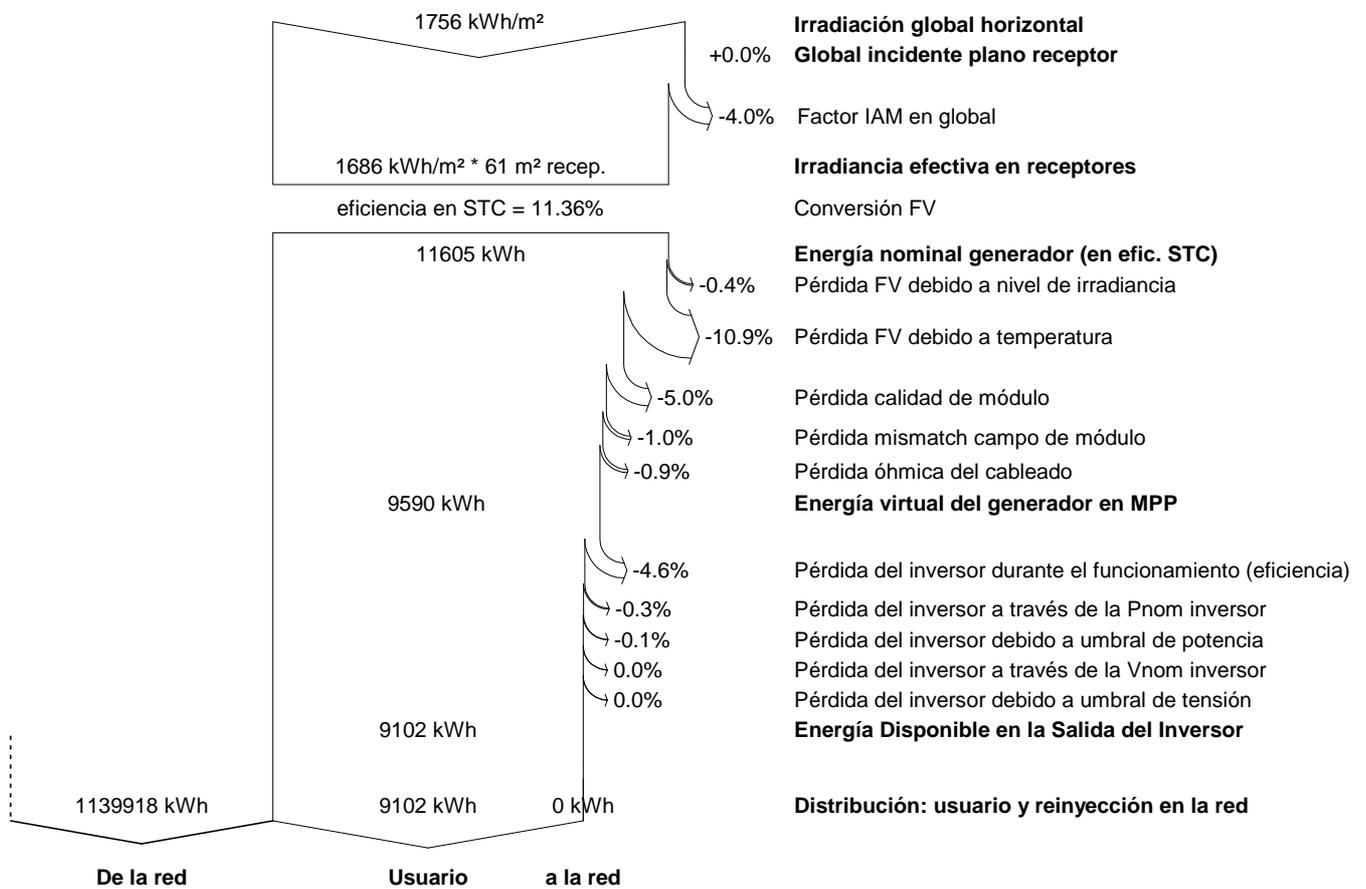
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	0°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	46	Pnom total	6.90 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	22.0	Pnom total	5.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



**Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el restaurante
en París (Francia)**

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Restaurante

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Restaurante

Fecha de simulación 30/11/16 17h45

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 0°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 1 módulos En paralelo 45 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 45 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **6.75 kWp** En cond. funciona. 5.97 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 30 V I mpp 198 A
 Superficie total Superficie módulos **59.3 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **MICRO-0.25-I-OUTD-US-240**
 Características Fabricante ABB
 Tensión Funciona. 12-60 V Pnom unitaria 0.250 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 21 unidades Potencia total 5.3 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 2.5 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 3034 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	13.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

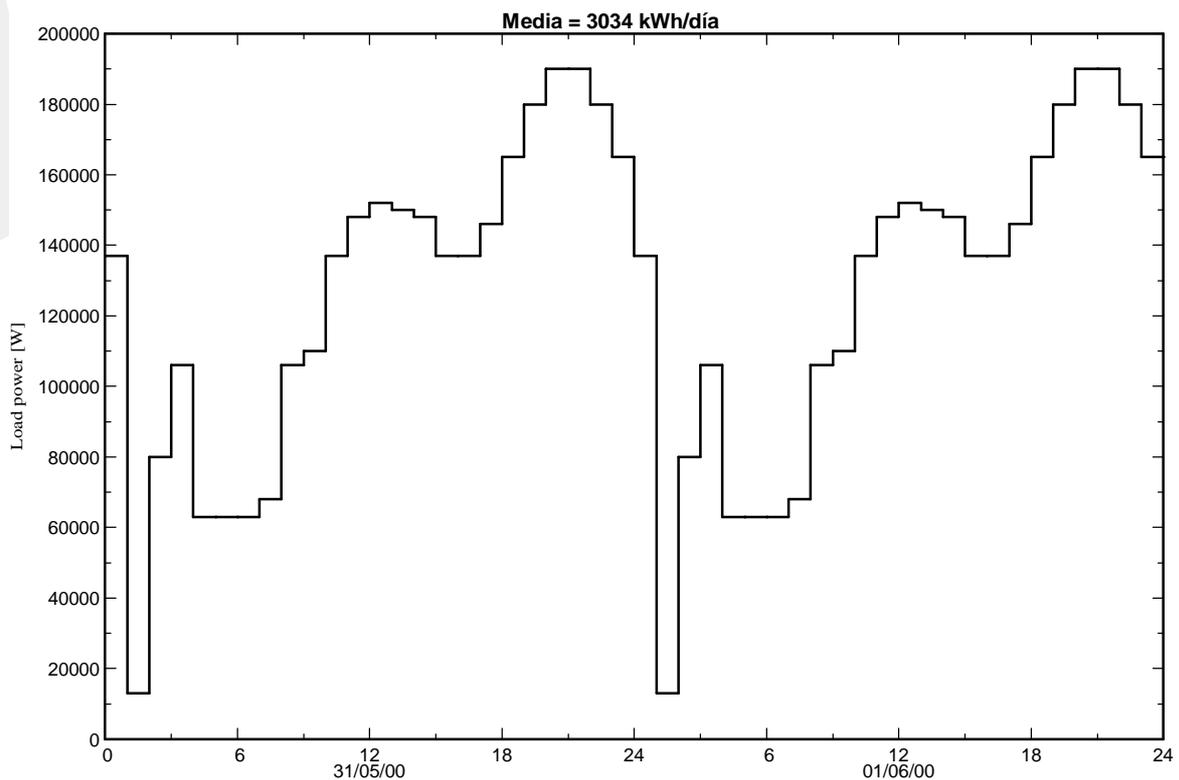
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	45	Pnom total 6.75 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total 5.25 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1107 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3034 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	13.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



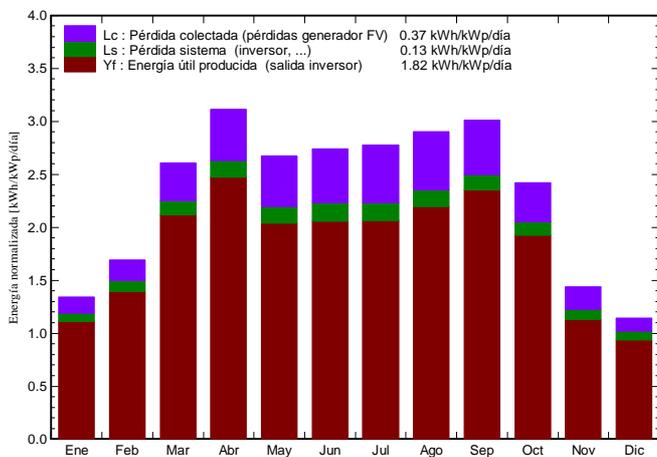
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante
Variante de simulación : Restaurante

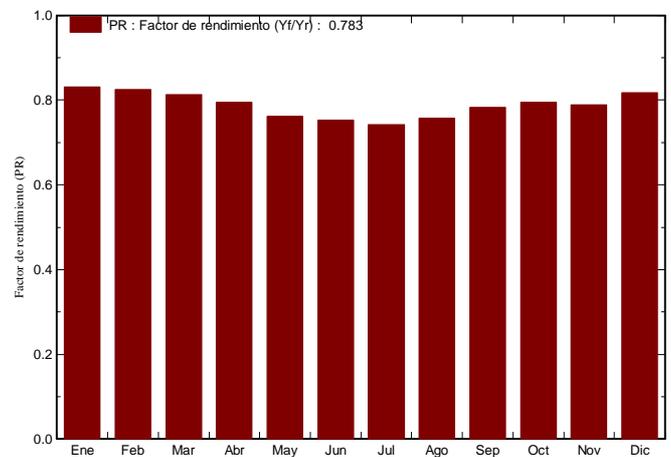
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	45	Pnom total 6.75 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total 5.25 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1107 MWh/año

Resultados principales de la simulación	Energía producida	4479 kWh/año	Produc. específico 664 kWh/kWp/año
Producción del Sistema	Factor de rendimiento (PR)	78.26 %	Fracción solar SF 0.40 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 6.75 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	23.6	5.22	41.56	40.32	249.6	94054	232.9	0.000
Febrero	39.4	5.96	47.33	45.70	282.8	84952	263.4	0.000
Marzo	81.3	8.60	80.72	77.30	470.9	94054	442.9	0.000
Abril	126.0	11.76	93.38	88.24	532.8	91020	500.9	0.000
Mayo	148.3	15.63	82.93	77.50	460.2	94054	426.2	0.000
Junio	168.6	18.78	82.20	76.66	451.8	91020	417.1	0.000
Julio	166.3	20.31	86.11	80.15	466.6	94054	431.5	0.000
Agosto	138.1	19.97	89.86	84.58	492.7	94054	459.6	0.000
Septiembre	102.1	16.60	90.28	85.93	506.0	91020	477.0	0.000
Octubre	60.5	13.11	75.06	72.41	428.8	94054	402.7	0.000
Noviembre	28.2	8.49	43.06	41.75	248.2	91020	229.2	0.000
Diciembre	18.1	5.40	35.43	34.40	213.4	94054	195.5	0.000
Año	1100.5	12.52	847.90	804.94	4803.9	1107410	4478.9	0.000

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
	GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

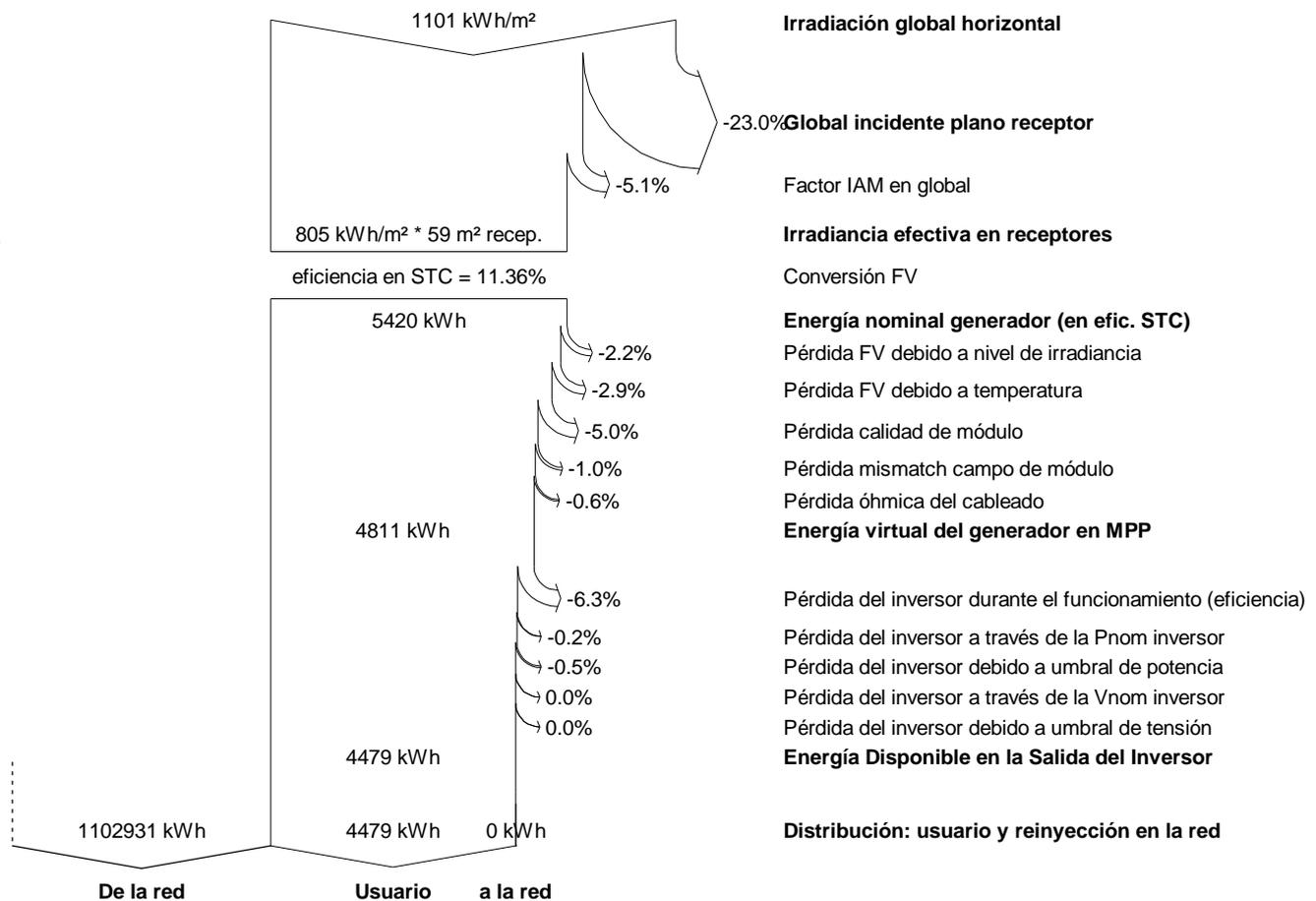
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	45	Pnom total 6.75 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total 5.25 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1107 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

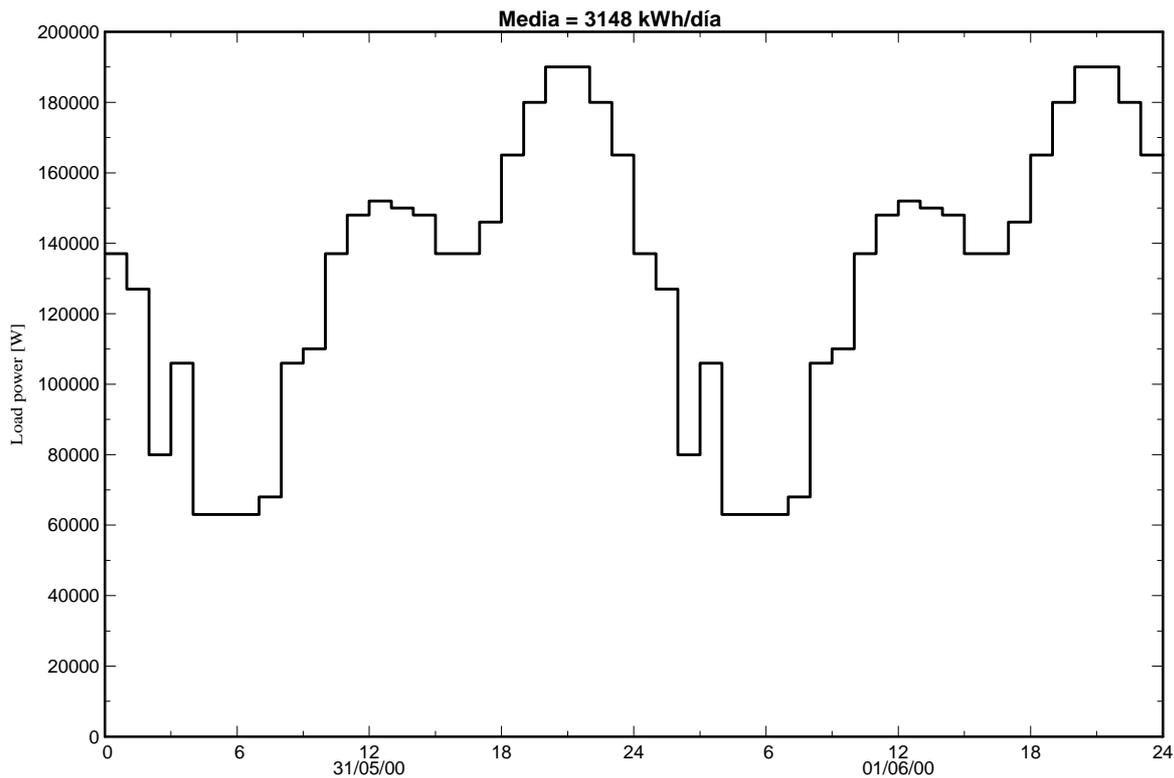
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

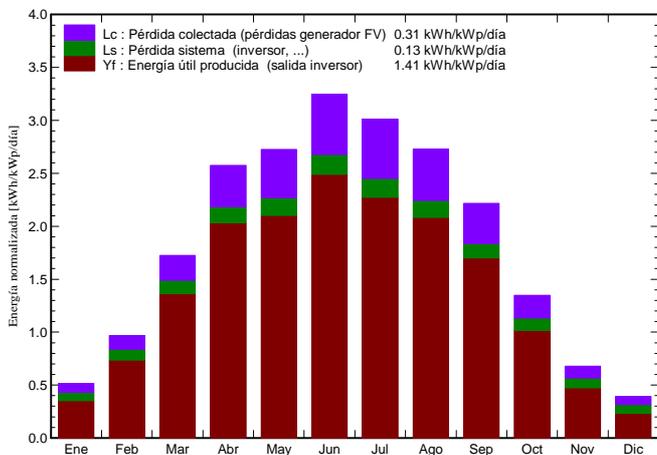
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

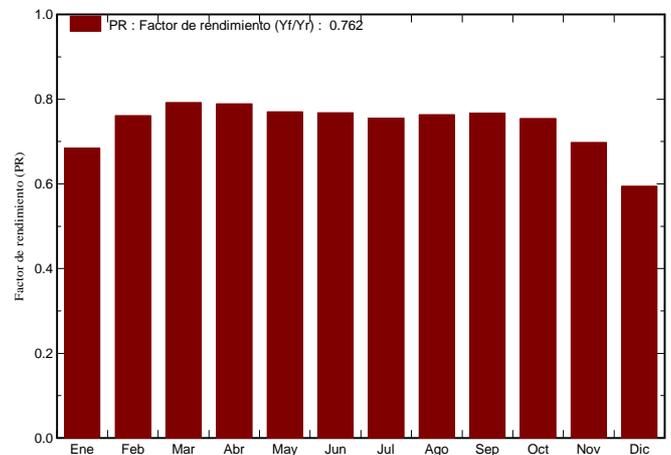
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	1849643 W/año	Produc. específico	514 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	76.19 %	Fracción solar SF	0.16 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 3600 Wp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	23.6	5.22	16.02	14.88	48.2	97588	39.5	0.000
Febrero	39.4	5.96	27.08	25.72	84.4	88144	74.2	0.000
Marzo	81.3	8.60	53.44	51.07	166.3	97588	152.3	0.000
Abril	126.0	11.76	77.27	74.17	236.1	94440	219.5	0.000
Mayo	148.3	15.63	84.53	81.16	253.3	97588	234.4	0.000
Junio	168.6	18.78	97.31	93.51	289.1	94440	269.0	0.000
Julio	166.3	20.31	93.36	89.58	273.7	97588	253.7	0.000
Agosto	138.1	19.97	84.60	81.24	250.5	97588	232.6	0.000
Septiembre	102.1	16.60	66.48	63.78	198.7	94440	183.7	0.000
Octubre	60.5	13.11	41.81	39.93	126.5	97588	113.6	0.000
Noviembre	28.2	8.49	20.32	19.14	61.1	94440	51.0	0.000
Diciembre	18.1	5.40	12.17	11.16	35.2	97588	26.0	0.000
Año	1100.5	12.52	674.39	645.34	2023.0	1149020	1849.6	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

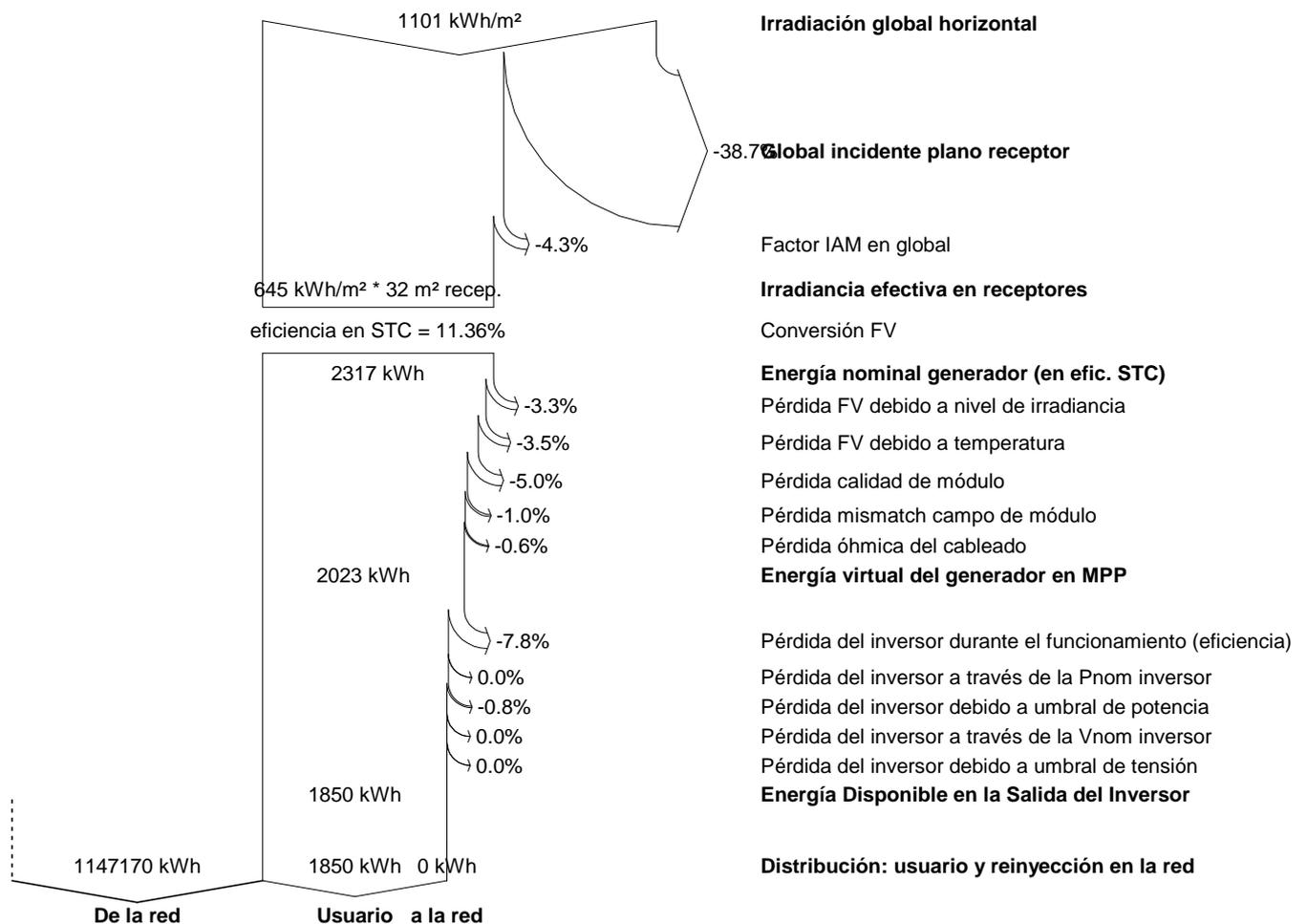
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total 3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total 3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **Restaurante**

Lugar geográfico	Paris	País	Francia
Ubicación	Latitud 48.82° N	Longitud	2.33° E
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT+1	Altitud	82 m
	Albedo 0.20		
Datos climatológicos:	Paris	MeteoNorm 7.1 station - Síntesis	

Variante de simulación : **Restaurante**

Fecha de simulación 26/11/16 21h45

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor	Inclinación 90°	Acimut	-90°
Modelos empleados	Transposición Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sin sombreado		

Características generador FV

Módulo FV	Si-mono	Modelo	A-150 M	
Original PVsyst database		Fabricante	Atersa	
Número de módulos FV		En serie	1 módulos	En paralelo 24 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	24	Pnom unitaria 150 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	3600 Wp	En cond. funciona. 3185 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	30 V	I mpp 106 A
Superficie total		Superficie módulos	31.6 m²	

Inversor

Original PVsyst database	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	
Características	Fabricante	ABB	
	Tensión Funciona.	12-60 V	Pnom unitaria 0.250 kWac
Banco de inversores	Nº de inversores	12 unidades	Potencia total 3.0 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	4.8 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	5.0 %
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 : perfil diario Constante durante el año
media 3148 kWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Restaurante

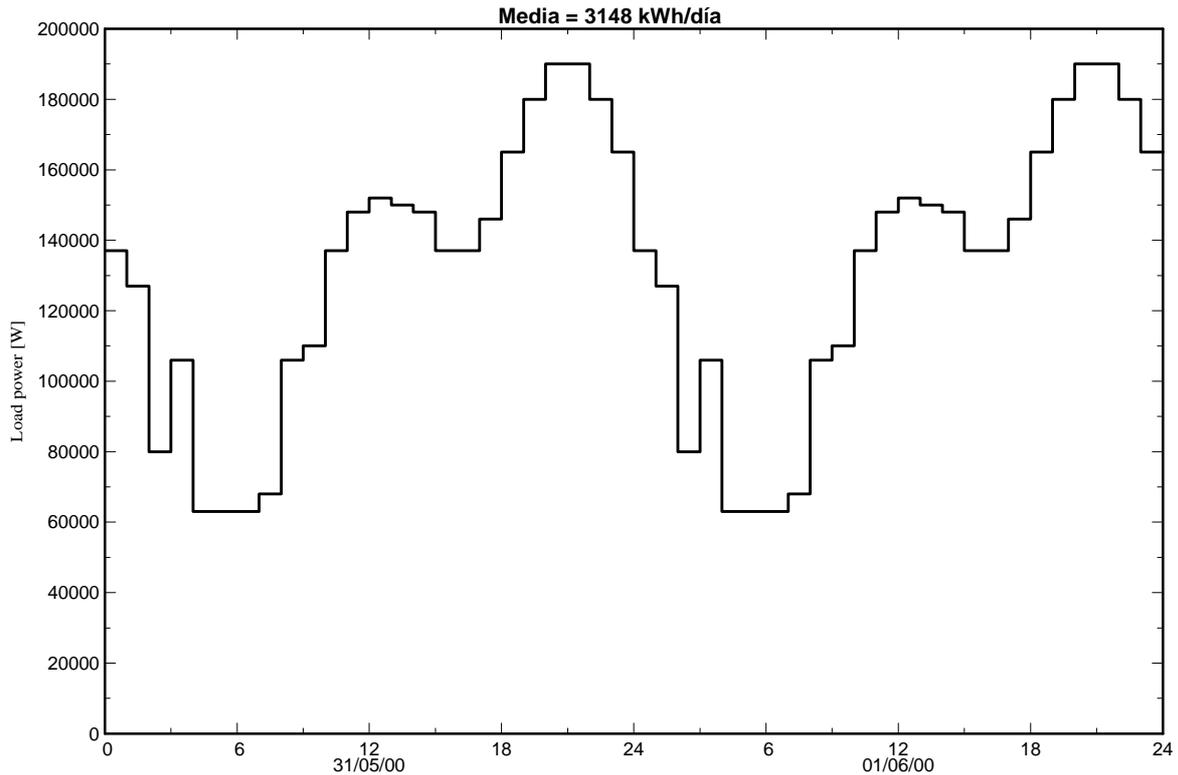
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total 3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total 3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

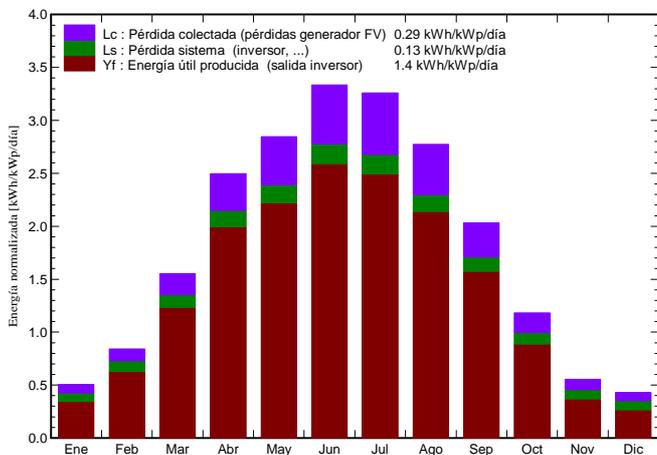
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

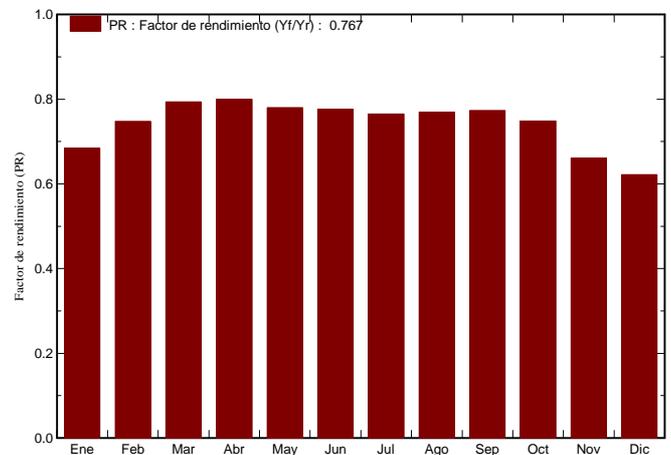
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	1837768 W/año	Produc. específico	510 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	76.74 %	Fracción solar SF	0.16 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 3600 Wp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	23.6	5.22	15.7	14.57	47.5	97588	38.6	0.000
Febrero	39.4	5.96	23.5	22.37	73.4	88144	63.4	0.000
Marzo	81.3	8.60	48.2	45.94	151.2	97588	137.7	0.000
Abril	126.0	11.76	74.9	71.77	232.2	94440	215.7	0.000
Mayo	148.3	15.63	88.3	84.59	267.3	97588	248.0	0.000
Junio	168.6	18.78	100.1	96.05	300.0	94440	279.8	0.000
Julio	166.3	20.31	101.0	97.06	298.8	97588	278.3	0.000
Agosto	138.1	19.97	86.0	82.56	256.5	97588	238.4	0.000
Septiembre	102.1	16.60	61.0	58.28	184.6	94440	169.9	0.000
Octubre	60.5	13.11	36.7	34.81	111.4	97588	98.8	0.000
Noviembre	28.2	8.49	16.6	15.59	49.5	94440	39.6	0.000
Diciembre	18.1	5.40	13.2	12.30	39.3	97588	29.6	0.000
Año	1100.5	12.52	665.2	635.88	2011.8	1149020	1837.8	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

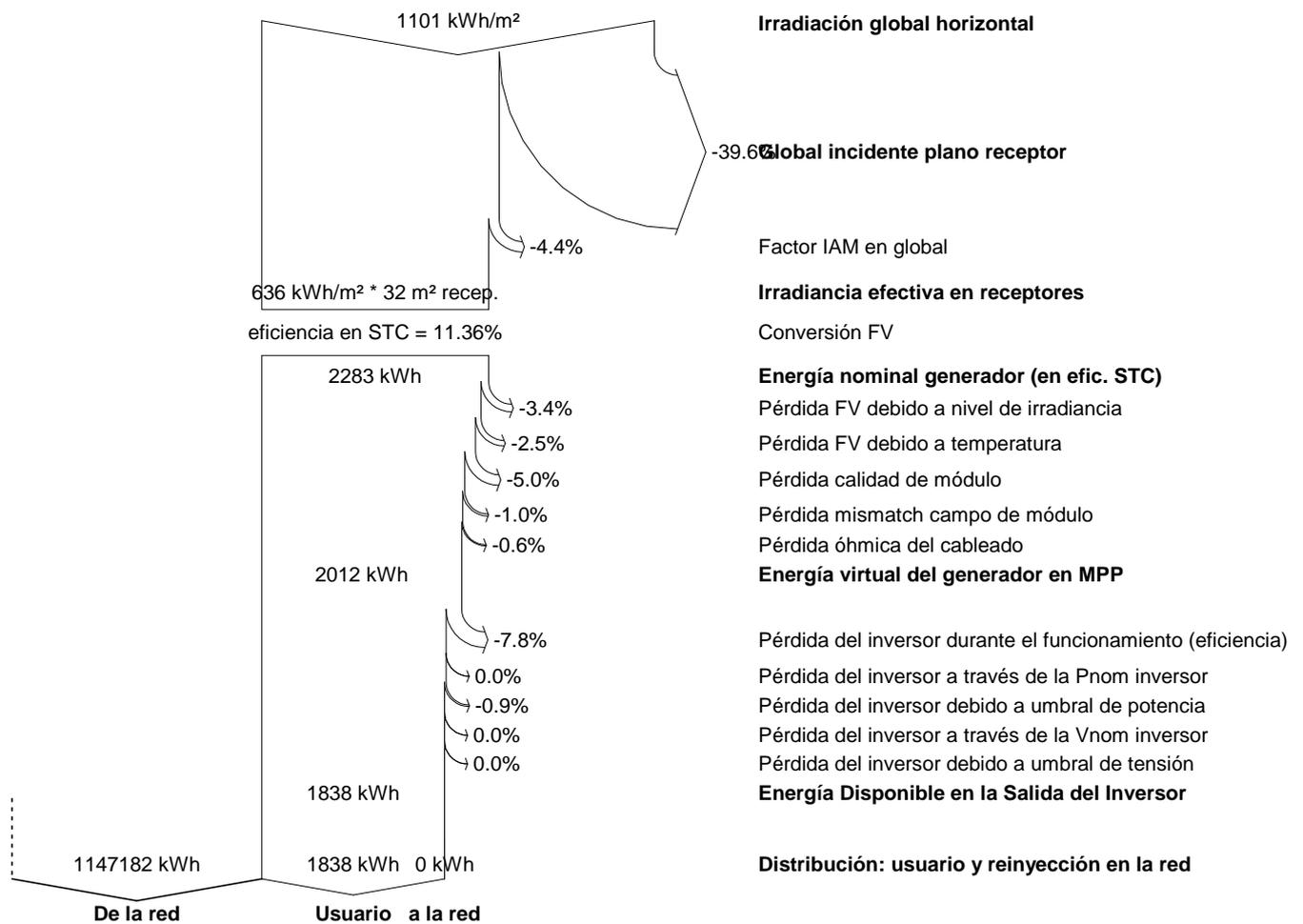
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	24	Pnom total	3600 Wp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : **Restaurante**

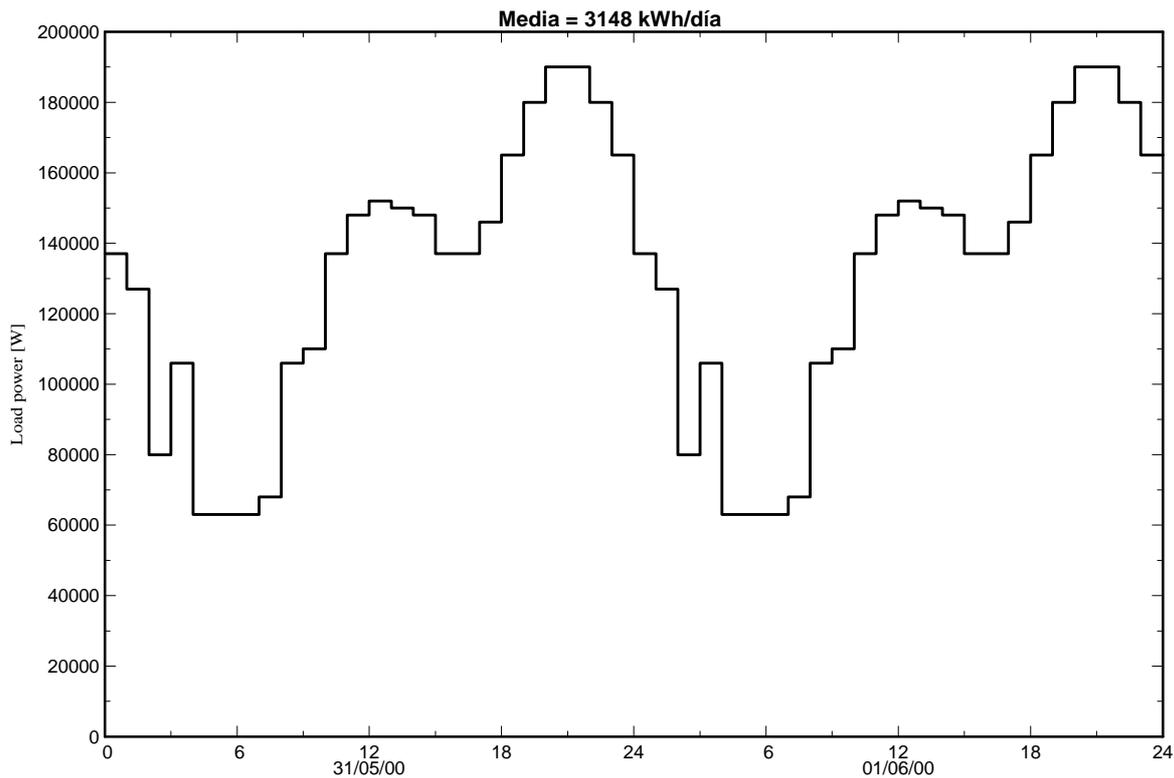
Variante de simulación : **Restaurante**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	0°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	Nº de módulos	46	Pnom total 6.90 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240	250 W ac
Banco de inversores	Nº de unidades	22.0	Pnom total 5.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 1149 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 3148 kWh/día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	137.0	127.0	80.0	106.0	63.0	63.0	63.0	68.0	106.0	110.0	137.0	148.0	kW
	152.0	150.0	148.0	137.0	137.0	146.0	165.0	180.0	190.0	190.0	180.0	165.0	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Restaurante

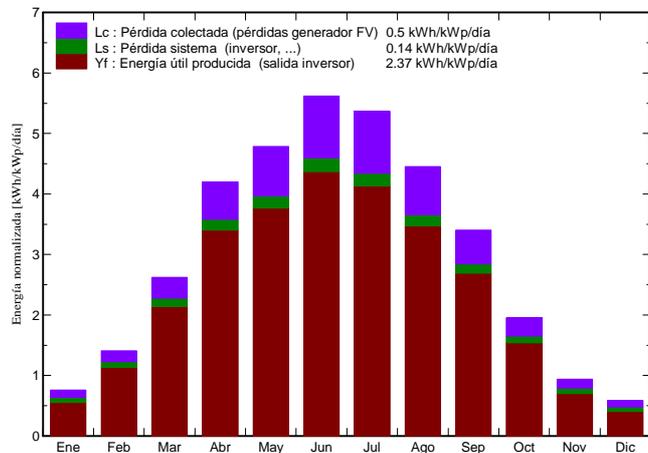
Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	0°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	46	Pnom total	6.90 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	22.0	Pnom total	5.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

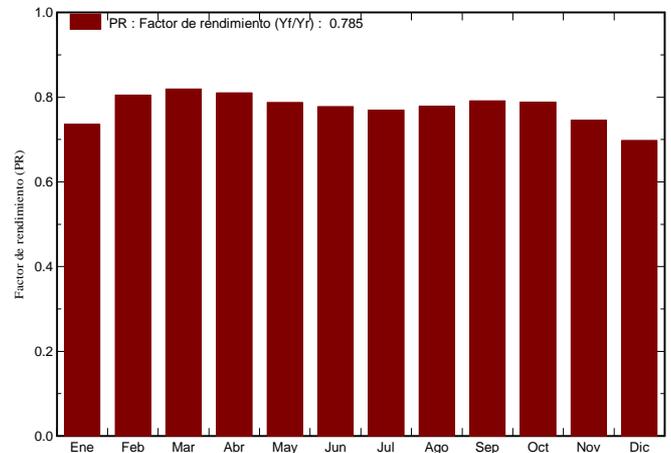
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	5957565 W/año	Produc. específico	863 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	78.46 %	Fracción solar SF	0.52 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 6.90 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Restaurante

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	23.6	5.22	23.6	21.6	137.5	97588	120.0	0.000
Febrero	39.4	5.96	39.4	36.9	237.5	88144	218.9	0.000
Marzo	81.3	8.60	81.3	77.0	487.7	97588	459.7	0.000
Abril	126.0	11.76	126.0	120.4	741.2	94440	704.5	0.000
Mayo	148.3	15.63	148.3	142.3	848.6	97588	805.9	0.000
Junio	168.6	18.78	168.6	161.9	951.3	94440	904.5	0.000
Julio	166.3	20.31	166.3	159.7	928.7	97588	883.3	0.000
Agosto	138.1	19.97	138.1	132.0	782.1	97588	742.3	0.000
Septiembre	102.1	16.60	102.1	97.1	588.3	94440	557.4	0.000
Octubre	60.5	13.11	60.5	56.8	353.0	97588	329.0	0.000
Noviembre	28.2	8.49	28.2	26.1	163.5	94440	145.0	0.000
Diciembre	18.1	5.40	18.1	16.4	103.2	97588	87.2	0.000
Año	1100.5	12.52	1100.5	1048.4	6322.5	1149020	5957.6	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

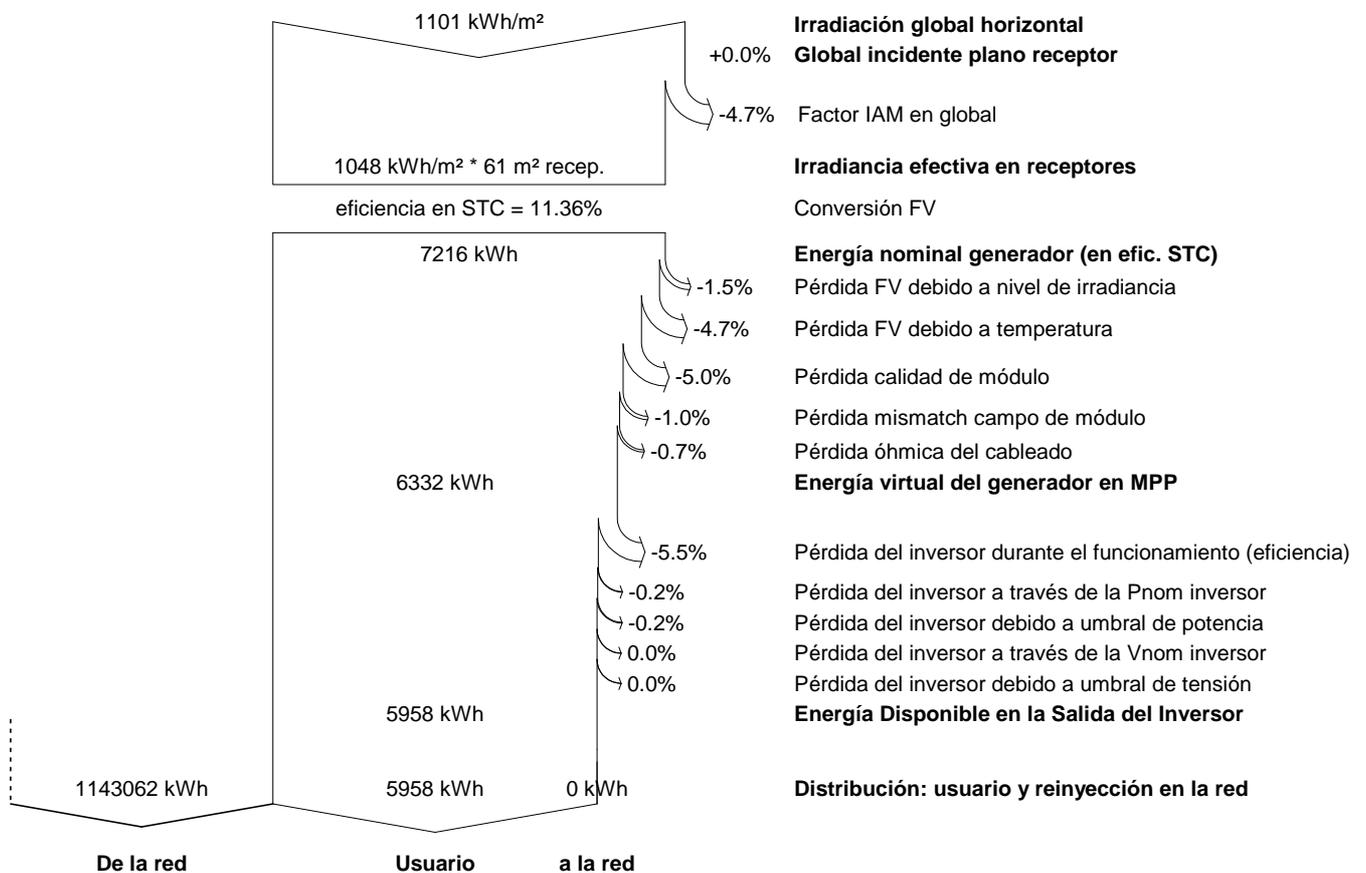
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Restaurante

Variante de simulación : Restaurante

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	0°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	46	Pnom total	6.90 kWp
Inversor	Modelo	MICRO-0.25-I-OUTD-US-240		250 W ac
Banco de inversores	N° de unidades	22.0	Pnom total	5.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	1149 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



**Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el hotel en
Sevilla (España)**

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Hotel

Lugar geográfico Sevilla País **España**

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Hotel

Fecha de simulación 26/11/16 21h09

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 0°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 15 módulos En paralelo 41 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 615 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **92.3 kWp** En cond. funciona. 81.6 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 452 V I mpp 181 A
 Superficie total Superficie módulos **810 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 6 unidades Potencia total 72 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 42 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 18.28 MWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Hotel

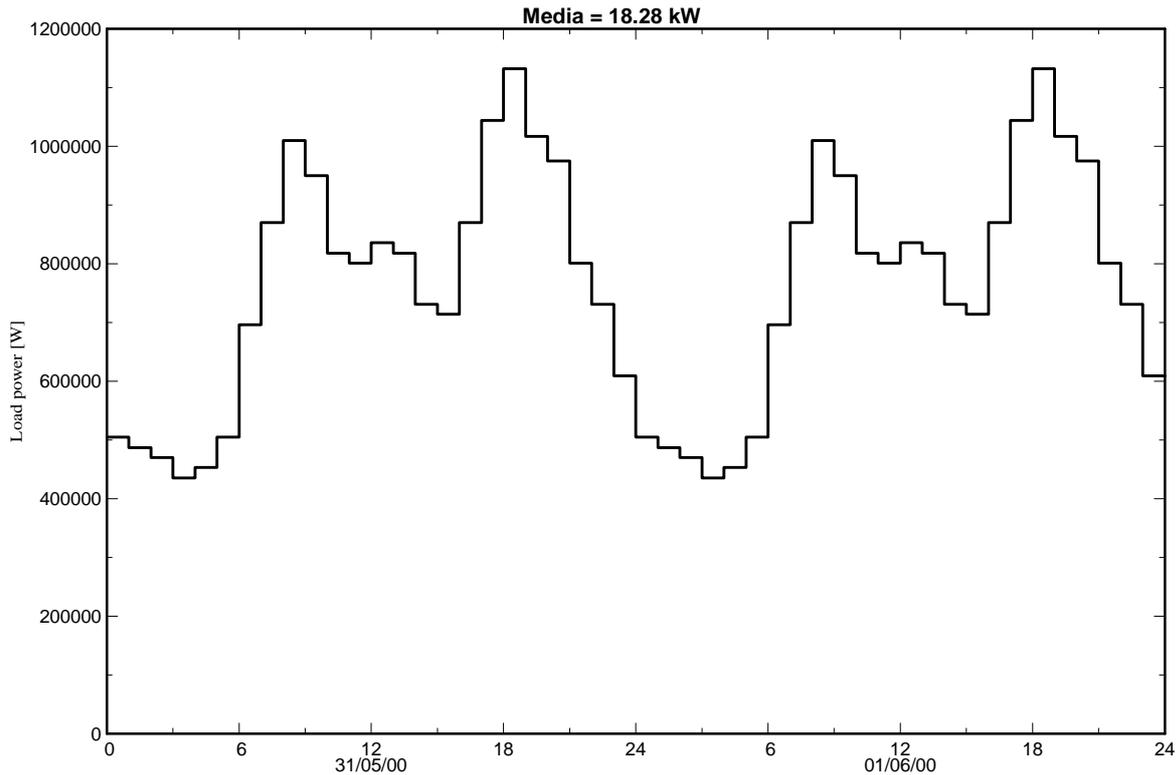
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	615	Pnom total 92.3 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 18.28 kW

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Hotel

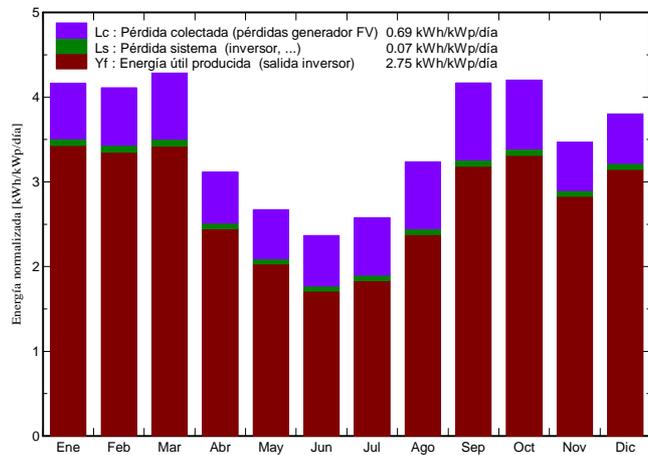
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	615	Pnom total 92.3 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

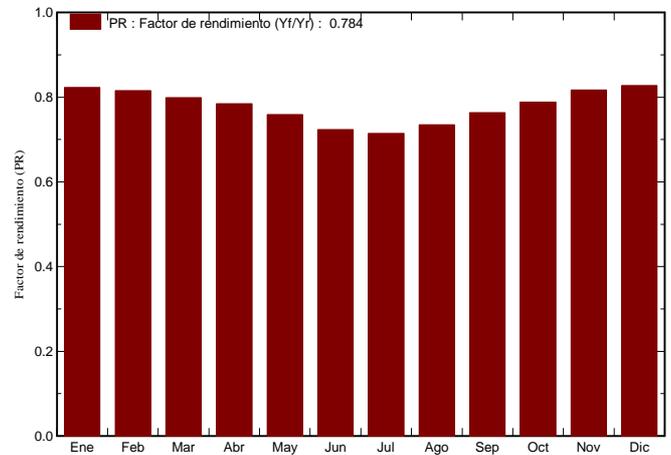
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	92748655 W/año	Produc. específico 1005 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	78.44 %	Fracción solar SF 1.39 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 92.3 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Hotel

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	78.0	11.41	129.1	125.9	10034	566618	9804	0.000
Febrero	91.4	13.11	115.1	111.2	8864	511784	8658	0.000
Marzo	145.7	16.61	132.8	126.1	10020	566618	9789	0.000
Abril	160.6	18.31	93.5	87.1	6956	548340	6771	0.000
Mayo	205.3	21.71	82.9	75.6	5981	566618	5806	0.000
Junio	215.9	26.81	71.0	63.9	4904	548340	4738	0.000
Julio	235.1	28.31	79.9	71.6	5436	566618	5262	0.000
Agosto	201.6	28.31	100.3	92.1	6994	566618	6806	0.000
Septiembre	161.2	24.91	125.1	117.7	9024	548340	8810	0.000
Octubre	119.8	20.51	130.2	125.0	9689	566618	9471	0.000
Noviembre	74.9	14.91	104.0	100.8	8023	548340	7835	0.000
Diciembre	66.9	12.21	117.9	115.0	9209	566618	8999	0.000
Año	1756.3	19.80	1281.8	1211.9	95134	6671470	92749	0.000

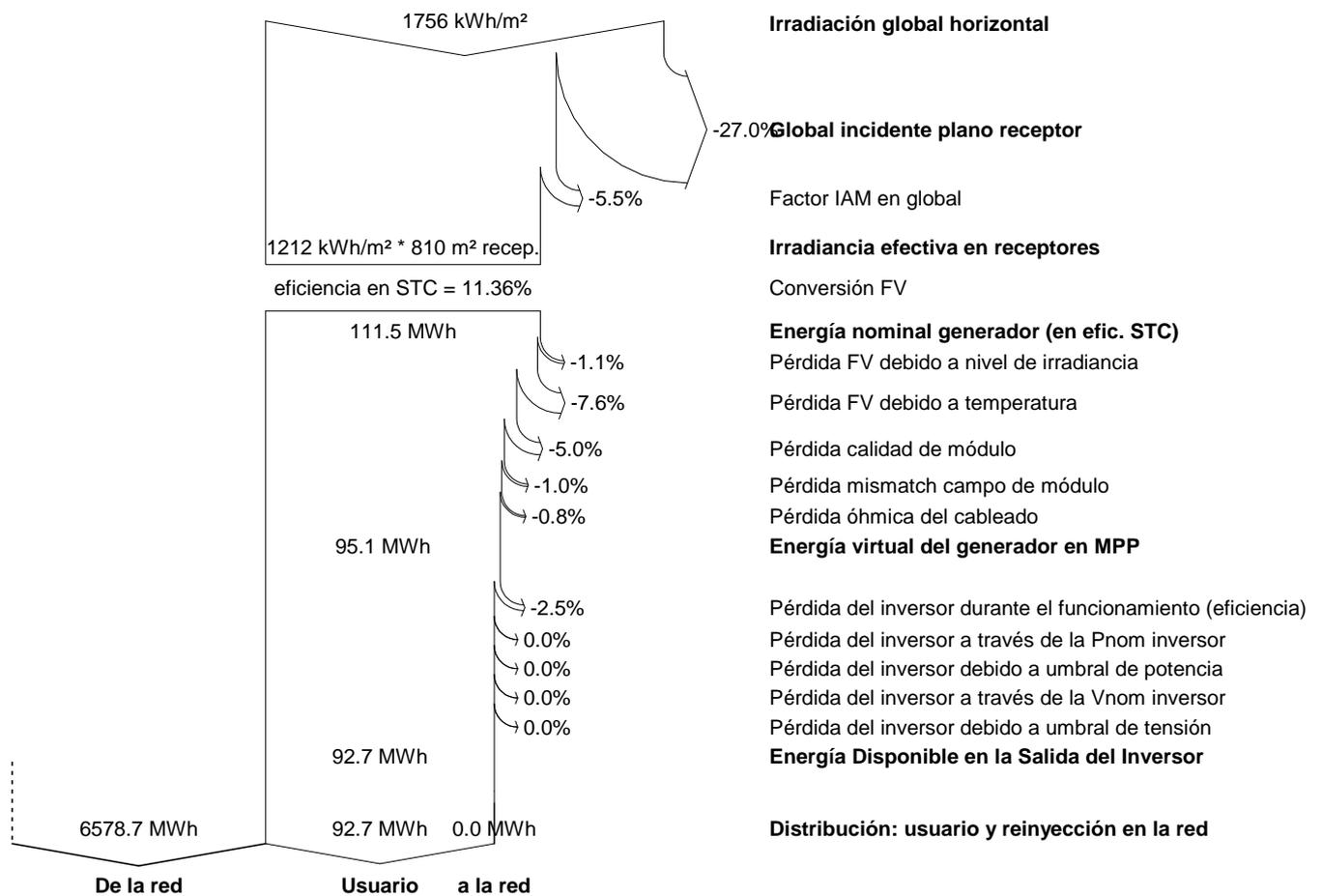
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Hotel
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	615	Pnom total	92.3 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total	72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Hotel

Lugar geográfico Sevilla País España

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Hotel

Fecha de simulación 26/11/16 21h06

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 90°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 15 módulos En paralelo 18 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 270 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **40.5 kWp** En cond. funciona. 35.8 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 452 V I mpp 79 A
 Superficie total Superficie módulos **356 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 3 unidades Potencia total 36 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 95 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 18.28 MWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Hotel

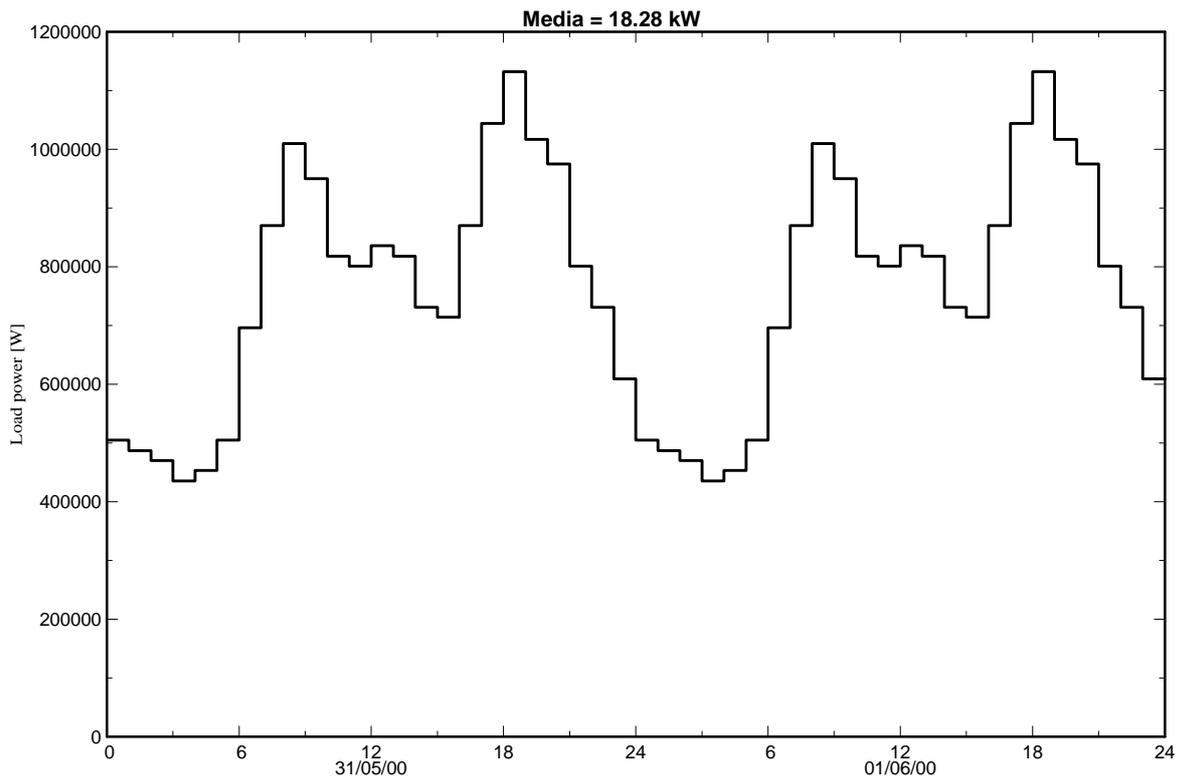
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total 40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 18.28 kW

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Hotel

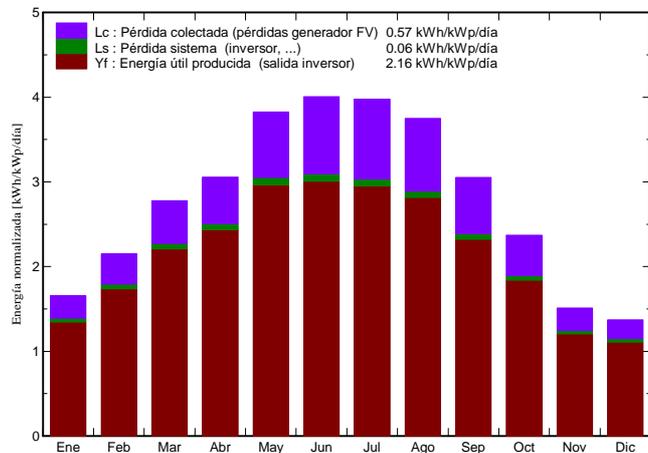
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total 40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

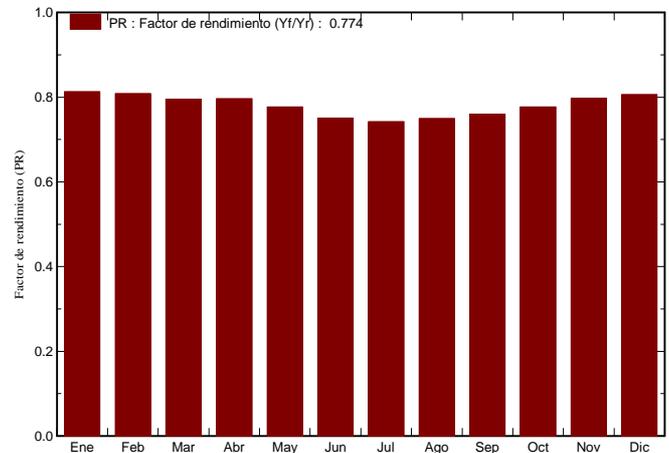
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	31996813 W/año	Produc. específico	790 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	77.43 %	Fracción solar SF	0.48 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 40.5 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Hotel

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	78.0	11.41	51.3	48.8	1746	566618	1688	0.000
Febrero	91.4	13.11	60.2	57.6	2035	511784	1972	0.000
Marzo	145.7	16.61	86.1	82.7	2855	566618	2773	0.000
Abril	160.6	18.31	91.6	88.0	3045	548340	2958	0.000
Mayo	205.3	21.71	118.5	113.8	3833	566618	3730	0.000
Junio	215.9	26.81	120.2	115.5	3759	548340	3654	0.000
Julio	235.1	28.31	123.2	118.7	3811	566618	3705	0.000
Agosto	201.6	28.31	116.2	112.0	3630	566618	3532	0.000
Septiembre	161.2	24.91	91.6	87.6	2904	548340	2820	0.000
Octubre	119.8	20.51	73.4	70.0	2381	566618	2311	0.000
Noviembre	74.9	14.91	45.3	42.9	1518	548340	1464	0.000
Diciembre	66.9	12.21	42.5	40.1	1441	566618	1390	0.000
Año	1756.3	19.80	1020.3	977.6	32957	6671470	31997	0.000

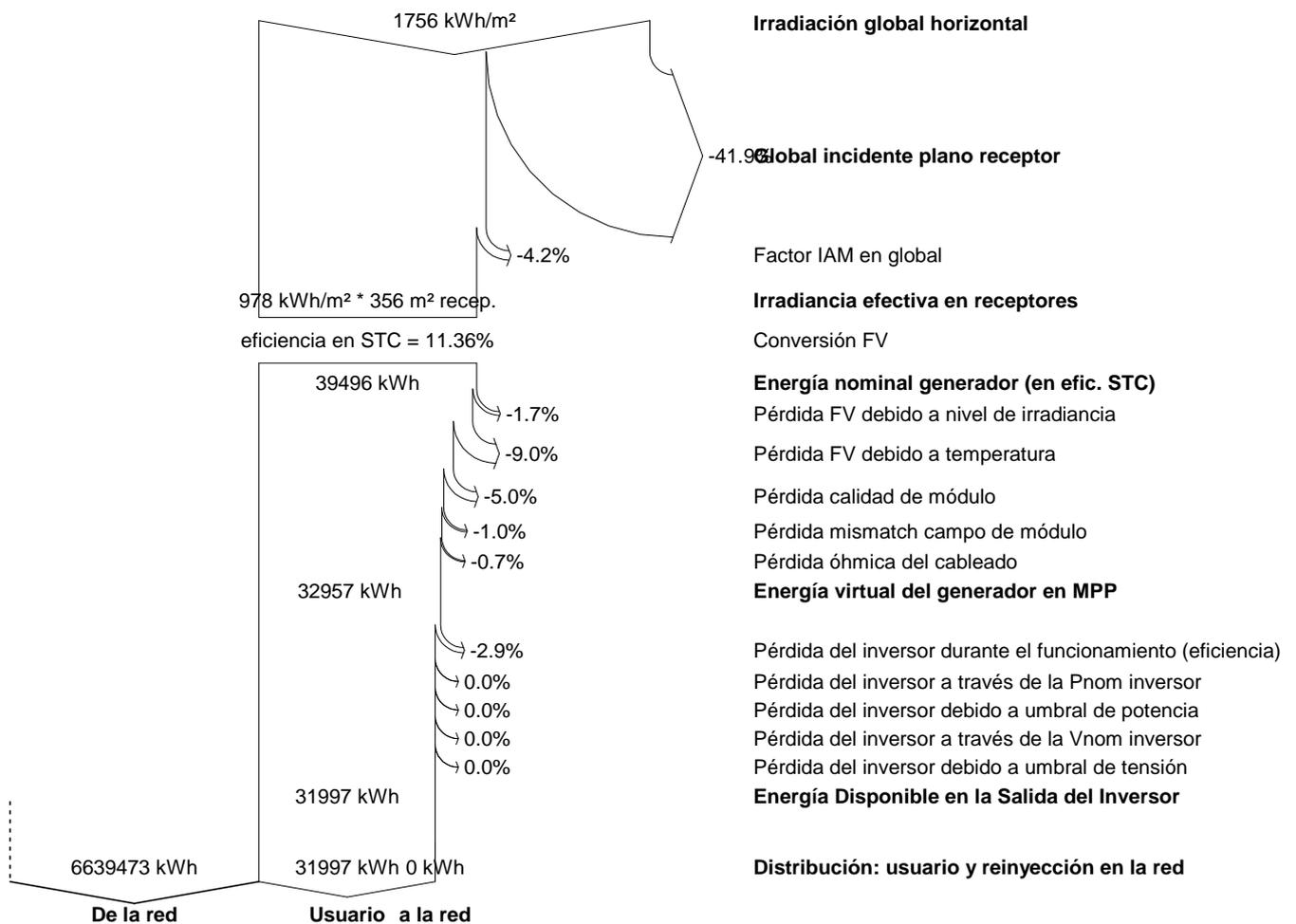
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Hotel
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total 40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Hotel

Lugar geográfico Sevilla País España

Ubicación Latitud 37.42° N Longitud 5.90° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 23 m

Datos climatológicos: Sevilla Meteonorm 6.1 - Synthetic

Variante de simulación : Hotel

Fecha de simulación 26/11/16 21h02

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut -90°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 15 módulos En paralelo 18 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 270 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **40.5 kWp** En cond. funciona. 35.8 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 452 V I mpp 79 A
 Superficie total Superficie módulos **356 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 3 unidades Potencia total 36 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 95 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 18.28 MWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Hotel

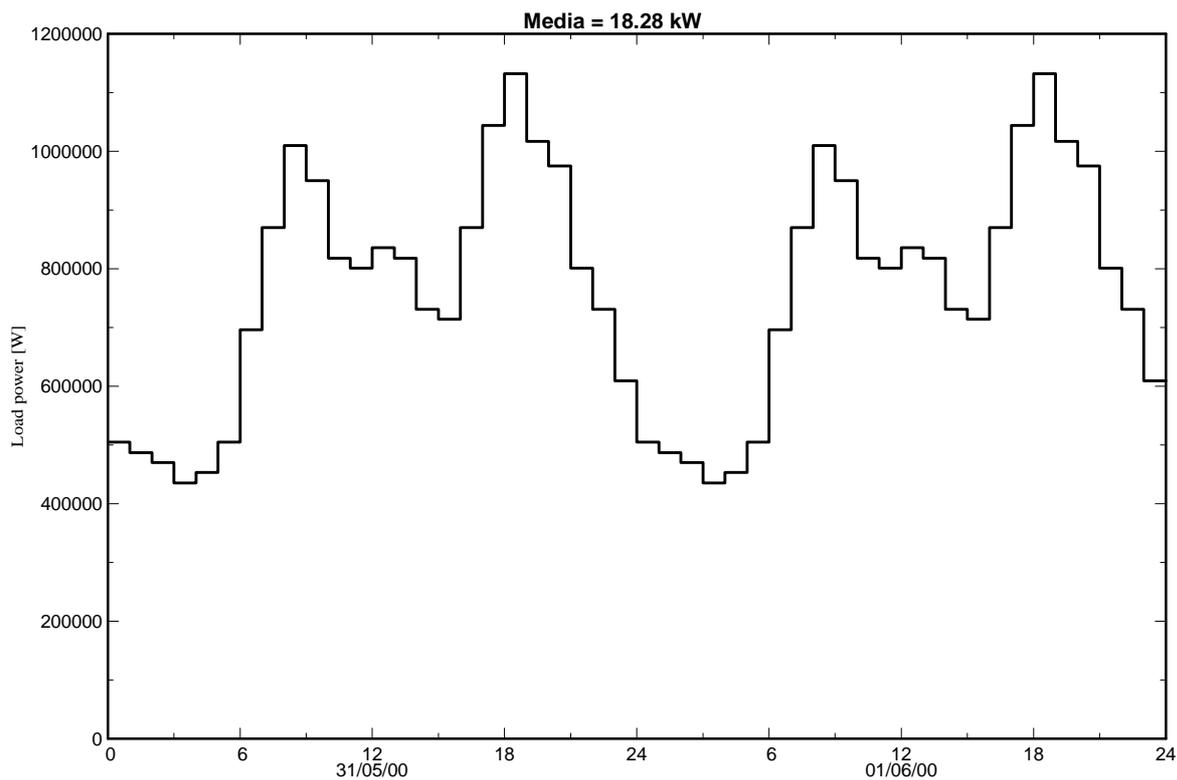
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total 40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 18.28 kW

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Hotel

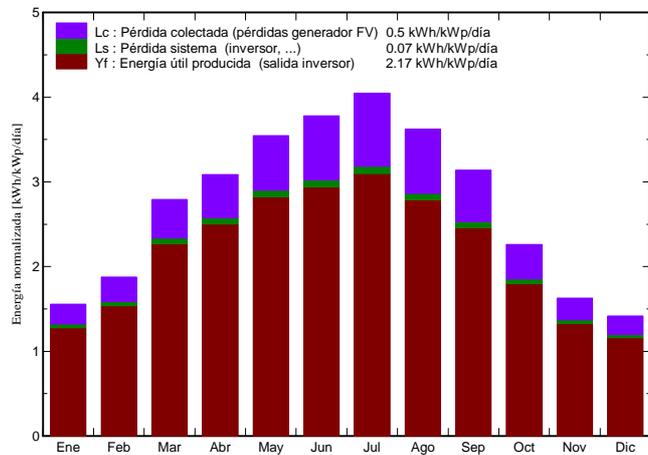
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total	40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

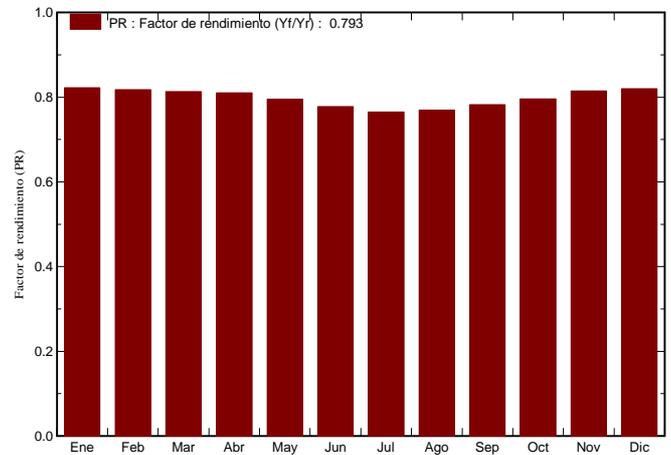
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	32059 kWh/año	Produc. específico	792 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	79.30 %	Fracción solar SF	0.48 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 40.5 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Hotel

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	78.0	11.41	48.2	45.7	1663	566618	1606	0.000
Febrero	91.4	13.11	52.6	49.9	1802	511784	1742	0.000
Marzo	145.7	16.61	86.5	83.1	2934	566618	2851	0.000
Abril	160.6	18.31	92.6	89.2	3130	548340	3041	0.000
Mayo	205.3	21.71	110.0	105.9	3645	566618	3544	0.000
Junio	215.9	26.81	113.4	109.1	3674	548340	3571	0.000
Julio	235.1	28.31	125.5	121.0	4000	566618	3890	0.000
Agosto	201.6	28.31	112.3	108.3	3597	566618	3499	0.000
Septiembre	161.2	24.91	94.2	90.6	3070	548340	2984	0.000
Octubre	119.8	20.51	70.1	67.0	2330	566618	2259	0.000
Noviembre	74.9	14.91	48.9	46.4	1669	548340	1612	0.000
Diciembre	66.9	12.21	43.9	41.5	1511	566618	1459	0.000
Año	1756.3	19.80	998.1	957.6	33026	6671470	32059	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

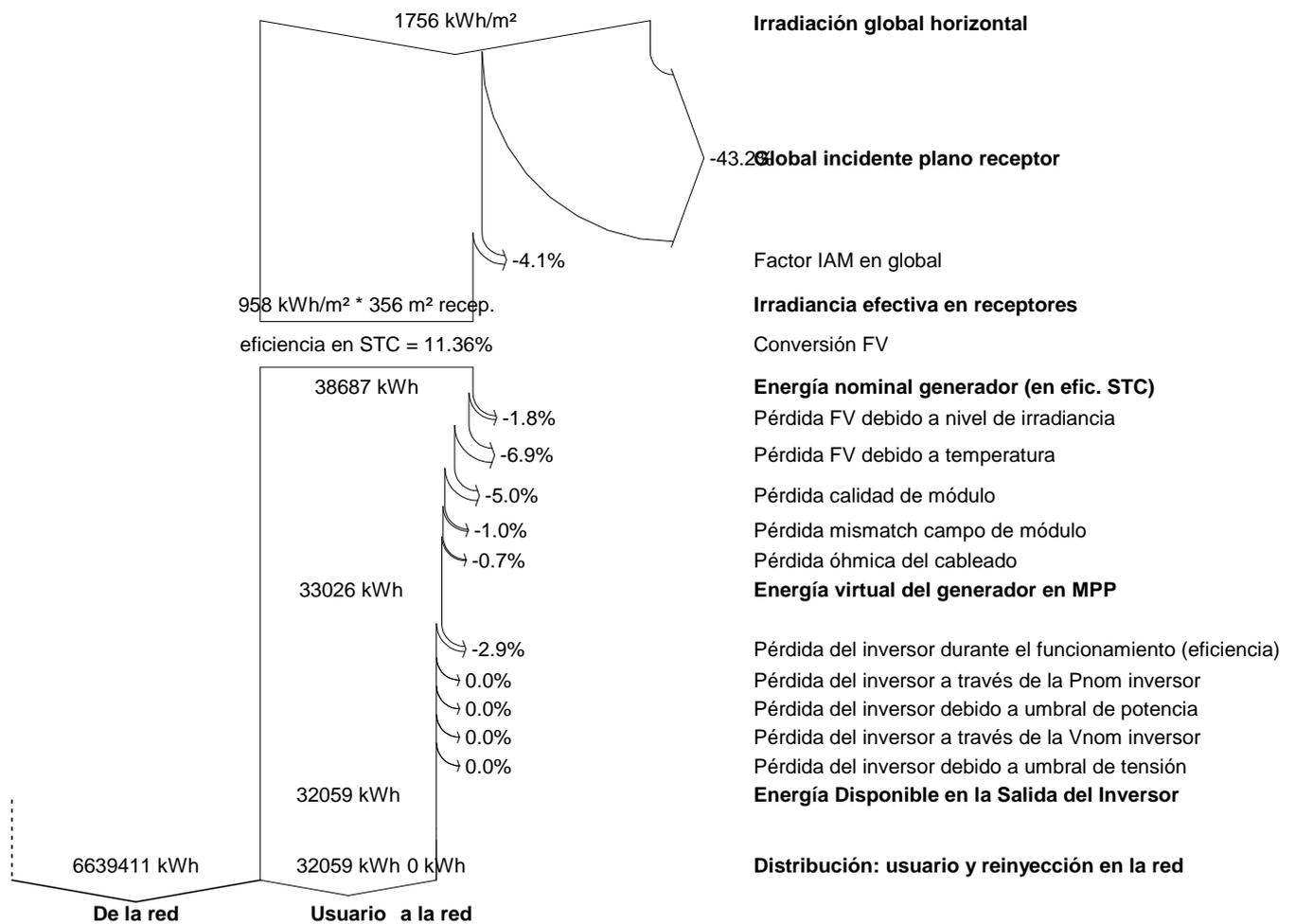
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Hotel

Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total	40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



**Informes de simulaciones generadas por el software PVsyst para el hotel en
París (Francia)**

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Hotel

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Hotel

Fecha de simulación 26/11/16 20h44

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 0°
Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos
Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 15 módulos En paralelo 41 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 615 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **92.3 kWp** En cond. funciona. 81.6 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 452 V I mpp 181 A
 Superficie total Superficie módulos **810 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 6 unidades Potencia total 72 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 42 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 18.28 MWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Hotel

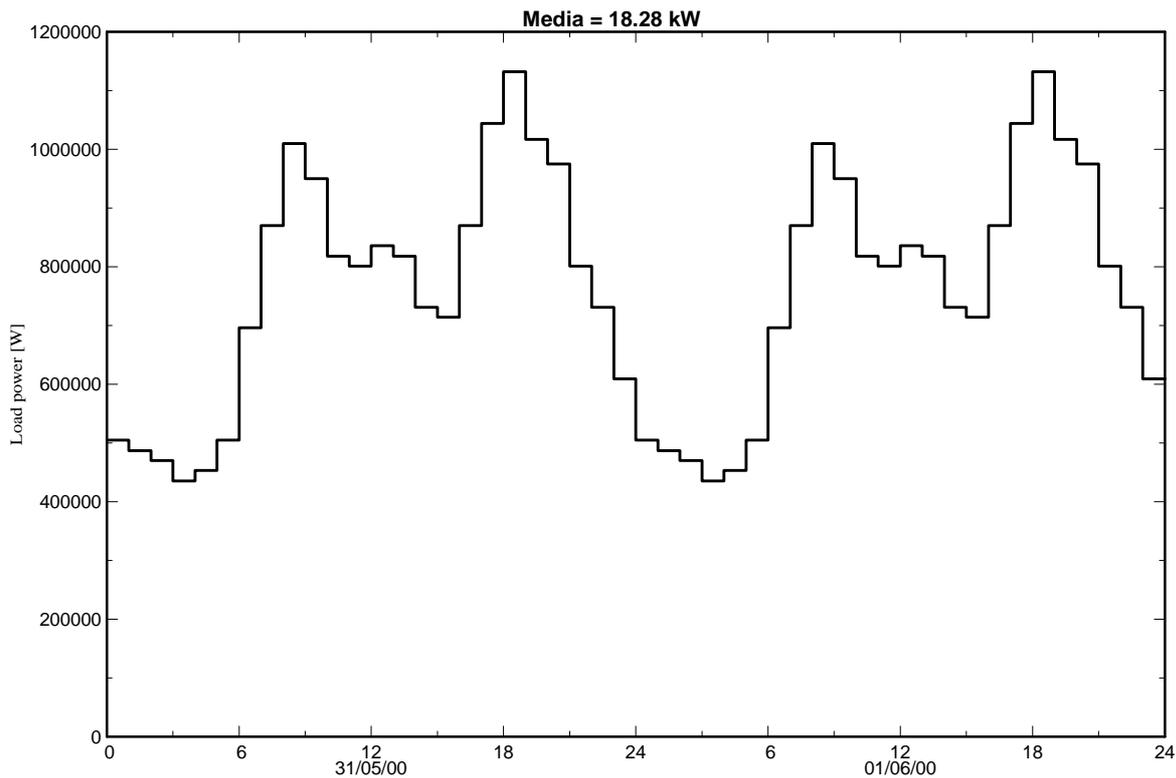
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	615	Pnom total 92.3 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 18.28 kW

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Hotel

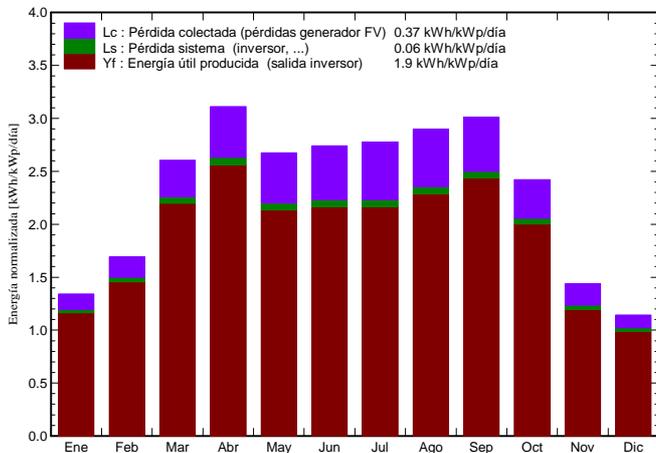
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	615	Pnom total	92.3 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total	72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

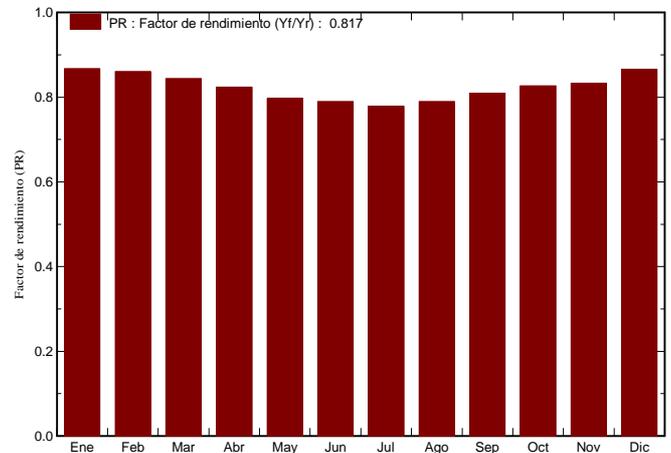
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	63902006 W/año	Produc. específico	693 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	81.70 %	Fracción solar SF	0.96 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 92.3 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Hotel

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	23.6	5.22	41.56	40.32	3425	566618	3326	0.000
Febrero	39.4	5.96	47.33	45.70	3872	511784	3758	0.000
Marzo	81.3	8.60	80.72	77.30	6459	566618	6289	0.000
Abril	126.0	11.76	93.38	88.24	7286	548340	7095	0.000
Mayo	148.3	15.63	82.93	77.50	6291	566618	6103	0.000
Junio	168.6	18.78	82.20	76.66	6176	548340	5988	0.000
Julio	166.3	20.31	86.11	80.15	6377	566618	6188	0.000
Agosto	138.1	19.97	89.86	84.58	6734	566618	6546	0.000
Septiembre	102.1	16.60	90.28	85.93	6920	548340	6744	0.000
Octubre	60.5	13.11	75.06	72.41	5881	566618	5724	0.000
Noviembre	28.2	8.49	43.06	41.75	3417	548340	3310	0.000
Diciembre	18.1	5.40	35.43	34.40	2926	566618	2830	0.000
Año	1100.5	12.52	847.90	804.94	65764	6671470	63902	0.000

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
	GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

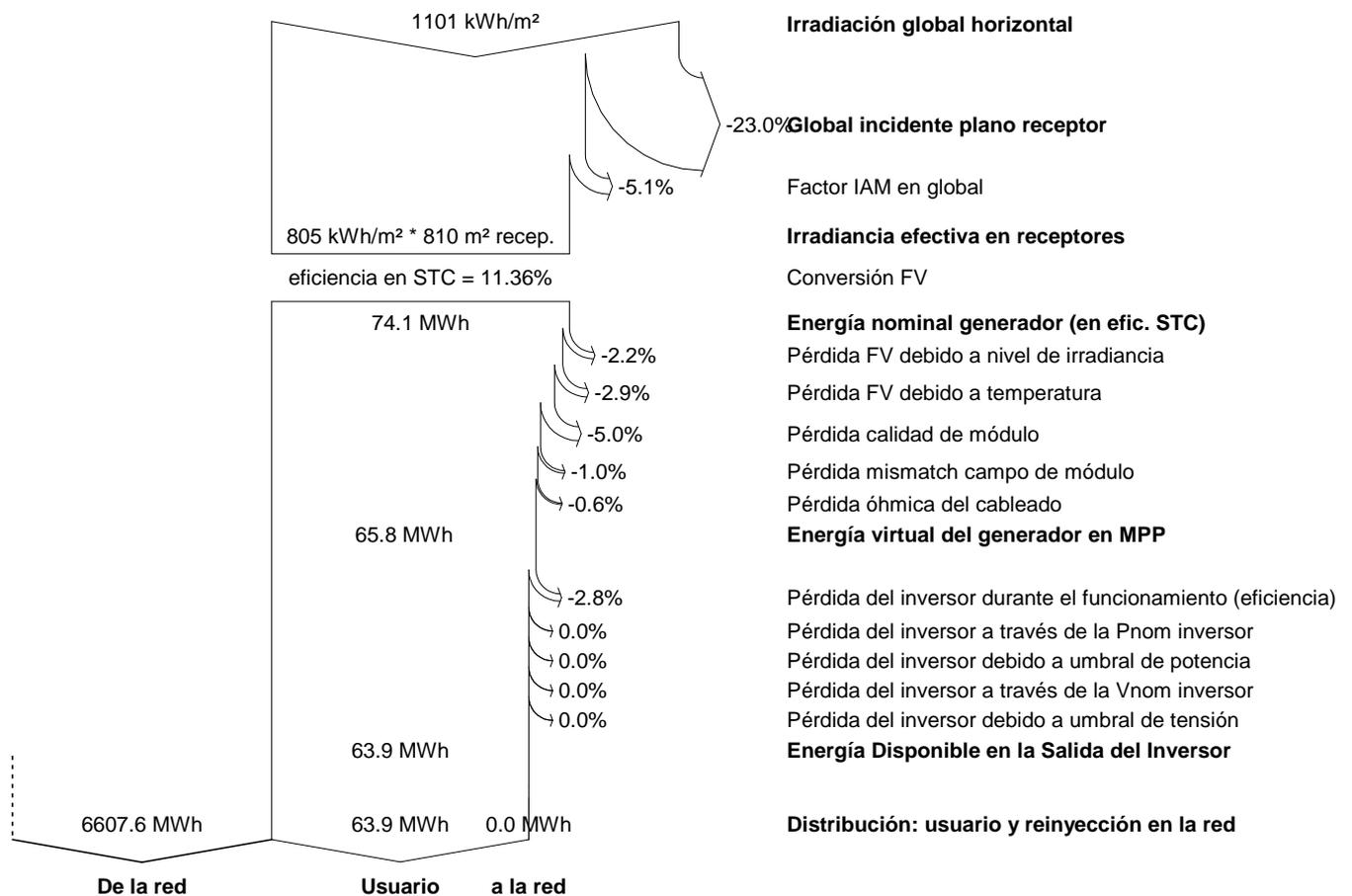
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Hotel

Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	615	Pnom total 92.3 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total 72.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Hotel

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Hotel

Fecha de simulación 26/11/16 20h52

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut 90°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 15 módulos En paralelo 18 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 270 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **40.5 kWp** En cond. funciona. 35.8 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 452 V I mpp 79 A
 Superficie total Superficie módulos **356 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 3 unidades Potencia total 36 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 95 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 18.28 MWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Hotel

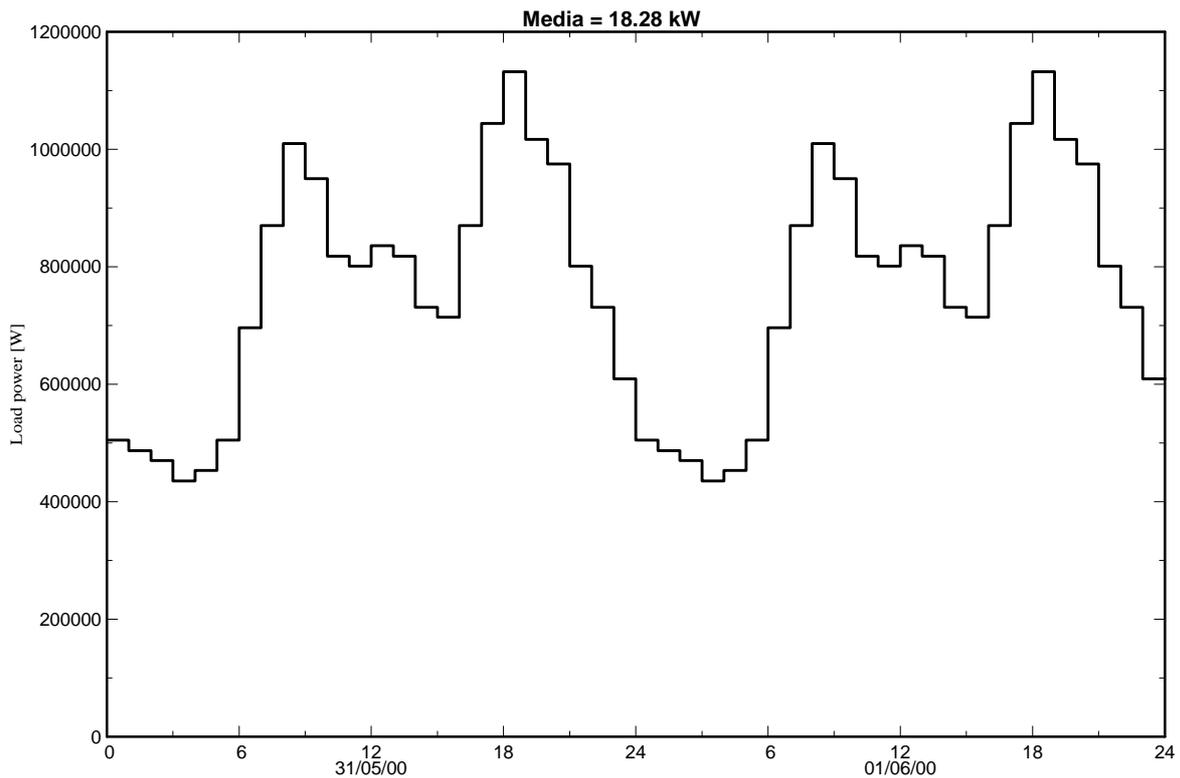
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut 90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total 40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 18.28 kW

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Hotel

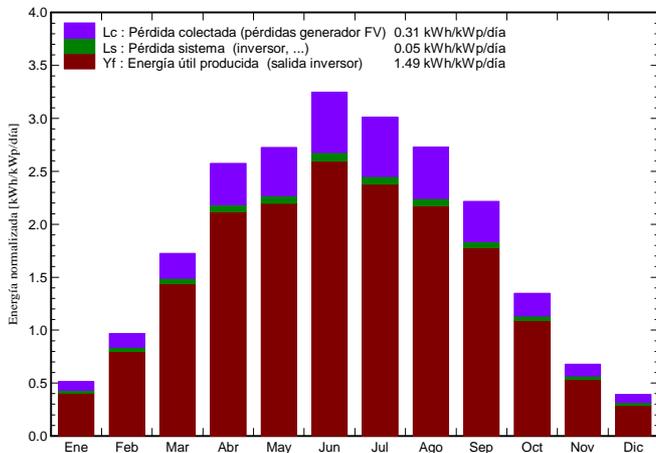
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total	40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

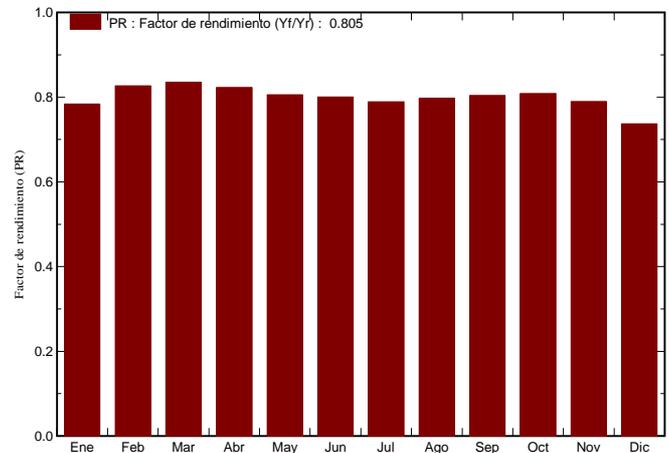
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	21977525 W/año	Produc. específico	543 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	80.47 %	Fracción solar SF	0.33 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 40.5 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Hotel

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	23.6	5.22	16.02	14.88	543	566618	509	0.000
Febrero	39.4	5.96	27.08	25.72	949	511784	907	0.000
Marzo	81.3	8.60	53.44	51.07	1871	566618	1807	0.000
Abril	126.0	11.76	77.27	74.17	2657	548340	2576	0.000
Mayo	148.3	15.63	84.53	81.16	2849	566618	2759	0.000
Junio	168.6	18.78	97.31	93.51	3252	548340	3154	0.000
Julio	166.3	20.31	93.36	89.58	3079	566618	2985	0.000
Agosto	138.1	19.97	84.60	81.24	2818	566618	2732	0.000
Septiembre	102.1	16.60	66.48	63.78	2236	548340	2166	0.000
Octubre	60.5	13.11	41.81	39.93	1424	566618	1369	0.000
Noviembre	28.2	8.49	20.32	19.14	688	548340	650	0.000
Diciembre	18.1	5.40	12.17	11.16	397	566618	363	0.000
Año	1100.5	12.52	674.39	645.34	22765	6671470	21978	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

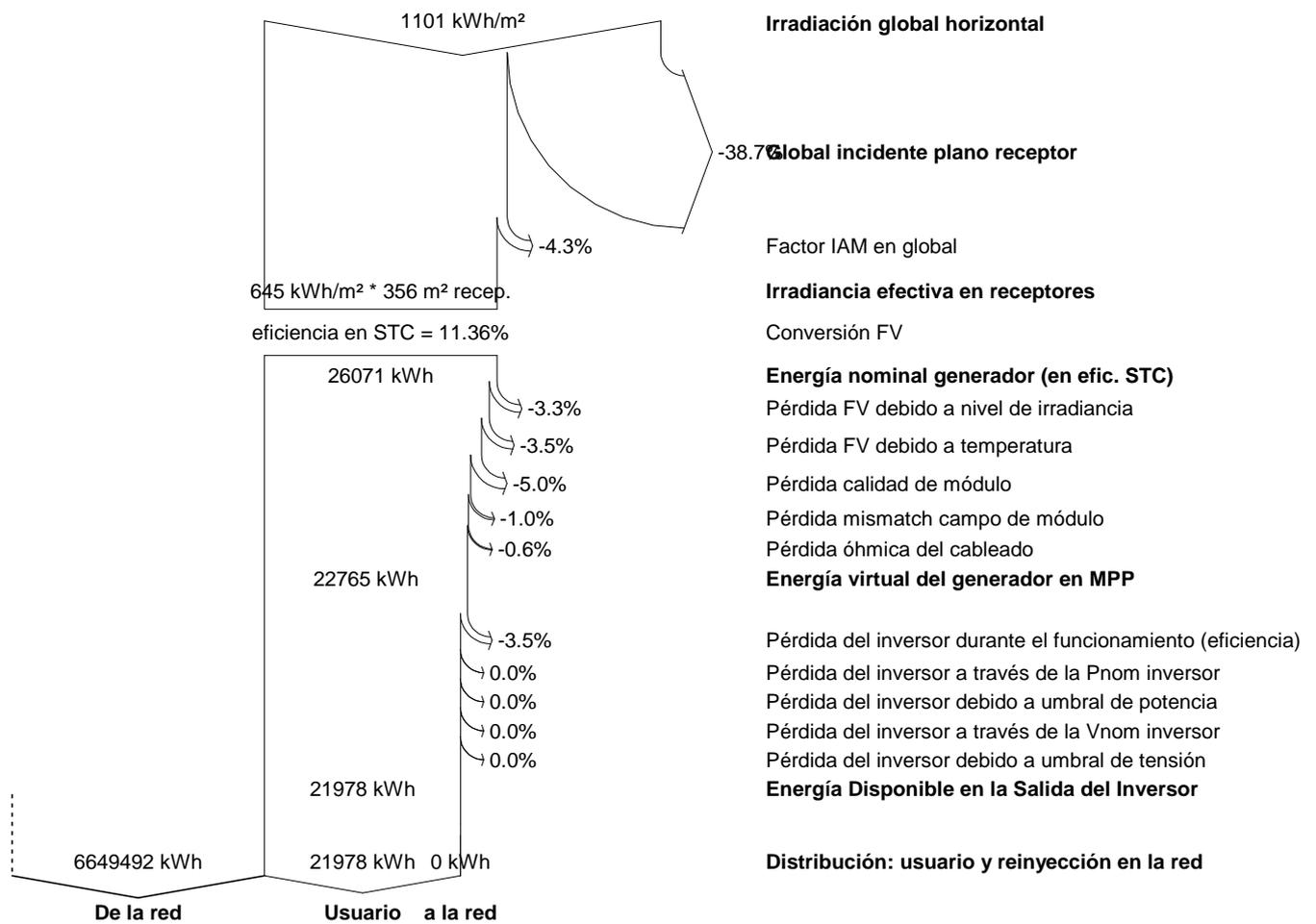
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Hotel

Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total	40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Hotel

Lugar geográfico Paris País Francia

Ubicación Latitud 48.82° N Longitud 2.33° E
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 82 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Paris MeteoNorm 7.1 station - Síntesis

Variante de simulación : Hotel

Fecha de simulación 26/11/16 20h55

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 90° Acimut -90°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo **A-150 M**
 Original PVsyst database Fabricante Atersa
 Número de módulos FV En serie 15 módulos En paralelo 18 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 270 Pnom unitaria 150 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **40.5 kWp** En cond. funciona. 35.8 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 452 V I mpp 79 A
 Superficie total Superficie módulos **356 m²**

Inversor

Original PVsyst database Modelo **12 kWac inverter**
 Características Fabricante Generic
 Tensión Funciona. 350-600 V Pnom unitaria 12.0 kWac
 Potencia máx. (=>25°C) 14.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 3 unidades Potencia total 36 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
 Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 95 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
 Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas 5.0 %
 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 : perfil diario Constante durante el año
 media 18.28 MWh/Día

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Hotel

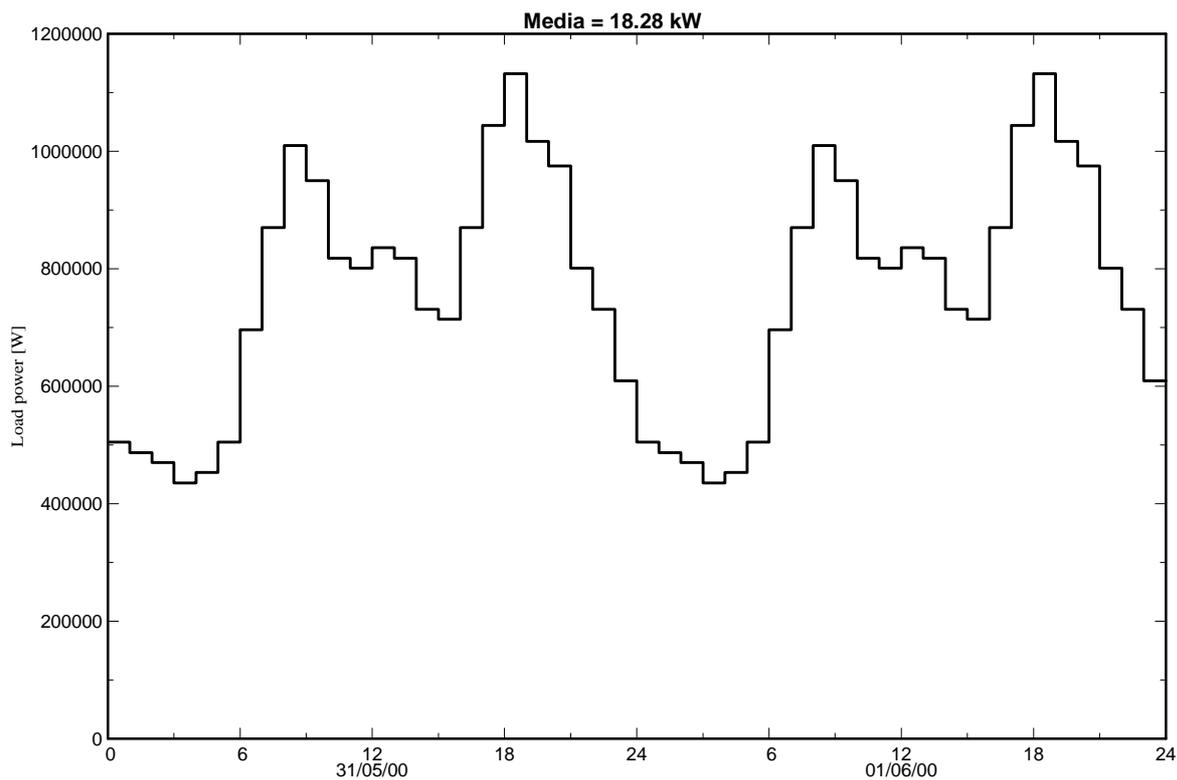
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut -90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom 150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total 40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom 12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global 6671 MWh/año

perfil diario, Constante durante el año, media = 18.28 kW

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
Hourly load	505	487	470	435	453	505	696	870	1010	950	818	801	kW
	836	818	731	714	870	1044	1132	1017	975	801	731	609	kW

Necesidades de los usuarios :perfil diario, Constante durante el año



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Hotel

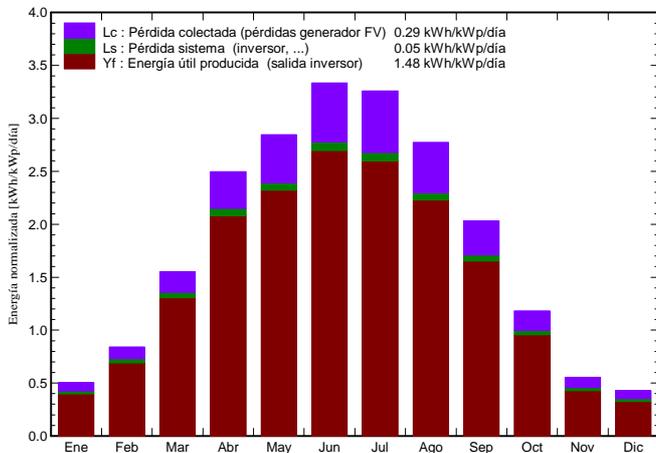
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total	40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

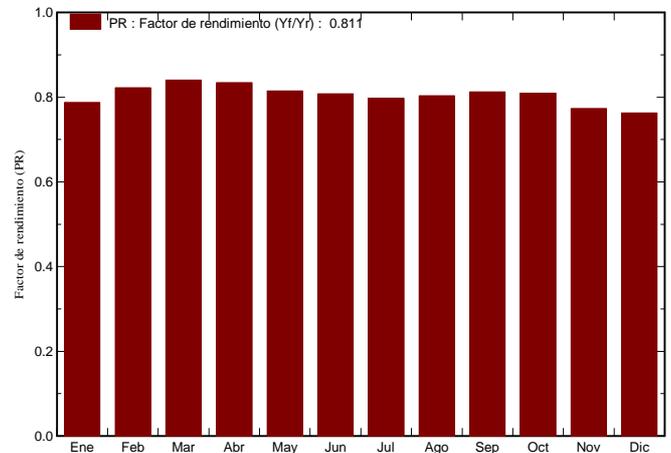
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	21848705 W/año	Produc. específico	539 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	81.09 %	Fracción solar SF	0.33 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 40.5 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Hotel

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
Enero	23.6	5.22	15.7	14.57	535	566618	500	0.000
Febrero	39.4	5.96	23.5	22.37	826	511784	785	0.000
Marzo	81.3	8.60	48.2	45.94	1702	566618	1640	0.000
Abril	126.0	11.76	74.9	71.77	2613	548340	2533	0.000
Mayo	148.3	15.63	88.3	84.59	3007	566618	2914	0.000
Junio	168.6	18.78	100.1	96.05	3375	548340	3276	0.000
Julio	166.3	20.31	101.0	97.06	3362	566618	3262	0.000
Agosto	138.1	19.97	86.0	82.56	2886	566618	2798	0.000
Septiembre	102.1	16.60	61.0	58.28	2077	548340	2008	0.000
Octubre	60.5	13.11	36.7	34.81	1254	566618	1202	0.000
Noviembre	28.2	8.49	16.6	15.59	558	548340	521	0.000
Diciembre	18.1	5.40	13.2	12.30	443	566618	409	0.000
Año	1100.5	12.52	665.2	635.88	22638	6671470	21849	0.000

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
GlobInc	Global incidente plano receptor	E User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Grid	Energía reinyectada en la red

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Hotel
Variante de simulación : Hotel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	90°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	A-150 M	Pnom	150 Wp
Generador FV	N° de módulos	270	Pnom total	40.5 kWp
Inversor	Modelo	12 kWac inverter	Pnom	12.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	36.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	perfil diario	Constante durante el año	global	6671 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año

