UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO Y GESTIÓN DE LA DEMANDA EN EL CAMPUS DE MONCLOA DE LA UPM

JESÚS CATALÁN CRIADO
2019

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Autoconsumo Fotovoltaico y Gestión de la Demanda en el Campus de Moncloa de la UPM
Autor: D. Jesús Catalán Criado
Tutor: D.ª María Estefanía Caamaño Martín
Cotutor: D. Lorenzo Olivieri
Departamento: ELECTRÓNICA FÍSICA, INGENIERÍA ELÉCTRICA Y FÍSICA APLICADA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Presidente: D. Ignacio Tobías Galicia

Vocal: D. Ignacio Rey-Stolle Prado

Secretario: D. David Fuertes Marrón

Suplente: D. Pablo Palacios Clemente

Los miembros del tribunal arriba nombrados acuerdan otorgar la calificación de:

Madrid, a _____ de _____ de 20__

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO Y GESTIÓN DE LA DEMANDA EN EL CAMPUS DE MONCLOA DE LA UPM

JESÚS CATALÁN CRIADO

2019

RESUMEN

En este TFM se plantea contribuir al reto de Sostenibilidad que se ha planteado la Universidad Politécnica de Madrid, como recoge su "Plan de Sostenibilidad Ambiental", mediante el diseño básico de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red destinadas al autoconsumo basadas en sistemas fotovoltaicos-tipo modulares que se adapten a las tipologías de cubiertas analizadas. Y es que la modularización en la ingeniería de sistemas fotovoltaicos es un factor clave para la reducción de costes, máxime si estos operan en edificios de gran tamaño, donde puede existir una diversidad importante de condicionantes espaciales y eléctricos (ubicación de los generadores fotovoltaicos, conexión con instalaciones eléctricas interiores) que afectan al diseño y dimensionado de las instalaciones.

Además de lo anterior se simulará el comportamiento energético de las instalaciones planteadas utilizando herramientas comerciales de uso extendido en el sector fotovoltaico, el software *PVSyst*, así como el aporte al consumo eléctrico de los edificios, con el objetivo último de optimizar el autoconsumo de las instalaciones fotovoltaicas desde el punto de vista técnico y económico (ahorro de costes).

SUMMARY

This TFM will contribute to the challenge of improving sustainability that has been posed by Universidad Politecnica de Madrid, as stated in its "Plan de Sostenibilidad Ambiental" by designing basic network connected photovoltaic systems that will be destined for self-consumption and based on modular photovoltaic systems that adapt to the typology of the analyzed covers.

Modularization is one of the key factors for cost reduction in photovoltaic system engineering, even more if those systems operate in big scale buildings, where a more significant diversity of spatial and electrical constraints (such as the placement of the photovoltaic generators or connection with the inner electrical facilities) can exist, thus affecting design and dimensioning of the facilities.

Added to that, the energetic behaviour of the developed facilities will be simulated using some tools that are widely used in the photovoltaic sector, like the *PVSyst* software. And also the input to the electricity consumption of each building, with a view to optimize self-consumption on photovoltaic facilities from a technical and economical point of view (cost saving).

PALABRAS CLAVE

Energía, renovable, fotovoltaica, autoconsumo, modularización, ahorro, costes, programa *PVSyst*, UPM, campus Moncloa, TFM.

KEYWORDS

Energy, renewable, photovoltaic, self-consumption, modularization, savings, costs, software *PVSyst*, UPM, Moncloa campus, Master's Thesis.

Este Trabajo Fin de Máster ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid y el Banco Santander en el marco de la Convocatoria de Campus sostenible en la UPM para el año 2019.

A mi familia, amigos y compañeros del máster,

sin vosotros no hubiera sido posible. Muchas gracias.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

RESUMEN ..... **IV**
SUMMARY ..... **IV**
ÍNDICE DEL CONTENIDO ..... **VII**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **IX**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **IX**
ÍNDICE DE ECUACIONES ..... **IX**
GLOSARIO ..... **X**
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS **1**
1.1. Introducción 1
1.2. Objetivos y estructura del trabajo 1
2. DESARROLLO DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO **3**
2.1. Introducción 3
2.2. Diseño de las instalaciones fotovoltaicas 3
2.2.1. Módulos fotovoltaicos 4
2.2.1. Inversores fotovoltaicos 5
2.2.2. Estructura de soporte 5
2.3. Realización del proyecto en PVSyst 5
2.3.1. Datos de radiación 6
2.3.2. Implementación de pérdidas en el sistema fotovoltaico 6
2.3.3. Emplazamiento y distribución de los generadores fotovoltaicos 7
3. RESULTADOS DE LOS PROYECTOS FOTOVOLTAICOS **9**
3.1. Resultados de las simulaciones 9
3.1.1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN 9
3.1.2. Escuela técnica superior de arquitectura de madrid 9
3.1.3. Escuela técnica superior de edificación 9
3.1.4. Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos 10
3.1.5. Escuela técnica superior de ingeniería de aeronáutica y del espacio 10
3.1.6. Escuela técnica superior de ingenieros navales 10
3.2. Estudio de la autosuficiencia y ahorro de la factura eléctrica 11
3.3. Análisis Económico del proyecto fotovoltaico 13
4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS **16**
4.1. Conclusiones 16

4.2. Líneas futuras 16
5. BIBLIOGRAFÍA 17
ANEXO A: HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 18
ANEXO B: HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS 20
ANEXO C: COMPARACIÓN DE DATOS DE RADIACIÓN 29
ANEXO D: RESULTADOS OBTENIDOS DEL CAMPUS DE MONCLOA 30
E.1 Escuela técnica superior de ingenieros de telecomunicación 30
E.2 Escuela técnica superior de arquitectura de madrid 30
E.3 Escuela técnica superior de edificación 31
E.4 Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos 33
E.5 Escuela técnica superior de ingeniería aeronáutica y del espacio 34
E.6 Escuela técnica superior de ingenieros navales 35
ANEXO E: SIMULACIONES DEL SOFTWARE PVSYST 37
ANEXO F: PRESUPUESTO ECONÓMICO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de inclinaciones y orientaciones. 4
Tabla 2. Características eléctricas y físicas del módulo fotovoltaico [4]. 5
Tabla 3. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSIT. 8
Tabla 4. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSAM. 9
Tabla 5. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSE. 9
Tabla 6. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSICCP. 10
Tabla 7. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSIAE. 10
Tabla 8. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSIN. 10
Tabla 9. Resultado de la instalación global del campus de Moncloa. 11
Tabla 10. Precios de los períodos tarifarios. 12
Tabla 11. Resumen de las principales variables de las escuelas analizadas. 13
Tabla 12. Presupuesto del proyecto fotovoltaico. 14
Tabla 13. Orientaciones de los bloques para la ETSE. 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del campus de Moncloa [1]. 3
Figura 2. Captación solar respecto a la inclinación y orientación óptimos [2]. 4
Figura 3. Ejemplo de escena de sombreado creada en el entorno 3D. 7
Figura 4. Distribución de los módulos en bloques para la ETSIT. 7
Figura 5. Autosuficiencia del campus de Moncloa en 2016. 11
Figura 6. Ahorro mensual del campus de Moncloa en 2016. 12
Figura 7. Ahorro anual del campus de Moncloa para el 2016. 13
Figura 8. Flujos de ahorro. 14
Figura 9. Análisis de la rentabilidad mediante VAN y TIR. 15
Figura 10. Comparación de los datos de radiación. 29
Figura 11. Distribución de los bloques para la ETSIT. 30
Figura 12. Distribución de los bloques para la ETSAM. 31
Figura 13. Distribución de los bloques para la ETSE. 32
Figura 14. Distribución de los bloques para la ETSICCP. 33
Figura 15. Distribución de los bloques para la ETSIAE. 34
Figura 16. Distribución de los bloques para la ETSIN. 35

ÍNDICE DE ECUACIONES

(1) 11
(2) 15

GLOSARIO

TFM	Trabajo Fin de Máster
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
PVSyst	Software de referencia fotovoltaico
ETSIT	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones
ETSIM	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural
ETSICCP	Escuela Técnica Superior Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
ETSIAAB	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas
ETSAM	Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
ETSE	Escuela Técnica Superior de Edificación
INEF	Instituto Nacional de Educación Física
ETSIAE	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáuticos y del Espacio
ETSIN	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales
α	Azimut: grados de orientación respecto al sur
β	Inclinación del plano de los módulos
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
PVGIS	*Photovoltaic Geographical Information System* (Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica)
$C_{ficticio_{m,i}}$	Consumo horario ficticio para cada mes *m*
C_{real_m}	Consumo mensual medido para cada mes *m*
$C_{Dato\ ETSIT_{m,i}}$	Consumo horario medido para cada mes *m*
O&M	Gastos de Operación y Mantenimiento
IPC	Índice de Precios del Consumo
VAN	Valor Actual Neto

TIR	Índice de Rentabilidad de la Inversión
LCOE	Coste Energético Nivelado de la Instalación
I	Inversión inicial del proyecto fotovoltaico
$C_{O\&M}$	Coste de Operación y Mantenimiento del sistema fotovoltaico
E_t	Energía generada por la instalación para el año t
r	Ratio de descuento
t	Año en el que se evalúan los costes y la generación eléctrica

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica de Madrid ha asumido recientemente el ambicioso reto de transformarse en una universidad sostenible y sensible a los retos ambientales del planeta y de su medio urbano. En particular, y como recoge su "Plan de Sostenibilidad Ambiental" ha definido entre otras líneas estratégicas la mejora de la eco-eficiencia en su gestión, la cual cuenta entre otros objetivos el estudio e implantación de sistemas de energía solar fotovoltaica en edificios, cubiertas, estacionamientos y otros emplazamientos que reduzcan el uso de combustibles fósiles.

En este TFM se plantea contribuir al reto de Sostenibilidad mencionado anteriormente mediante el diseño básico de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red destinadas al autoconsumo basadas en sistemas fotovoltaicos-tipo modulares que se adapten a las tipologías de cubiertas analizadas. Y es que la modularización en la ingeniería de sistemas fotovoltaicos es un factor clave para la reducción de costes, máxime si estos operan en edificios de gran tamaño, donde puede existir una diversidad importante de condicionantes espaciales y eléctricos que afectan al diseño y dimensionado de las instalaciones. Además de lo anterior, se simulará el comportamiento energético de las instalaciones planteadas utilizando herramientas comerciales de uso extendido en el sector fotovoltaico, así como el aporte al consumo eléctrico de los edificios, con el objetivo último de optimizar el uso de las instalaciones desde el punto de vista técnico y económico.

1.2. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO

En el presente Trabajo Fin de Máster se realiza, en primer lugar, el análisis de las azoteas disponibles en cada una de las Escuelas Técnicas Superiores del campus de Moncloa de la UPM para el posterior diseño de instalaciones fotovoltaicas que se simularán en el software de referencia *PVSyst*. Además, se complementará las simulaciones realizadas con el estudio de los consumos eléctricos de cada Escuela Técnica Superior y obtener resultados de la autosuficiencia de la propia UPM con la figura de agregador de la demanda eléctrica y una gestión activa de la demanda, obteniendo un ahorro en la factura eléctrica de la universidad.

Los objetivos definidos en el presente TFM se engloban en:

- Aprendizaje del programa *PVSyst* para la simulación de instalaciones fotovoltaicas. Desde los tutoriales más básicos proporcionados por el propio programa, hasta aplicaciones más especializadas como análisis de sombreado en entornos 3D o importación de base de datos de radiación externos.
- Analizar la capacidad de autosuficiencia del campus de Moncloa de la UPM.
- Siguiendo las directrices del "*Plan de Sostenibilidad Ambiental*" de la UPM, ayudar a la reducción de las emisiones de CO_2 y la consiguiente huella de carbono del campus de Moncloa.

Este TFM se estructura de la siguiente manera:

- En la Sección 1 se introduce el presente trabajo, junto a los principales objetivos de éste y la estructuración de los apartados.
- En la Sección 2 se desarrolla el procedimiento llevado a cabo para el diseño de la instalación fotovoltaica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de

Telecomunicación –los proyectos realizados para las demás escuelas se añaden en sus correspondientes apartados del Anexo E–.

- En la Sección 3 se presentan los resultados obtenidos para cada una de las Escuelas Técnicas Superiores en las que se ha llevado a cabo la instalación de generadores fotovoltaicos, junto a sus consumos eléctricos, un estudio de la autosuficiencia del campus de Moncloa y el análisis económico del proyecto.
- En la Sección 4 se exponen las conclusiones obtenidas tras la realización del presente trabajo y unas posibles líneas futuras de estudio.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO

2.1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica de Madrid en su campus de Moncloa está compuesta por un total de 11 instituciones: ETSIT (telecomunicaciones), ETSIM (montes y forestales), ETSICCP (caminos), ETSIAAB (agrónomos), ETSAM (arquitectura), ETSE (edificación), INEF (ed. física), ETSIAE (aeroespaciales), ETSIN (navales) y los Rectorados A y B.

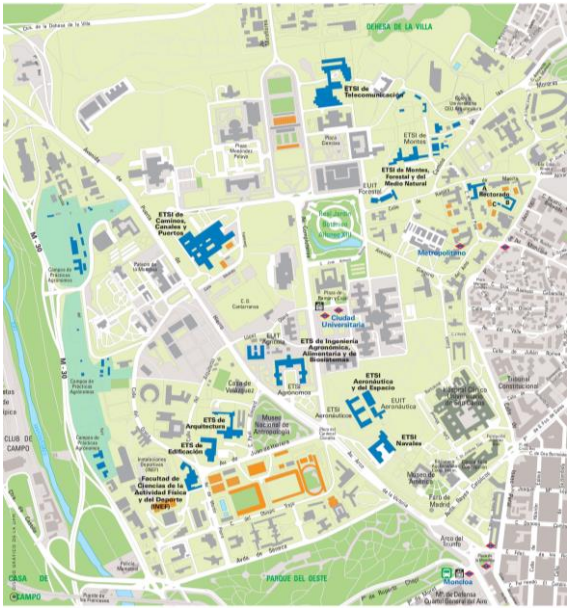


Figura 1. Mapa del campus de Moncloa [1].

En el presente trabajo, se han diseñado instalaciones fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica para las azoteas de las siguientes escuelas: ETSIT, ETSICCP, ETSAM, ETSE, ETSIAE y ETSIN. En las otras instituciones que no se ha realizado un proyecto fotovoltaico se debe a una ausencia de datos de consumo junto a limitaciones arquitectónicas –edificios protegidos–, por lo que el estudio de autosuficiencia es imposible llevarlo a cabo. Cabe mencionar que solamente se han conseguido obtener datos de consumo horarios de la ETSIT, en las demás escuelas solo se consiguieron datos mensuales, todos ellos proporcionados por el Vicerrectorado de la UPM, al cual agradezco personalmente toda la ayuda proporcionada.

Además, antes de comenzar, como se ha explicado en la estructura del TFM, en el presente tema se va a realizar el diseño de la instalación ubicada en la Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones. Los demás proyectos realizados en este TFM para las ubicaciones restantes se detallan en el Anexo E.

2.2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Una instalación fotovoltaica conectada a la Red Eléctrica, como es el caso, básicamente consta de un generador fotovoltaico –constituido por la unión en serie y paralelo de módulos fotovoltaicos– para la generación de electricidad en corriente continua y de un inversor para la correcta conversión de la corriente eléctrica generada en corriente trifásica –además de otros elementos secundarios como por ejemplo la estructura de soporte, el cableado necesario para la unión de los circuitos eléctricos o elementos de control y seguridad–.

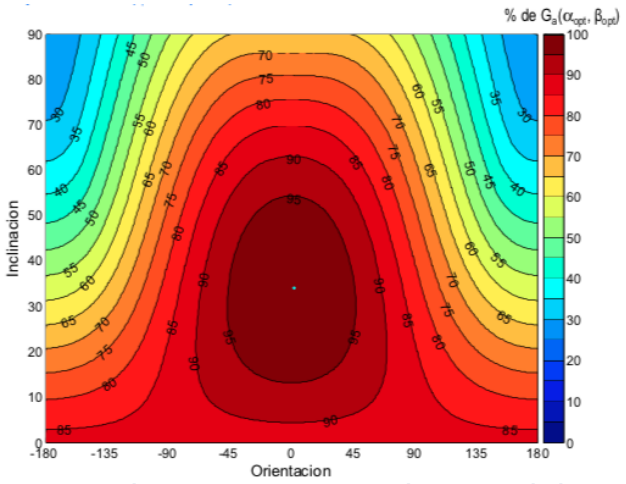


Figura 2. Captación solar respecto a la inclinación y orientación óptimos [2].

Al estar limitada la superficie por las dimensiones de las diferentes azoteas y presentar diversas sombras de cualquier índole como antenas, sistemas de evacuación de aire, tragaluces, vegetación próxima u otro tipo de sombras, es importante optimizar la cantidad total de radiación solar que la instalación es capaz de obtener, además de la propia orientación del edificio con un azimut diferente al óptimo. Por ello, los generadores fotovoltaicos se han colocado con el mismo azimut del edificio y una inclinación de 30°, de manera que no se pierde demasiada irradiancia procedente del Sol. Asimismo, como se aprecia en la Figura 2, para una inclinación como la elegida se tienen pérdidas de menos del 5% con orientaciones de ±45°, que es un margen de orientaciones suficientemente amplio los edificios del campus de Moncloa. Para el caso de la ETSE se tiene un techo tipo sándwich a dos aguas y en la ETSIAE hay un edificio con tejado dentado con la inclinación indicada –se explica detalladamente en sus respectivos anexos–.

Tabla 1. Resumen de inclinaciones y orientaciones.

	ETSIT	ETSAM	ETSE	ETSIAE	ETSICCP	ETSIN
Azimut (α)	–5°	5°	5°	–30°	–35°	–40°
Inclinación (β)	30°	30°	10° (cubierta coplanar)	30° y 24° (cubierta dentada)	30°	30°

A continuación, se van a listar los componentes utilizados en las instalaciones fotovoltaicas diseñadas para las diferentes azoteas de los edificios escogidos para el proyecto.

2.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos utilizados son del fabricante LG, exactamente el modelo “LG 320 N1K-A5” con las características expuestas en la Tabla 2. Se escogió este módulo porque ha sido el utilizado para estudios de años anteriores [3]. Además, con la tecnología “Cello Technnology” –se reemplazan los busbars por cables más delgados– se aumenta la productividad eléctrica y se crea un frontal estético que parece totalmente negro, ideal para las soluciones de integración arquitectónica.

Tabla 2. Características eléctricas y físicas del módulo fotovoltaico [4].

Propiedades Eléctricas (en STC)		Propiedades Mecánicas	
Potencia Máxima [W]	320	Células	6x10
Tensión V_{PMP} [V]	33,3	Tipo de célula	Monocristalino (tipo n)
Corriente I_{PMP} [A]	9,62	Dimensiones de célula	161,7x161,7 mm
Tensión de circuito abierto V_{OC} [V]	40,8	Medidas	1.686x1.016x40 mm
Corriente de cortocircuito I_{SC} [A]	10,19	Máxima capacidad	6000 Pa (frontal) 5400 Pa (trasero)
Eficiencia [%]	18,7	Peso [kg]	18
Tolerancia de potencia [%]	0/+3	Caja de conexiones	IP68 con 3 diodos *bypass*
Tensión máxima del sistema [V]	1000	Cubierta frontal	Vidrio templado
Temperatura de funcionamiento [°C]	–40/+90	Marco	Aluminio anodizado

2.2.1. INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Para la elección de los inversores se ha optado por la familia de producto "Sunny Tripower" de la empresa SMA, una solución polivalente que comprende desde las unidades de kilowatio hasta los 25 kilowatios de potencia de salida. Para este trabajo se han utilizado los inversores con una potencia de salida de 5kW, 15kW, 20kW y/o 25kW [5] y [6], en modo trifásico, con tecnología "transformer-less". De este modo, con este abanico de posibilidades de potencia, se consiguen diversas configuraciones de instalaciones fotovoltaicas con las que se irán cubriendo las superficies óptimas de las azoteas.

Gracias al software *PVSyst* se garantiza la compatibilidad eléctrica de cada inversor con su generador fotovoltaico en tensión, corriente y potencia.

2.2.2. ESTRUCTURA DE SOPORTE

Para las estructuras sobre las que se colocarán los módulos fotovoltaicos, se ha escogido la solución firmada por la empresa Saclima Fotovoltaica [7], ya que ofertan estructuras de aluminio con triángulo inclinado de 30° –para los generadores fotovoltaicos instalados en cubiertas horizontales– y estructuras coplanares que se fijan a la cubierta de los edificos –para los generadores instalados en cubiertas con inclinación–.

2.3. REALIZACIÓN DEL PROYECTO EN PVSYST

El programa informático *PVSyst* [8] es un software de referencia para la creación de diseños de instalaciones fotovoltaicas porque confían en él profesionales de distinta índole como ingenieros, arquitectos o economistas. Por ello, en este TFM se ha utilizado este programa para simular los comportamientos de las instalaciones fotovoltaicas durante un año.

2.3.1. DATOS DE RADIACIÓN

En total se han realizado 7 simulaciones diferentes –para 6 escuelas en total–, de las cuales dos han sido para la ETSIT, duplicidad debida al modo en el que obtiene los datos de radiación el programa *PVSyst*. Este programa, a partir de un tipo de archivo ".SIT" donde se tienen 12 datos mensuales meteorológicos de diversas variables –irradiancia global horizontal, irradiancia difusa horizontal, temperatura ambiente, velocidad del viento– de un lugar geográfico, crea con un algoritmo propio otro archivo de tipo ".MET" con datos horarios de las variables antes citadas. Esta archivo ".MET" es el que finalmente utilizará para los cálculos de radiación solar incidente en las simulaciones realizadas.

Por defecto, el programa utilizará para ello los datos meteorológicos proporcionados por "Meteonom 7.2 (1991-2010) - Sintético", creando un año meteorológico sintético como año estadísticamente representativo del período entre 1991 y 2010. La norma indica que se utilicen los datos mensuales promedios de AEMET de 1983 a 2005. De esta manera, se realizan simulaciones de las instalaciones con unos datos de entrada de radiación que, en realidad, nunca se han producido porque es una creación sintética. Es por esto por lo que también se propuso realizar otra simulación para la ETSIT con datos de radiación procedentes de un satélite solar de referencia como es el PVGIS-SARAH para tener la certeza de realizar las simulaciones para un año concreto, el 2016 –año para e cual también se poseen los datos de los consumos reales de la ETSIT–. En el Anexo D se ha realizado una comparación de las diferentes propuestas de datos de radiación. Finalmente, para las simulaciones se ha utilizado la primera propuesta del año sintético de Meteonom y, adicionalmente, para la ETSIT se ha realizado otra simulación con los datos medidos en 2016 por el satélite PVGIS-SARAH que después se comparará con los datos de consumo también medidos en el mismo año y obtener conclusiones más fidedignas.

2.3.2. IMPLEMENTACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

En *PVSyst* cabe la posibilidad de implementar pérdidas en el sistema para realizar una simulación con mayor grado de detalle respecto a la realidad. De esta manera, se pueden separar las pérdidas implementadas en dos tipos: pérdidas detalladas del generador fv y pérdidas por sombreado.

Las pérdidas detalladas del generados fv consisten básicamente en la parametrización de diversas variables explicada a continuación, junto a las soluciones escogidas:

- Pérdidas Térmicas: free mounted, calcula la temperatura de operación de la célula en base a un coeficiente global térmico de 29W/m2K.
- Pérdidas Óhmicas: se deja por defecto. Equivale a una pérdida en el cableado de 1,5%.
- Calidad del Módulo: la tolerancia de potencia y el LID se parametrizan al 0% y las pérdidas por mismatch se dejan por defecto.
- Ensuciamiento: se parametriza al 3% ya que se supone una baja o nula limpieza de los módulos.
- Pérdidas por Ángulo de Incidencia: por defecto.
- Elementos Auxiliares: por defecto.
- Pérdidas por Indisponibilidad: por defecto.
- Pérdidas por Degradación: la que indique el fabricante.

En cambio, para las pérdidas por sombreado se requiere de un entorno 3D que proporciona el propio programa en el cual se crean los edificios u otros elementos que puedan ocasionar sombras, junto a los paneles solares ubicados en su localización final de manera que el programa calcula el sombreado que se produce sobre los módulos, pudiéndose elegir que solo se tenga en cuenta la pérdida de irradiancia de entrada o que se realice un cálculo basado en el conexionado interno de las células del módulo. A modo de ejemplo en la Figura 3 se presenta el entorno 3D creado para una cubierta de la ETSIT.

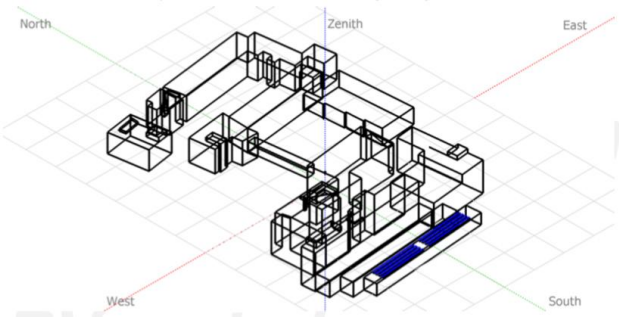


Figura 3. Ejemplo de escena de sombreado creada en el entorno 3D.

2.3.3. EMPLAZAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

La ubicación de los módulos en la ETSIT se realizó solamente en los edificios A y D, ya que son los edificios con una mayor disponibilidad de cubierta y un uso combinado docente-administrativo, de mayor interés dada la combinación de usos típicos en el campus. En la Figura 4, se representan los bloques para la distribución de los módulos sobre las cubiertas de la ETSIT.

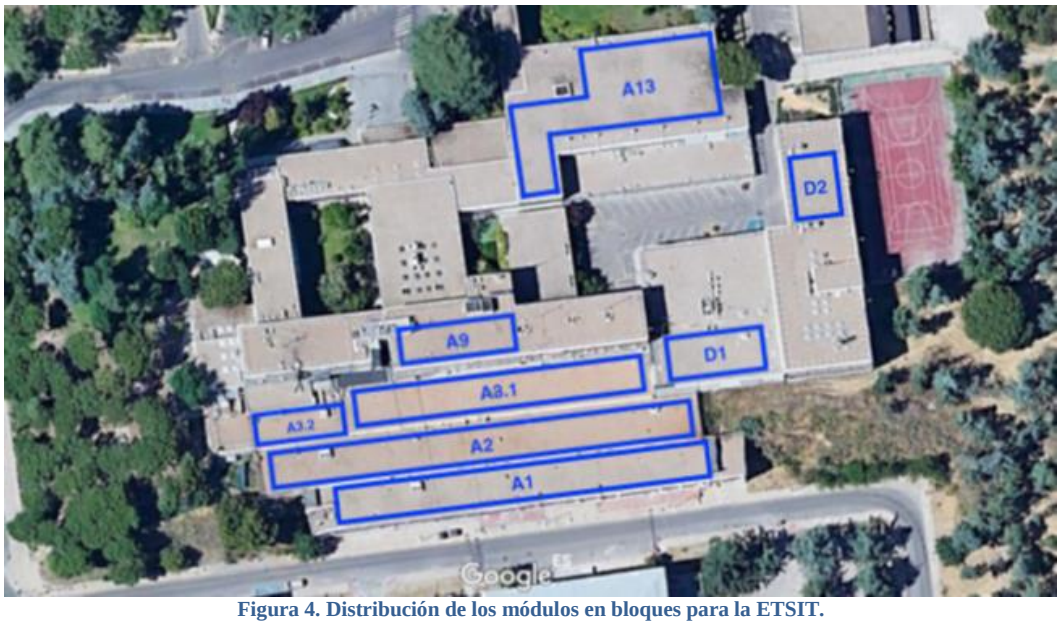


Figura 4. Distribución de los módulos en bloques para la ETSIT.

A continuación, en la Tabla 3 se presentan la cantidad de módulos e inversores utilizados en el proyecto, junto a los resultados de las simulaciones.

Tabla 3. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSIT.

Edificio	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
ETSIT-A1	176	56.32	0	0	0	2	2	50	89.65	84.1
ETSIT-A2	192	61.44	1	0	0	2	3	55	97.27	83.6
ETSIT-A3	160	51.2	1	0	2	0	3	45	77.13	79.6
ETSIT-A9	36	11.52	2	0	0	0	2	10	18.41	84.4
ETSIT-A13	192	61.44	3	0	2	0	5	55	97.75	84
ETSIT-D	80	25.6	2	1	0	0	3	25	41.3	84.6
TOTAL	836	267.52	9	1	4	4	18	240	421.51	83.23%

En total, se instalarían 836 módulos fotovoltaicos junto a 18 inversores –9 de 5kW, 1 de 15kW, 4 de 20kW y otros 4 de 25kW– para conseguir inyectar 420MWh de energía eléctrica anualmente.

3. RESULTADOS DE LOS PROYECTOS FOTOVOLTAICOS

En este tema primero se presentarán los resultados de las simulaciones realizadas para el campus de Moncloa. Después, se realizará un estudio de la autosuficiencia del campus junto al ahorro en la factura eléctrica. Y, por último, se concluirá con un análisis económico del proyecto fotovoltaico.

3.1. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

3.1.1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

Los resultados obtenidos se han presentado en el apartado anterior, en la Tabla 3, obteniéndose un total de 836 módulos fotovoltaicos, junto a 18 inversores y generando 420MWh de energía eléctrica al año.

3.1.2. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MADRID

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4. Obteniéndose un total de 256 módulos, 8 inversores y 135MWh de energía eléctrica inyectada a red.

Tabla 4. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSAM.

Edificio	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
Completo	256	81.92	5	1	2	0	8	80	129.72	83.7
TOTAL	256	81.92	5	1	2	0	8	80	129.72	83.70%

3.1.3. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5. Obteniéndose un total de 768 módulos, 12 inversores y 343MWh de energía eléctrica inyectada a red.

Tabla 5. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSE.

Edificio	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
ETSE-A	216	69.12	0	0	3	0	3	60	86.55	83.1
ETSE-B	216	69.12	0	0	3	0	3	60	105.36	85.9
ETSE-C	168	53.76	0	3	0	0	3	45	74.68	85.2
ETSE-D	168	53.76	0	3	0	0	3	45	76.22	85.6
TOTAL	768	245.76	0	6	6	0	12	210	342.81	84.94%

3.1.4. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 6. Obteniéndose un total de 758 módulos, 28 inversores y 366MWh de energía eléctrica inyectada a red.

Tabla 6. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSICCP.

Edificio	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
ETSICCP-A1,A3,A4,A5	256	81.92	4	1	2	0	7	75	125.78	83.5
ETSICCP-A2	108	34.56	2	0	1	0	3	30	52.27	82.2
ETSICCP-B	180	57.6	4	1	1	0	6	55	86.67	81.8
ETSICCP-C1,C2	106	33.92	6	0	0	0	6	30	51.52	82.6
ETSICCP-C3	108	34.56	6	0	0	0	6	30	50.08	78.8
TOTAL	758	242.56	22	2	4	0	28	220	366.32	82.10%

3.1.5. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 7. Obteniéndose un total de 574 módulos, 11 inversores y 285MWh de energía eléctrica inyectada a red.

Tabla 7. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSIAE.

Edificio	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
ETSIAE-AyC	244	78.08	3	1	2	0	6	70	121.81	84.2
ETSIAE-B	330	105.6	0	0	5	0	5	100	163.59	84.1
TOTAL	574	183.68	3	1	7	0	11	170	285.4	84.08%

3.1.6. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 8. Obteniéndose un total de 230 módulos, 5 inversores y 112MWh de energía eléctrica inyectada a red.

Tabla 8. Distribución y producción de los generadores fotovoltaicos en la ETSIN.

Edificio	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
ETSIN-A	198	63.36	0	0	3	0	3	60	96.78	83.7
ETSIN-C	32	10.24	2	0	0	0	2	10	14.97	80.2
TOTAL	230	73.6	2	0	3	0	5	70	111.75	83.25%

Globalmente, en el campus de Moncloa de la UPM se ha diseñado una instalación, como se explica en la Tabla 9, con 3.422 módulos fotovoltaicos alcanzando la potencia pico de 1MWp, un total de 82 inversores, inyectándose 1.660MWh al año y un PR del 85,5%.

Tabla 9. Resultado de la instalación global del campus de Moncloa.

	Nº Módulos	Potencia Pico [kWp]	5000TL-20 (5kW)	15000TL-10 (15kW)	20000TL-30 (20kW)	25000TL-30 (25kW)	Nº Inversores	Potencia Trifásica [kW]	Energía Inyectada [MWh/año]	PR [%]
GLOBAL	3422	1095.04	41	11	26	4	82	990	1657.51	85.45%

3.2. ESTUDIO DE LA AUTOSUFICIENCIA Y AHORRO DE LA FACTURA ELÉCTRICA

La autosuficiencia de una instalación fotovoltaica de un edificio es la cantidad de energía producida por el sistema fotovoltaico comparada con el total de energía consumida por el edificio. De esta manera, la autosuficiencia se calcula como el porcentaje de la producción de energía fotovoltaica entre el consumo eléctrico.

Para el estudio de autosuficiencia se cruzaron, horariamente, los datos de consumo proporcionados por el Vicerrectorado de la UPM con los datos de producción fotovoltaica obtenidos mediante las simulaciones de *PVSyst*. En cuanto a los datos de consumo, hay que añadir que solo se tenía acceso a los datos horarios de la ETSIT, mientras que se conocían los datos mensuales para las demás escuelas. Como la producción fotovoltaica es instantánea y no permite su almacenamiento, se tienen que la necesidad de cruce entre consumo-generación horario, por lo que se tuvieron que obtener los datos de consumo horarios. Entonces, se calcularon los consumos horarios mediante la siguiente ecuación, donde se multiplica el consumo real de cada mes por un factor de proporcionalidad obtenido de los datos horarios de la ETSIT:

$$C_{ficticio_{m,i}} = C_{real_m} \cdot \frac{C_{Dato\ ETSIT_{m,i}}}{\sum_i C_{Dato\ ETSIT_{m,i}}} \; ; m \equiv mes \; ; i \equiv hora \qquad (1)$$

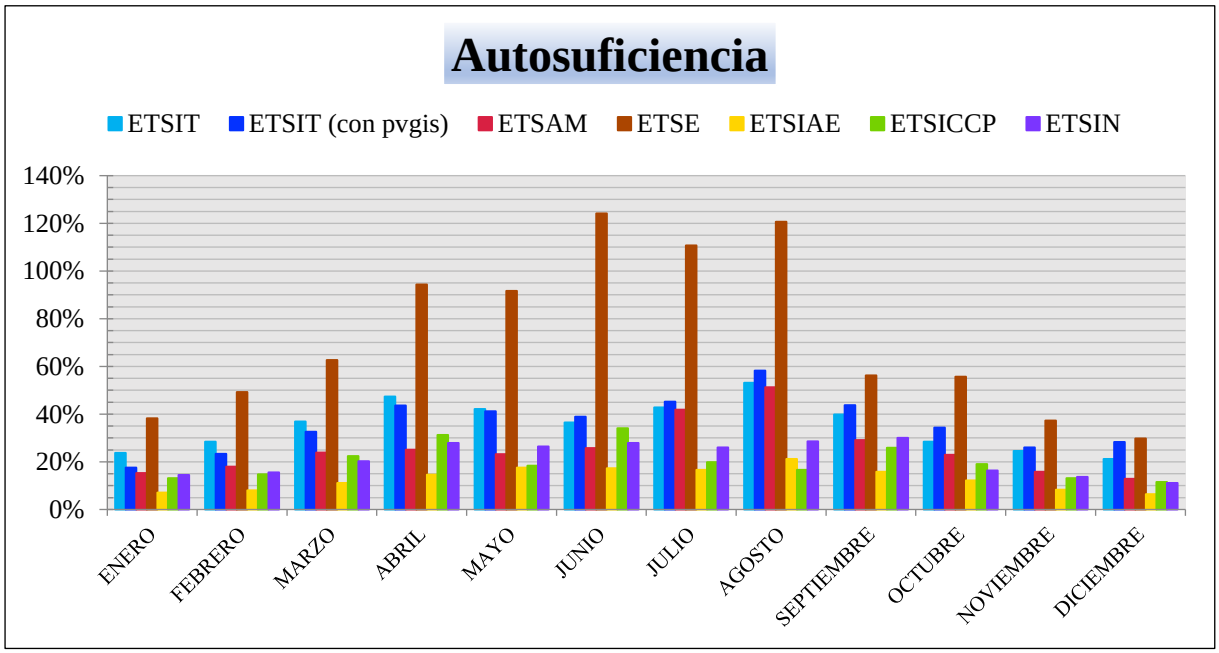


Figura 5. Autosuficiencia del campus de Moncloa en 2016.

En la Figura 5 se representan los resultados para todas las escuelas en cada mes del año. Se puede apreciar como en los meses de verano se consiguen mayores porcentajes de

autosuficiencia, así como para la ETSE, con un bajo consumo eléctrico y alta producción fotovoltaica se consiguen autosuficiencias mayores del 100%, lo que significa que podría funcionar como exportadora de electricidad para otras escuelas cercanas. Cabe destacar también como, para los meses aún lectivos cercanos al verano –mayo, junio y julio–, disminuye la autosuficiencia debido al consumo añadido de los sistemas de refrigeración. Además, en términos globales del campus de Moncloa se consigue una autosuficiencia del 18%.

Otro factor importante a tener en cuenta es el Autoconsumo, que se define como la energía procedente del sistema fotovoltaico directamente consumida por los edificios. Es decir, si el consumo energético es menor a la producción fotovoltaica, se producen excedentes que se verterán a la red –o se almacenaría en baterías si fuese el caso–, dando la posibilidad de un nuevo modo de ahorro. Estos excedentes generalmente se producirán en fines de semana o épocas de baja actividad en las escuelas como el mes de agosto.

Y para el estudio del ahorro energético, se han utilizado los cálculos realizados trabajos anteriores [3], donde se calcula horariamente el ahorro que se produce en la factura eléctrica teniendo en cuenta una Tarifa de Alta Tensión de 6 períodos como la contratado por la ETSIT [8], la cual varía el término de potencia y energía según el período tarifario que, a su vez, van cambiando horariamente [10] –períodos nocturnos más baratos que para los de horas centrales del día– según el mes –agosto más barato que otros meses–.

Tabla 10. Precios de los períodos tarifarios.

Período	Límite Potencia	Energía	Precio Unitario (€/kWh)	Potencia	Precio Unitario (€/kW)
P1	282 kW	Energía Activa Pe1	0.104395	Término de Potencia P1	3.261619
P2	282 kW	Energía Activa Pe2	0.090792	Término de Potencia P2	1.632221
P3	282 kW	Energía Activa Pe3	0.076093	Término de Potencia P3	1.194515
P4	282 kW	Energía Activa Pe4	0.06762	Término de Potencia P4	1.194515
P5	282 kW	Energía Activa Pe5	0.062563	Término de Potencia P5	1.194515
P6	451 Kw	Energía Activa Pe6	0.054842	Término de Potencia P6	0.545015

Los precios para cada período tarifario están indicados en la Tabla 10, obteniéndose los ahorros que se aprecian en la Figura 6.

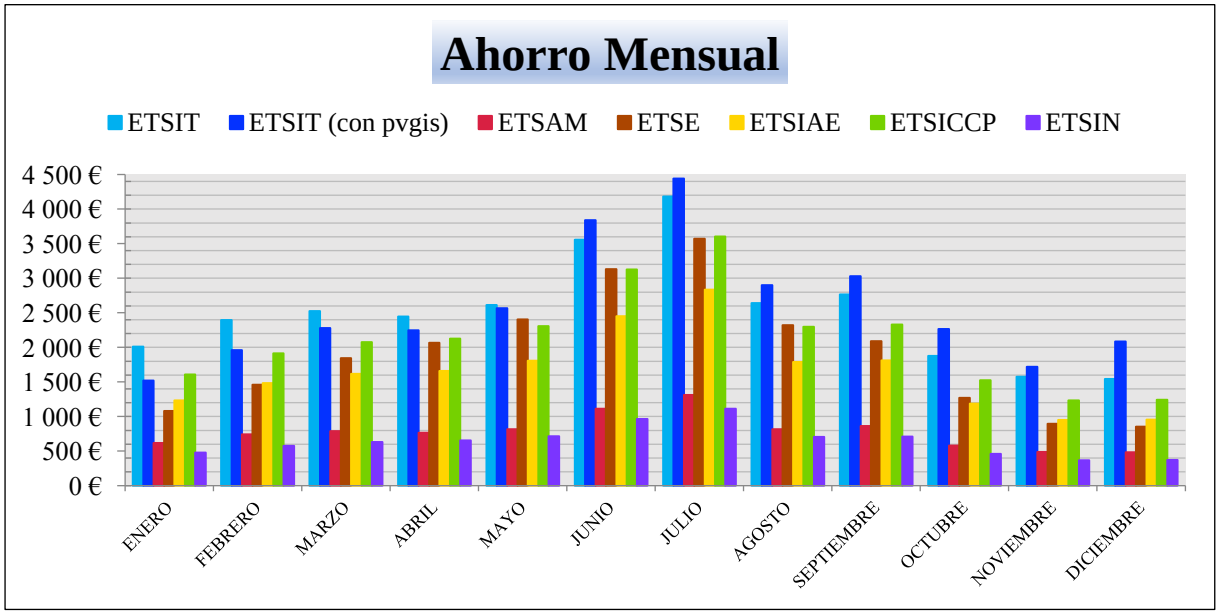


Figura 6. Ahorro mensual del campus de Moncloa en 2016.

Estos ahorros están relacionados con el total de la potencia pico instalada en cada escuela, ya que el ahorro es directamente proporcional a la energía eléctrica producida. En la ETSIT se produce el mayor ahorro –ya que tiene la mayor potencia instalada, 268kWp–, seguida de la ETSICCP –con 243kWp–, después va la ETSE –teniendo 246kWp, más que la anterior, pero con una inclinación de 10°, por lo que produce más en verano que en invierno–, que la sigue la ETSIAE –con 184kWp–, la ETSAM –82kWp– y la ETSIN –74kWp–. Normalizando los ahorros obtenidos con la potencia pico instalada se obtiene la Tabla 11.

Tabla 11. Resumen de las principales variables de las escuelas analizadas.

Escuela	ETSIT	ETSIT (con pvgis)	ETSAM	ETSE	ETSIAE	ETSICCP	ETSIN	GLOBAL
Potencia pico [kWp]	268	268	82	243	184	243	74	1094
Energía Generada [MWh/año]	420	420	135	343	285	366	112	1661
Energía Consumida [MWh/año]	1 679	1 679	764	650	3 074	2 591	711	9 469
Autosuficiencia [%]	25%	25%	18%	53%	9%	14%	16%	18%
Autoconsumo [MWh/año]	387	397	128	245	285	357	108	1 510
Autoconsumo [%]	92%	95%	95%	71%	100%	98%	96%	91%
Ahorro Anual [€]	30 137	30 853	9 376	22 986	19 775	25 389	7 735	146 250
Ahorro Normalizado [€/kWp]	112.45	115.12	114.34	94.59	107.47	104.48	104.52	133.68

En cuanto al ahorro global del campus de Moncloa durante el año 2.016, como se aprecia en la Figura 7, se consiguió un ahorro anual de 146.250,46 €.

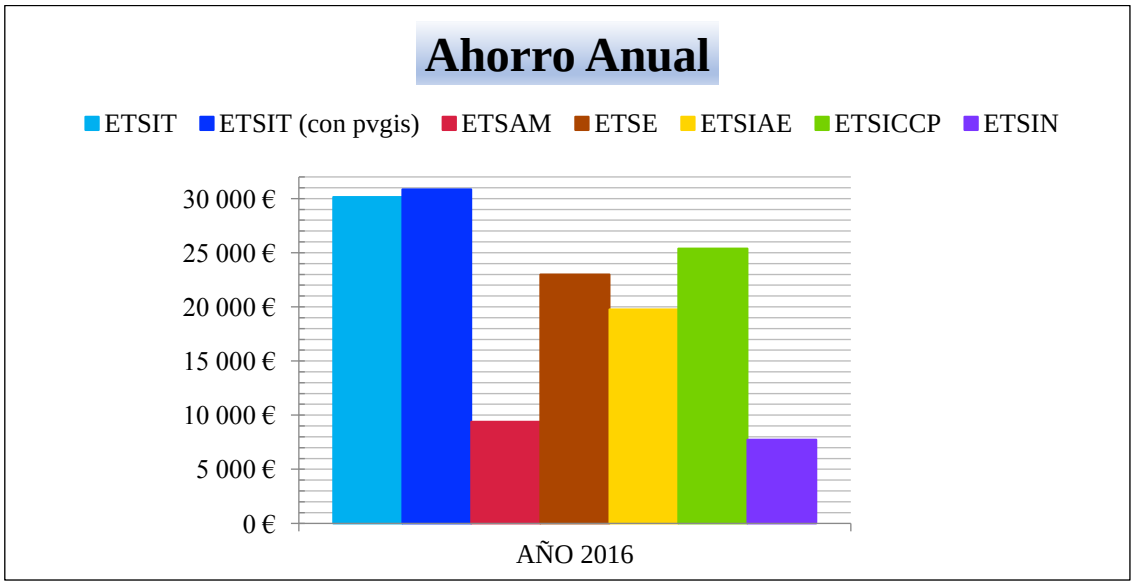


Figura 7. Ahorro anual del campus de Moncloa para el 2016.

3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO

El presupuesto total del proyecto se desglosa en la Tabla 12. Para el análisis económico se han supuestos las siguientes hipótesis: 30 años de vida útil, sustitución de inversores en el año 15, degradación de la producción fotovoltaica del 0,5%/anual, aumento anual del 2% del precio de la electricidad, costes de O&M del 1% de la inversión inicial –anualizados según un IPC inicial del 2% que aumenta al 0,01%/anual– y una rentabilidad esperada de la inversión del 7%. En las Figura 8 y Figura 9 se representan los resultados de los flujos de caja de la inversión y los parámetros de rentabilidad VAN y TIR.

Tabla 12. Presupuesto del proyecto fotovoltaico.

CONCEPTO	Unidades	Precio Unitario	Total [€]
Módulo LG320N1K-A5	3422	308.22 €	1 054 728.84 €
Inversor SMA Sunny Tripower 5000TL	41	1 394.87 €	57 189.67 €
Inversor SMA Sunny Tripower 15000TL	11	2 235.41 €	24 589.51 €
Inversor SMA Sunny Tripower 20000TL	26	2 403.28 €	62 485.28 €
Inversor SMA Sunny Tripower 25000TL	4	2 445.29 €	9 781.16 €
Cableado (M.O.)	3422	25.00 €	85 550.00 €
Estructura de Soporte	82	300.00 €	24 600.00 €
Instalación Eléctrica (M.O.)	3422	20.00 €	68 440.00 €
Ingeniería y Administración (M.O.)	1	7 000.00 €	7 000.00 €
Monitorización	1	12 500.00 €	12 500.00 €
TOTAL (sin IVA)			1 406 864.46 €

El resultado de la inversión produce una recuperación del dinero invertido para los 9,8 años, un VAN de 641.784 € y una TIR del 11,5%. En resumen, con una inversión inicial de 1.406.864,46 €, se consiguen unos ahorros totales en el año 30 de 3.791.679 €, con una recuperación de la inversión a finales del año 9.

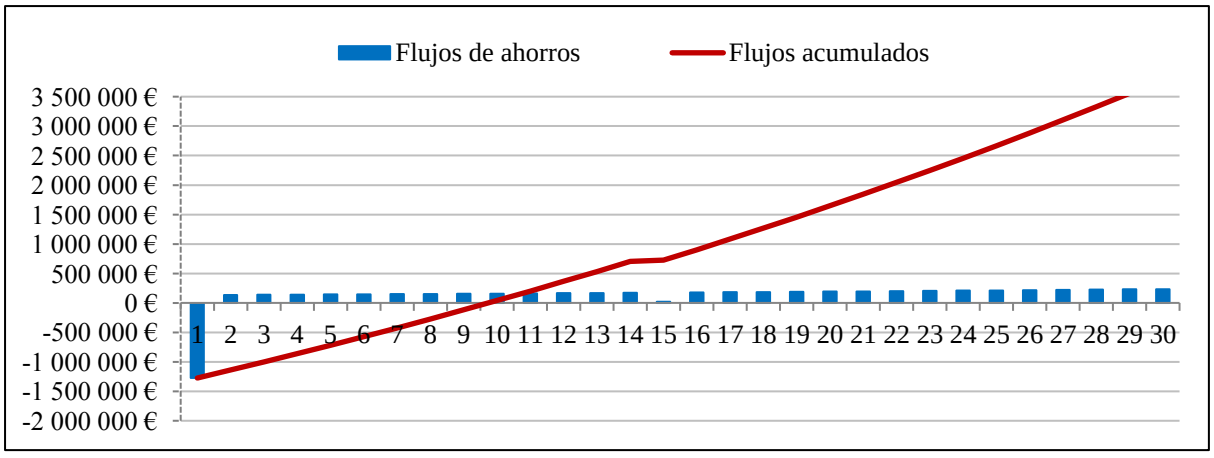


Figura 8. Flujos de ahorro.

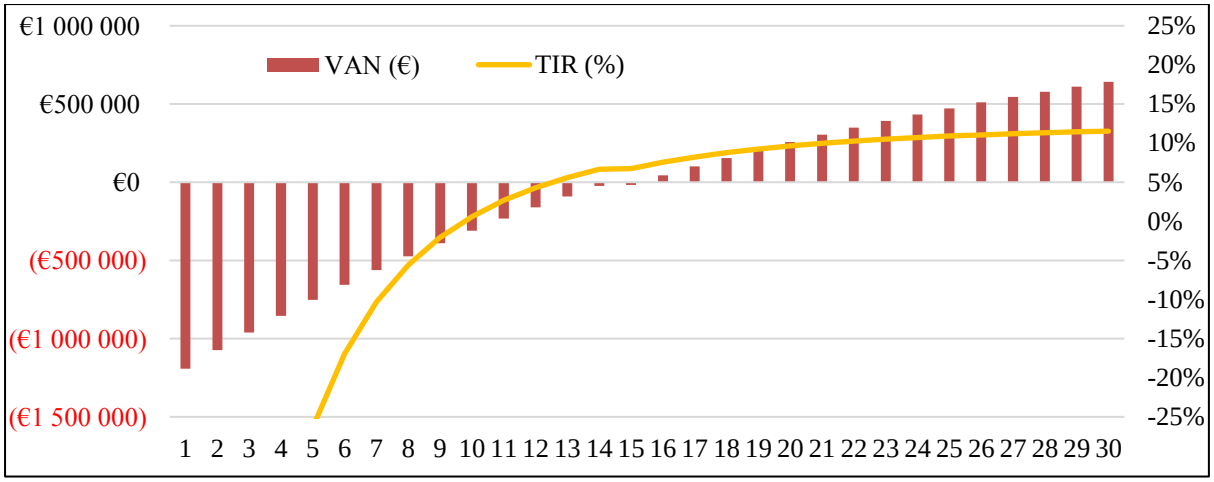


Figura 9. Análisis de la rentabilidad mediante VAN y TIR.

El LCOE es una ratio para medir el coste total de una instalación de generación energética, respecto a la cantidad de energía que se supone generará en su período de vida útil. El LCOE de la instalación fotovoltaica se calcula teniendo en cuenta todos los costes a los que se incurren para la correcta realización del proyecto, esto son: la inversión inicial, el 1% de la inversión inicial como coste anual de O&M, la degradación anual del 0,05% en la producción, una ratio de descuento del 5% y una vida útil de 30 años.

$$LCOE = \frac{I + \sum_{t=1}^{t=30} \frac{C_{O\&M}}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{t=30} \frac{E_t}{(1+r)^t}} = 0{,}044€/kWh \quad (2)$$

El resultado del LCOE de la instalación fotovoltaica de 0,044€/kWh es un valor típico de este tipo de generación eléctrica, por lo que es una solución viable tanto desde el punto de vista ingenieril como el económico.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

4.1. CONCLUSIONES

Gracias a la realización de este TFM en el que se ha diseñado un proyecto fotovoltaico para las azoteas del campus de Moncloa de la UPM, se puede concluir que se consigue un ahorro energético global del 24%, obteniéndose en cada escuelas ahorros en torno a los 100€/kWp instalado, produciéndose un ahorro anual de 146.250,46 € en la factura eléctrica.

Asimismo, la inversión total a realizar alcanza los 1.406.864 € que es una suma importante, pero como se ha visto en el análisis económico, se concluye que la inversión genera un valor actual neto de 641.784 €, además de otros resultados positivos como es la reducción de emisión de CO_2 debido a la sustitución de energía eléctrica de origen fósil por generación eléctrica *in situ* de origen renovable.

En cuanto al trabajo realizado personalmente, al principio fue una tarea complicada comprender los entresijos de un programa tan completo como es el *PVSyst*, pero tras todo el trabajo realizado es gratificante y muy educativo todo lo aprendido simulación tras simulación. Añado que ha sido muy interesante enfrentarse a diferentes tipologías de cubiertas, con orientaciones e inclinaciones muy diversas, siendo un reto personal la optimización de la distribución de los generadores fotovoltaicos teniendo en cuenta las posibles sombras que pudiesen afectar.

Como conclusión final, mencionar que los objetivos del presente TFM se han conseguido debido a que el proyecto fotovoltaico diseñado ayudará a la reducción de emisiones de gases contaminantes y a aumentar la autosuficiencia del campus de Moncloa. Junto a la experiencia adquirida de programas informáticos de diseño de sistemas fotovoltaicos como *PVSyst*.

4.2. LÍNEAS FUTURAS

La continuación de este trabajo debe seguir las líneas planteadas por el grupo GEDIRCI, junto al "Plan de Sostenibilidad Ambiental" propuesto por el Vicerrectorado, de este modo, obtener los datos horarios de los consumos de todas las escuelas del campus de Moncloa sería de gran ayuda para realizar estudios completos del potencial fotovoltaico que posee dicho campus.

Otra línea de investigación sería añadir algún tipo de almacenamiento energético como podrían ser baterías, para realizar una mayor gestión activa de la demanda, junto a un control inteligente que optimice el ahorro en la factura eléctrica de la UPM.

Por último, sería interesante estudiar la figura de la UPM como Agregador de Demanda, pudiendo gestionar de un modo automático tanto sus consumos como la generación eléctrica distribuida entre las diferentes escuelas y optimizar el gasto energético.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] «Vicerrectorado de la UPM,» [En línea]. Available: http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Gabinete%20del%20Rector/Planos/Acceso%20Campus%20Ciudad%20Universitaria.pdf. [Último acceso: 10 07 2019].

[2] E. C. Martín, Apuntes asignatura "Integración Arquitectónica", 2019.

[3] J. A. Otero, «Estudio de la Viabilidad Técnico-Económica de un Sistema Solar Fotovoltaico para el Suministro de Energía a los Edificios A y D de la E.T.S.I. de Telecomunicaciones (UPM),» 2018.

[4] «Datasheet módulo fotovoltaico, LG 320N1K-A5,» [En línea]. Available: https://www.lg.com/us/business/download/resources/BT00002151/BT00002151_2270.pdf. [Último acceso: 10 07 2019].

[5] «SUNNY TRIPOWER 5000TL - 12000TL,» [En línea]. Available: https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-tripower-5000tl-12000tl.html. [Último acceso: 10 07 2019].

[6] «SUNNY TRIPOWER 15000TL / 20000TL / 25000TL,» [En línea]. Available: https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-tripower-15000tl-20000tl-25000tl.html. [Último acceso: 10 07 2019].

[7] «Estructuras Solares, Saclima Fotovoltaica,» [En línea]. Available: http://www.saclimafotovoltaica.com/2016/wp-content/uploads/2016/06/Gu%C3%ADa-de-Estructuras-Saclima-Solar-Fotovoltaica.pdf#page=6. [Último acceso: 10 07 2019].

[8] «PVSyst, Photovoltaic Software,» [En línea]. Available: https://www.pvsyst.com. [Último acceso: 10 07 2019].

[9] G. Energía, Tarifas de Alta Tensión de 6 períodos.

[10] T. y. C. Ministerio de Industria, «Orden ITC/2794/2007, de 27 septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007,» 2007.

ANEXO A: HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

LG
Life's Good

Innovation for a Better Life

LG NeON 2 Black LG320N1K-A5

60 cell

LG's new module, LG NeON® 2, ado pts Cello technology. Cello technology replaces 3 busbars with 12 thin wires to enhance power output and reliability. LG NeON® 2 demonstrates LG's efforts to increase customer's values beyond efficiency. It features enhanced warranty, durability, performance under real environment, and aesthetic design suitable for roofs.

Intertek

Enhanced Performance Warranty

LG NeON® 2 *Black* has an enhanced performance warranty. The annual degradation has fallen from -0.6%/yr to -0.55%/yr. Even after 25 years, the cell guarantees 1.2%p more output than the previous LG NeON® 2 *Black* modules.

High Power Output

Compared with previous models, the LG NeON® 2 *Black* has been designed to significantly enhance its output efficiency, thereby making it efficient even in limited space.

Aesthetic Roof

LG NeON® 2 *Black* has been designed with aesthetics in mind; thinner wires that appear all black at a distance. The product may help increase the value of a property with its modern design.

Outstanding Durability

With its newly reinforced frame design, LG has extended the warranty of the LG NeON® 2 *Black* for an additional 2 years. Additionally, LG NeON® 2 *Black* can endure a front load up to 6000 Pa, and a rear load up to 5400 Pa.

Better Performance on a Sunny Day

LG NeON® 2 *Black* now performs better on sunny days thanks to its improved temperature coefficiency.

Double-Sided Cell Structure

The rear of the cell used in LG NeON® 2 *Black* will contribute to generation, just like the front; the light beam reflected from the rear of the module is reabsorbed to generate a great amount of additional power.

About LG Electronics

LG Electronics is a global player who has been committed to expanding its capacity based on solar energy business as its future growth engine. We embarked on a solar energy source research program in 1985, supported by LG Group's rich experience in semi-conductor, LCD, chemistry, and materials industry. We successfully released the first Mono X® series to the market in 2010, which were exported to 32 countries in the following 2 years, thereafter. In 2013, LG NeON® (previously known as Mono X® NeON) won "Intersolar Award", which proved LG is the leader of innovation in the industry.

LG NeON® 2 Black

LG320N1K-A5

Mechanical Properties

Cells	6 x 10
Cell Vendor	LG
[illegible]	Monocrystalline / N-type
Cell Dimensions	161.7 x 161.7 mm / 6 inches
# of Busbar	12 (Multi Wire Busbar)
Dimensions (L x W x H)	1686 x 1016 x 40 mm
	66.38 x 40 x 1.57 inch
Front Load	6000Pa
Rear Load	5400Pa
Weight	18 kg
[illegible]	MC4
Junction Box	IP68 with 3 Bypass Diodes
Cables	1000 mm x 2 ea
Glass	High Transmission Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium

[illegible]

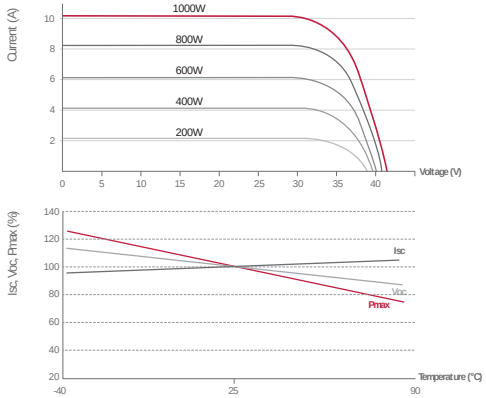
Certifications	IEC 61215, IEC 61730-1/-2
	UL 1703
	IEC 61701 (Salt mist corrosion test)
	IEC 62716 (Ammonia corrosion test)
	ISO 9001
Module Fire Performance (USA)	Type 2
Fire Rating (CANADA)	Class C
Product Warr[illegible]	12 years
Output Warr[illegible]f Pmax	Linear warranty**

** 1) 1st year : 98%, 2) After 1st year : 0.55% annual degradation, 3) 25 years : 84.8%

Temperature Characteristics

NOCT	45 ± 3 °C
Pmpp	-0.37%/°C
Voc	-0.27%/°C
Isc	0.03 %/°C

Characteristic Curves



Electrical Properties (STC*)

Module	LG320N1K-A5
Maximum Power (Pmax)	320
MPP Voltage (Vmpp)	33.3
MPP Current (Impp)	9.62
Open Circuit Voltage (Voc)	40.8
Short Circuit Current (Isc)	10.19
[illegible]	18.7
Operating Temperature	-40 ~ +90
[illegible]	1,000
Maximum Series Fuse Rating	20
Power Tolerance (%)	0 ~ +3

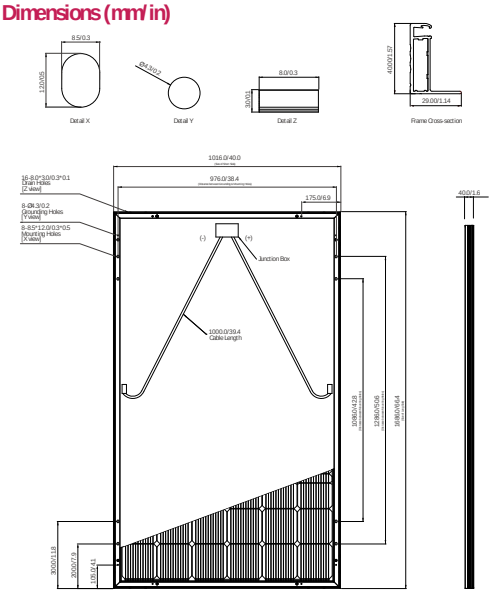
* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1,000 W/m², Ambient Temperature 25 °C, AM 1.5
* The nameplate power output is measured and determined by LG Electronics at its sole and absolute discretion.
* T[illegible]200 W/[illegible] to 1000 W/m² is -2.0%

Electrical Properties (NOCT*)

Module	LG320N1K-A5
Maximum Power (Pmax)	236
MPP Voltage (Vmpp)	30.8
MPP Current (Impp)	7.67
Open Circuit Voltage (Voc)	38.0
Short Circuit Current (Isc)	8.20

* NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², ambient temperature 20 °C, wind speed 1m/s

Dimensions (mm/in)



LG Life's Good

North America Solar Business Team
LG Electronics U.S.A. Inc
1000 Sylvan Ave, Englewood Cliffs, NJ 07632

Contact : lg.solar@lge.com
www.lgsolarusa.com

Product specifications are subject to change without notice.

Copyright © 2017 LG Electronics. All rights reserved.
01/01/2017

Innovation for a Better Life

ANEXO B: HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS

SUNNY TRIPOWER
5000TL – 12000TL

Rentable
- Rendimiento máximo del 98,3 %
- Gestión de sombras mediante OptiTrac Global Peak
- Gestión activa de la temperatura gracias al sistema de refrigeración OptiCool

Flexible
- Tensión de entrada de CC hasta 1 000 V
- Funciones integradas de gestión de red
- Inyección de potencia reactiva
- Diseño de plantas adaptada a cada módulo con Optiflex

Comunicación
- SMA Webconnect
- Comunicación con Sunny Portal
- Comunicación a través de Modbus SMA y SunSpec
- Fácil configuración por países
- Relé multifunción de serie

Sencillo
- Inyección trifásica
- Conexión del cableado sin herramientas
- Sistema de conexión de CC SUNCLIX
- Seccionador de potencia de CC integrado ESS
- Sencillo montaje mural

SUNNY TRIPOWER 5000TL – 12000TL

El trifásico: no solo para el hogar

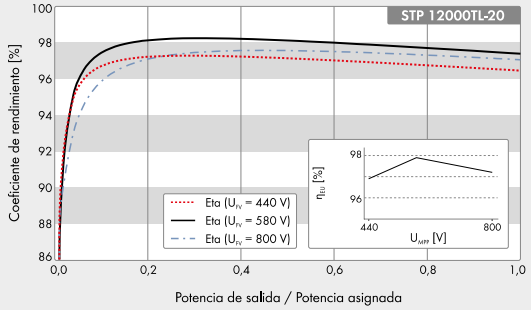
Resulta ideal para diseñar desde la clásica planta en un tejado de una vivienda hasta plantas con rangos de potencia mayores. La gama de productos Sunny Tripower cubre una gran variedad de aplicaciones gracias a la ampliación de la cartera de productos con las nuevas versiones de 10 kVA y 12 kVA. Los usuarios se benefician de múltiples funciones probadas: su alta flexibilidad gracias a la acreditada tecnología Optiflex y al multistring asimétrico, combinada con un rendimiento máximo y OptiTrac Global Peak, garantiza máximas ganancias. Además de la comunicación a través de Modbus SMA y SunSpec, también es posible la conexión directa a Sunny Portal mediante SMA Webconnect de serie. De manera estándar también dispone de funciones integradas para gestionar la red y de inyección de potencia reactiva, y puede utilizarse con un diferencial de 30 mA. En suma, cuando se trata del diseño de plantas en las clases de potencia de 5 kW a 12 kW, el Sunny Tripower es la solución ideal tanto para su aplicación en el hogar como para plantas de mayor tamaño sobre el tejado así como para la construcción de pequeños parques fotovoltaicos.

SUNNY TRIPOWER
5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL / 10000TL / 12000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 5000TL	Sunny Tripower 6000TL
Entrada (CC)		
Potencia máx. del generador fotovoltaico	9000 Wp	9000 Wp
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	De 245 V a 800 V / 580 V	De 295 V a 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Corriente de cortocircuito máx., entradas: A / B	17 A / 15 A	17 A / 15 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
Salida (CA)		
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	5000 W	6000 W
Potencia máx. aparente de CA	5000 VA	6000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	De 160 V a 280 V	De 160 V a 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	7,3 A	8,7 A
Factor de potencia a potencia asignada	1	1
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
Fases de inyección / conexión	3 / 3	3 / 3
Rendimiento		
Rendimiento máx. / europeo	98 % / 97,1 %	98 % / 97,4 %
Dispositivos de protección		
Punto de desconexión en el lado de entrada	●	●
Monitorización de toma a tierra / de red	● / ●	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC / resistencia al cortocircuito de CA / con separación galvánica	● / ● / –	● / ● / –
Unidad de seguimiento de la corriente residual integrada	●	●
Clase de protección (según IEC 62103) / categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I / III	I / III
Datos generales		
Dimensiones (ancho / alto / fondo)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)
Peso	37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)
Rango de temperatura de servicio	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)	
Emisión sonora, típica	40 dB(A)	40 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W	1 W
Topología / principio de refrigeración	Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %	100 %
Equipamiento		
Conexión de CC / CA	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte
Pantalla	Gráfico	Gráfico
Interfaces: RS485, Modbus, Speedwire / Webconnect	○ / ● / ●	○ / ● / ●
Relé multifunción / Power Control Module	● / ○	● / ○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777.2:2015, CE, CEI 0-21:2016, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438[1], G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA[2], IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014	
Modelo comercial	STP 5000TL-20	STP 6000TL-20

Sunny Tripower 7000TL	Sunny Tripower 8000TL	Sunny Tripower 9000TL
13500 Wp	13500 Wp	13500 Wp
1000 V	1000 V	1000 V
De 290 V a 800 V / 580 V	De 330 V a 800 V / 580 V	De 370 V a 800 V / 580 V
150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V
15 A / 10 A	15 A / 10 A	15 A / 10 A
25 A / 15 A	25 A / 15 A	25 A / 15 A
2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
7000 W	8000 W	9000 W
7000 VA	8000 VA	9000 VA
3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
De 160 V a 280 V	De 160 V a 280 V	De 160 V a 280 V
50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
10,2 A	11,6 A	13,1 A
1	1	1
0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
3 / 3	3 / 3	3 / 3
98 % / 97,5 %	98 % / 97,6 %	98 % / 97,6 %
●	●	●
● / ●	● / ●	● / ●
● / ● / –	● / ● / –	● / ● / –
●	●	●
I / III	I / III	I / III
470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)
37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)
De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)
40 dB(A)	40 dB(A)	40 dB(A)
1 W	1 W	1 W
Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool
IP65	IP65	IP65
4K4H	4K4H	4K4H
100 %	100 %	100 %
SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte
Gráfico	Gráfico	Gráfico
○ / ● / ●	○ / ● / ●	○ / ● / ●
● / ○	● / ○	● / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
AS 4777.2:2015, CE, CEI 0-21:2016, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438[1], G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA[2], IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014		
STP 7000TL-20	STP 8000TL-20	STP 9000TL-20

Curva de rendimiento



Accesorios

Power Control Module
PWCBRD-10

Interfaz RS485
485BRD-10

[1] No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438
[2] Solo para STP 9000TL-20

● Equipamiento de serie ○ Opcional – No disponible
Datos provisionales: estado de mayo de 2017
Datos en condiciones nominales

Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL	
13500 Wp	18000 Wp	
1000 V	1000 V	
De 370 V a 800 V / 580 V	De 440 V a 800 V / 580 V	
150 V / 188 V	150 V / 188 V	
18 A / 10 A	18 A / 10 A	
25 A / 15 A	25 A / 15 A	
2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2	
10000 W	12000 W	
10000 VA	12000 VA	
3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	
De 160 V a 280 V	De 160 V a 280 V	
50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz	
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	
14,5 A	17,4 A	
1	1	
0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	
3 / 3	3 / 3	
98 % / 97,6 %	98,3 % / 97,9 %	
●	●	
● / ●	● / ●	
● / ● / –	● / ● / –	
●	●	
I / III	I / III	
470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	
37 kg (81,6 lb)	38 kg (84 lb)	
De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)	
40 dB(A)	40 dB(A)	
1 W	1 W	
Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool	
IP65	IP65	
4K4H	4K4H	
100 %	100 %	
SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	
Gráfico	Gráfico	
○ / ● / ●	○ / ● / ●	
● / ○	● / ○	
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	
AS 4777.2:2015, CE, CEI 0-21:2016, C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438[1], G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA[2], IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014		
STP 10000TL-20	STP 12000TL-20	

ENERGY
THAT
CHANGES

SMA

www.SMA-Solar.com

Actualizado: Mayo de 2017

STP1200TLDES1723V10 SMA y Sunny Tripower son marcas registradas de SMA Solar Technology AG. Bluetooth® es una marca registrada de Bluetooth SIG, Inc. SUNCLIX es una marca comercial registrada de PHOENIX CONTACT GmbH & Co. Impreso en papel FSC.
Nos reservamos el derecho de realizar cambios en productos y servicios, incluyendo las motivadas por requisitos específicos de cada país, así como modificaciones en los datos técnicos. SMA no asume ninguna responsabilidad por errores o fallos de impresión. Para obtener información actualizada consulte la página web www.SMA-Solar.com.

SUNNY TRIPOWER
15000TL / 20000TL / 25000TL

Rentable
- Rendimiento máximo del 98,4 %

Seguro
- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

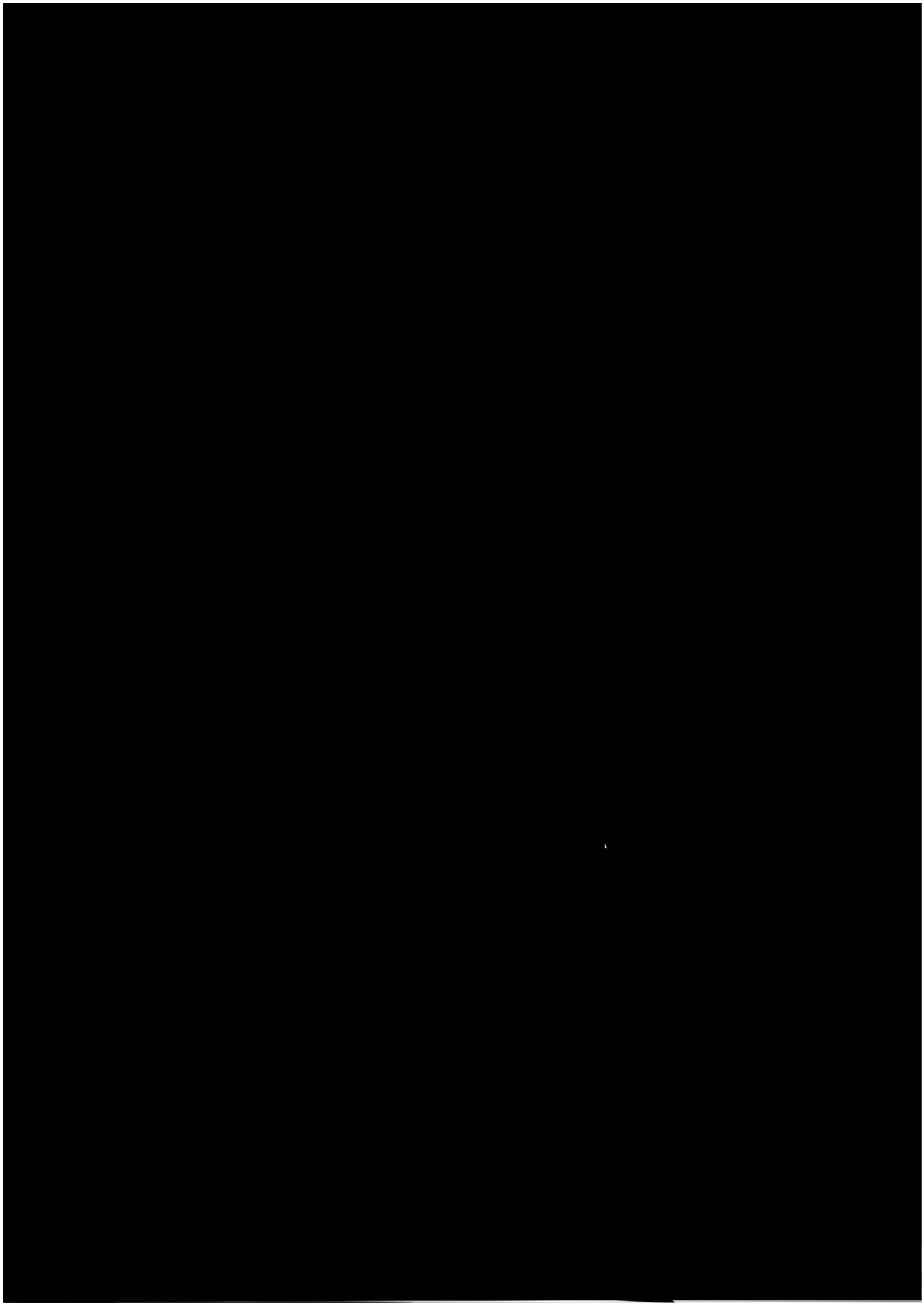
Flexible
- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

Innovador
- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

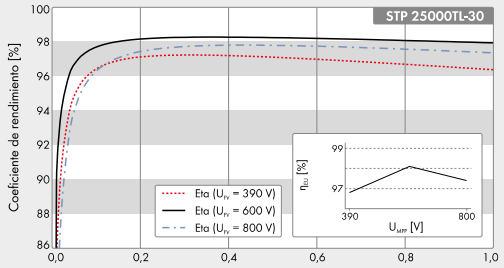
SUNNY TRIPOWER
15000TL / 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.
La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.



Curva de rendimiento



Accesorios

Interfaz RS485
DM-485CB-10

Power Control Module
PWCMOD-10

Descargador de sobretensión de CC tipo II, entradas A y B
DCSPD KIT3-10

Relé multifunción
MFR01-10

● De serie ○ Opcional – No disponible
Datos en condiciones nominales
Actualizado: octubre de 2017

Datos técnicos	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL
Entrada (CC)		
Potencia máx. del generador fotovoltaico	36000 Wp	45000 Wp
Potencia asignada de CC	20440 W	25550 W
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	320 V a 800 V/600 V	390 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3	2/A:3; B:3
Salida (CA)		
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	20000 W	25000 W
Potencia máx. aparente de CA	20000 VA	25000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V	
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V	
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz	
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V	
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/29 A	36,2 A/36,2 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo	
THD	≤ 3%	
Fases de inyección/conexión	3/3	
Rendimiento		
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%	98,3%/98,1%
Dispositivos de protección		
Punto de desconexión en el lado de entrada	●	
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●	
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II	○	
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / –	
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●	
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II	
Datos generales		
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)	
Peso	61 kg (134,48 lb)	
Rango de temperatura de servicio	–25 °C a +60 °C (–13 °F a +140 °F)	
Emisión sonora, típica	51 dB(A)	
Autoconsumo nocturno	1 W	
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool	
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65	
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H	
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%	
Equipamiento / función / accesorios		
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne de conexión por resorte	
Pantalla	○	
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect	○ / ●	
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	● / ●	
Relé multifunción/Power Control Module	○ / ○	
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	● / ● / ●	
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	● / ●	
Garantía: 5/10/15/20 años	● / ○ / ○ / ○	
Certificados y autorizaciones (otros a petición) * No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014	
Modelo comercial	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30

www.SunnyPortal.com
Monitorización, gestión y presentación profesionales de plantas fotovoltaicas

STP2500/01-3/0-DES1742/V31 SMA y Sunny Tripower son marcas registradas de SMA Solar Technology AG. SUNCLIM es una marca comercial registrada de PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG. Impreso en papel FSC.
Nos reservamos el derecho de realizar cambios en productos y servicios, incluyendo los motivados por requisitos específicos de cada país, así como modificaciones en los datos técnicos. SMA no asume ninguna responsabilidad por errores o fallos de impresión. Para obtener información actualizada consulte la página web www.SMA-Solar.com.

ANEXO C: COMPARACIÓN DE DATOS DE RADIACIÓN

En este anexo se comparan diferentes fuentes de datos de radiación solar. Las fuentes escogidas han sido las irradiancias directas en el plano horizontal para los datos proporcionados desde la página web de PVGIS, más concretamente para sus satélites CMSAF y SARAH. También se ha comparado el archivo de datos proporcionado por el propio software PVSyst del satélite PVGIS-SARAH. De esta manera, se obtiene la Figura 10.

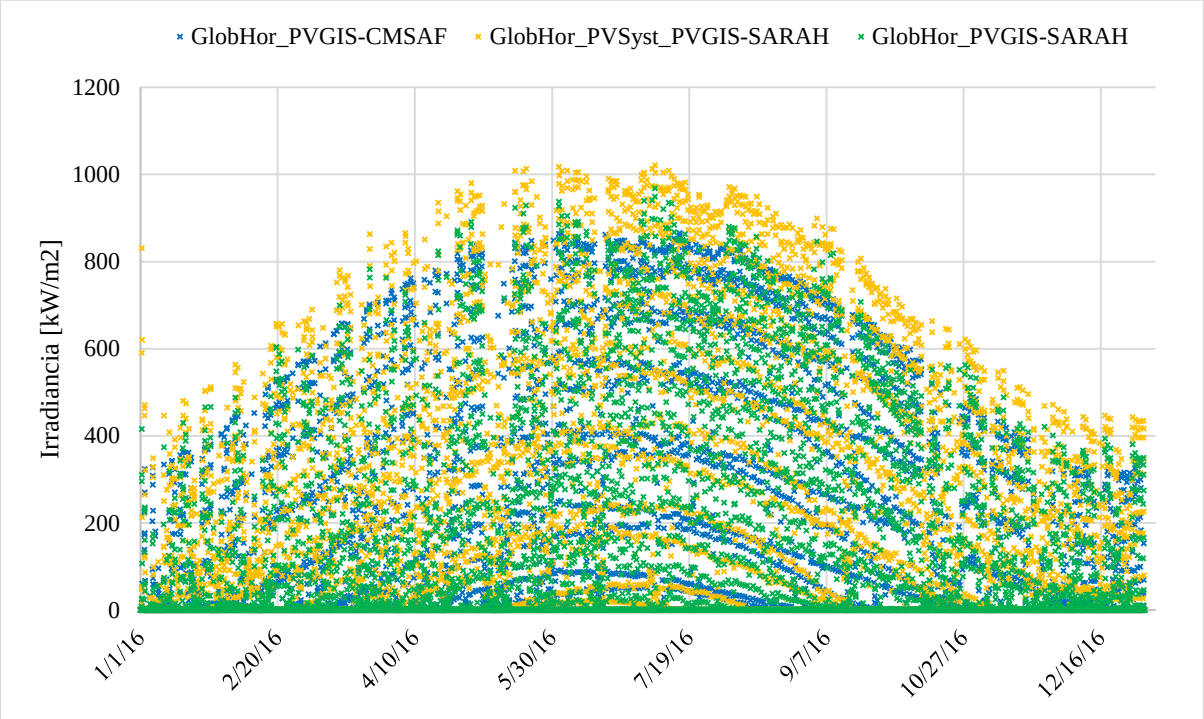


Figura 10. Comparación de los datos de radiación.

Se aprecia como el satélite CMSAF proporciona los peores datos de radiación porque se producen intervalos en su medición, debidos posiblemente a realizar medidas con intervalos de tiempo del rango de las horas. Asimismo, no se aprecian demasiadas diferencias entre los datos directamente escogidos de la página web, como los proporcionados por el PVSyst para el satélite PVGIS-SARAH.

Se concluye que los datos de radiación provenientes del programa utilizado, PVSyst, son lo suficientemente válidos para realizar las simulaciones previstas.

ANEXO D: RESULTADOS OBTENIDOS DEL CAMPUS DE MONCLOA

E.1 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

La ETSIT tiene una ubicación orientada al sur con un azimut de $\alpha = -5°$, posee las cubiertas horizontales con la desventaja de la instalación de antenas, sistemas de ventilación y otros muy importantes para el funcionamiento de la escuela, por lo que fue complicado la elección de los bloques y su distribución. Se colocará en las estructuras de soporte elegidas con una inclinación de $\beta = 30°$.

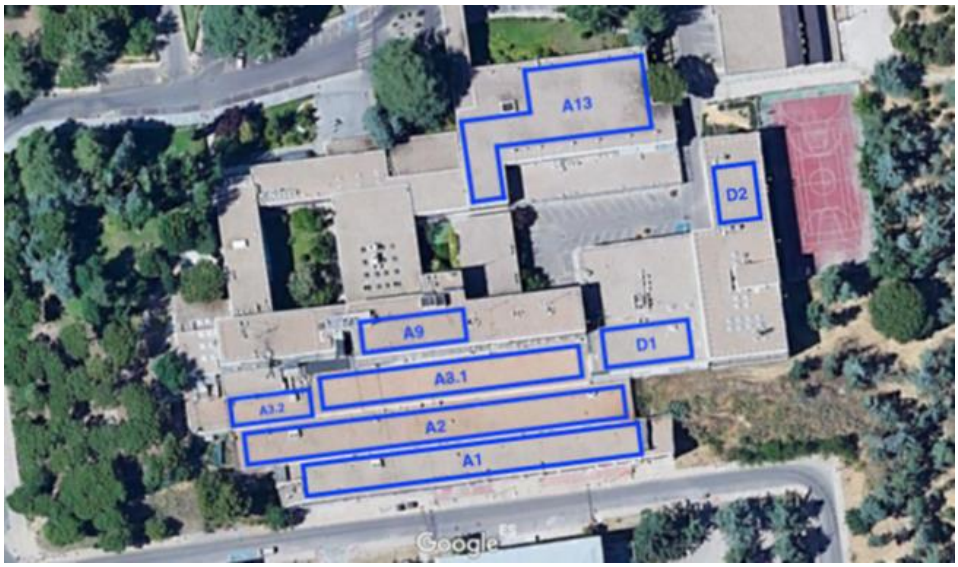


Figura 11. Distribución de los bloques para la ETSIT.

La distribución de cada bloque se precisa a continuación:

- Bloque A1: 176 módulos conectados a 2 inversores de 25kW, con disposición eléctrica 22S-4P en cada inversor.
- Bloque A2: 192 módulos conectados a 2 inversores de 25kW, con disposición eléctrica de 22S-4P cada uno; y a otro inversor de 5kW de modo 16S-1P.
- Bloque A3: 160 módulos conectados a 2 inversores de 20kW y conexión 18S-4P; junto a otro inversor de 5kW y 16S-1P.
- Bloque A9: 36 módulos conectados a 2 inversores de 5kW, con disposición eléctrica 18S-1P en cada inversor.
- Bloque A13: 192 módulos conectados a 2 inversores de 20kW y conexión eléctrica 18S-4P; junto a otros 3 inverores de 5kW y conexión 16S-1P.
- Bloque D: 80 módulos conectados a un inversor de 15kW, con disposición eléctrica de 16S-3P; junto a otros 2 inversores de 5kW y conexión 16S-1P.

E.2 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MADRID

La ETSAM está ubicada con una dirección prácticamente sur, con un azimut de $\alpha = 5°$. Las cubiertas que posee son todas horizontales, pero con la desventaja de tener diferentes alturas. La elección de la distribución de los bloques donde instalar los generadores fotovoltaicos se precisa en la Figura 12. Al ser todas las cubiertas horizontales, la inclinación de los módulos será la escogida como predeterminada para las estructuras de soporte, es decir, un ángulo de inclinación de $\beta = 30°$.

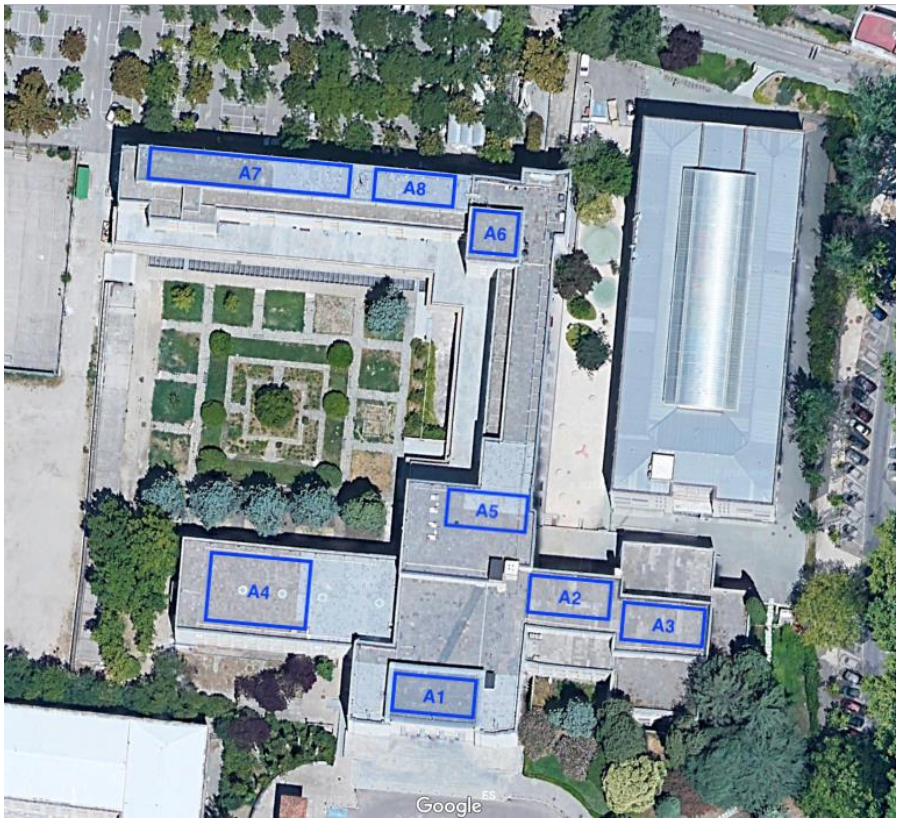


Figura 12. Distribución de los bloques para la ETSAM.

La distribución de cada bloque se precisa a continuación:

- Bloque A1: 32 módulos conectados a 2 inversores de 5kW, con disposición eléctrica 16S-1P en cada inversor.
- Bloque A2 y A3: 64 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica de 16S-4P.
- Bloque A4: 48 módulos conectados a un inversor de 15kW y disposición eléctrica 16S-3P.
- Bloque A5: 32 módulos conectados a 2 inversores de 5kW, con disposición eléctrica 16S-1P en cada inversor.
- Bloque A6: 16 módulos conectados a un inversor de 5kW y disposición eléctrica 16S-1P.
- Bloque A7 y A8: 64 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica de 16S-4P.

E.3 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN

La ETSE tiene una ubicación orientada al sur con un azimut de $\alpha = 5°$, esta escuela es un caso especial porque las cubiertas que posee son a dos aguas con material tipo sándwich. La inclinación de la cubierta es de 10°, por lo que se decidió instalar una estructura coplanar con la misma inclinación $\beta = 10°$.

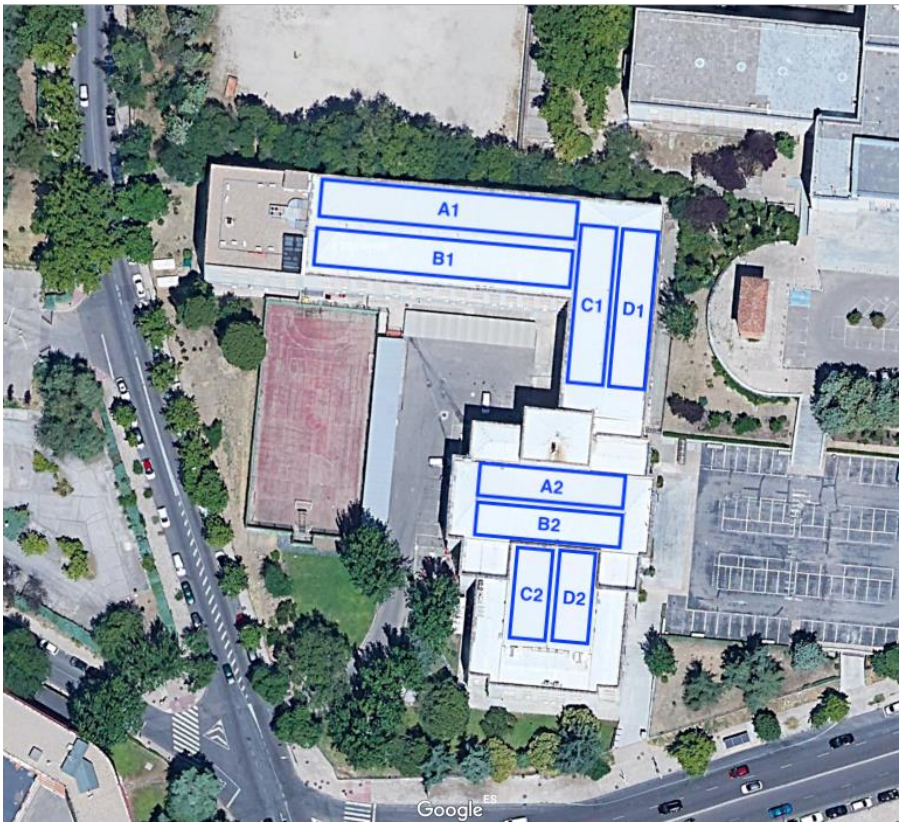


Figura 13. Distribución de los bloques para la ETSE.

Cabe desatacar que, al ser el techo a dos aguas, dependiendo de la zona A, B, C o D se tendrá un azimut diferente para la simulación, como se indica en la Tabla 13.

Tabla 13. Orientaciones de los bloques para la ETSE.

	Bloque A	Bloque B	Bloque C	Bloque D
Azimut (α)	–175°	5°	95°	–85°
Inclinación (β)	10°	10°	10°	10°

La distribución de cada bloque se precisa a continuación:

- Bloque A1: 144 módulos conectados a 2 inversores de 20kW, con disposición eléctrica 18S-4P en cada inversor.
- Bloque A2: 72 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica de 18S-4P.
- Bloque B1: 144 módulos conectados a 2 inversores de 20kW, con disposición eléctrica 18S-4P en cada inversor.
- Bloque B2: 72 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica de 18S-4P.

- Bloque C1: 108 módulos conectados a 2 inversores de 15kW y disposición eléctrica 18S-3P.
- Bloque C2: 54 módulos conectados a un inversor de 15kW, con disposición eléctrica de 20S-3P.
- Bloque D1: 108 módulos conectados a 2 inversores de 15kW y disposición eléctrica 18S-3P.
- Bloque D2: 54 módulos conectados a un inversor de 15kW, con disposición eléctrica de 20S-3P.

E.4 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

La ETSICCP tiene una ubicación muy poco orientada al sur, con un azimut de $\alpha = -35°$, posee las cubiertas horizontales con la desventaja de la instalación de una gran cantidad de lucernarias, sistemas de ventilación y otros equipos. Por ello se elegirá la inclinación de las estructuras de soporte de $\beta = 30°$.

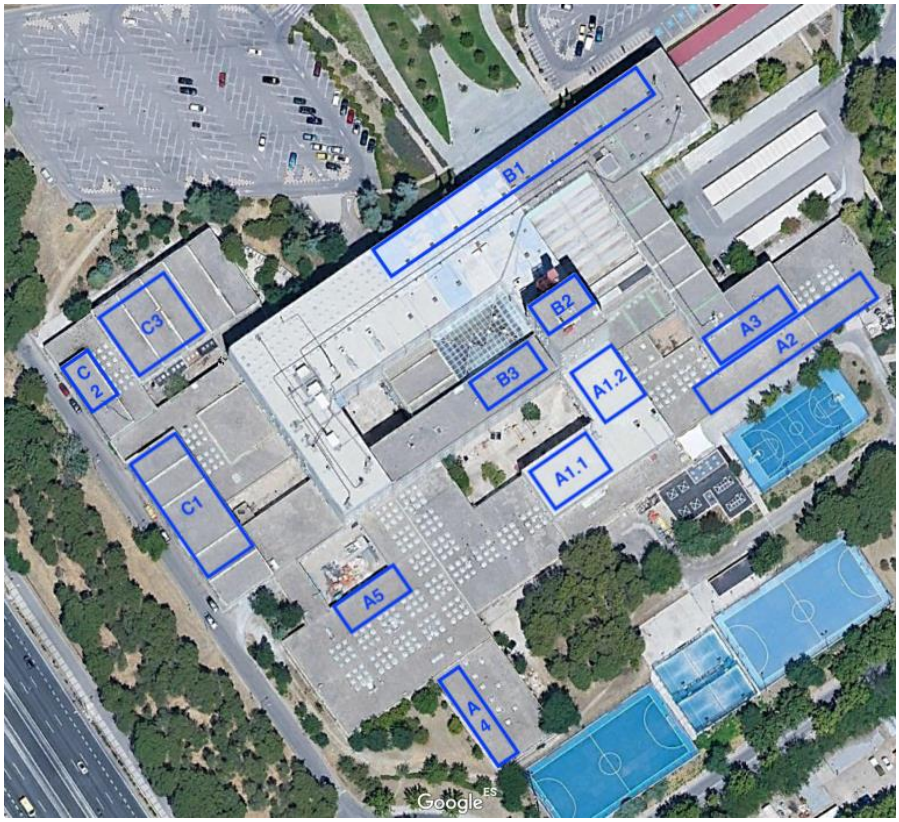


Figura 14. Distribución de los bloques para la ETSICCP.

La distribución de cada bloque se precisa a continuación:

- Bloque A1.1: 72 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica 18S-4P.
- Bloque A1.2: 64 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica de 16S-4P.

- Bloque A2: 108 módulos conectados a un inversor de 20kW y conexión 18S-4P; junto a otros 2 inversores de 5kW y 18S-1P.
- Bloque A3: 36 módulos conectados a 2 inversores de 5kW, con disposición eléctrica 18S-1P en cada inversor.
- Bloque A4: 48 módulos conectados a un inversor de 15kW y conexión 16S-3P.
- Bloque A5: 36 módulos conectados a 2 inversores de 5kW y conexión 18S-1P en cada inversor.
- Bloque B1: 132 módulos conectados a un inversor de 20kW y 22S-3P; otro de 15kW y 16S-3P; y otro de 5kW y 18S-1P.
- Bloque B2: 16 módulos conectados a un inversor de 5kW, con disposición eléctrica de 16S-1P.
- Bloque B3: 32 módulos conectados a 2 inversores de 5kW, con conexión eléctrica de 16S-1P en cada uno.
- Bloque C1: 90 módulos conectados a 5 inversores de 5kW, con disposición eléctrica de 18S-1P en cada uno.
- Bloque C2: 16 módulos conectados a un inversor de 5kW, con disposición eléctrica de 16S-1P.
- Bloque C3: 108 módulos conectados a 6 inversores de 5kW, con disposición eléctrica de 18S-1P en cada uno.

E.5 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO

La ETSIAE tiene una ubicación muy poco orientada al sur, con un azimut de $\alpha = -30°$, posee cubiertas horizontales además de un edificio con el techo dentado. Es por ello que en los bloques con cubierta horizontal, se instalan las estructuras de soporte con inclinación de un ángulo $\beta = 30°$. Mientras que para el edifico con techo dentado, se ha elegido la solución de una estructura coplanar al techo, que posee una inclinación de $\beta = 24°$.

Figura 15. Distribución de los bloques para la ETSIAE.

La distribución de cada bloque se precisa a continuación:

- Bloque A1.1: 16 módulos conectados a un inversor de 5kW, con disposición eléctrica 16S-1P en cada inversor.
- Bloque A1.2 y A1.3: 48 módulos conectados a un inversor de 15kW, con disposición eléctrica de 16S-3P.
- Bloque A2: 72 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica 18S-4P.
- Bloque B1, B2, B3, B4 y B5: 330 módulos conectados a 5 inversores de 20kW y disposición eléctrica 22S-3P.
- Bloque C1: 72 módulos conectados a un inversor de 20kW, con disposición eléctrica 18S-4P.
- Bloque C2: 36 módulos conectados a 2 inversores de 5kW, con disposición eléctrica de 18S-1P en cada uno.

E.6 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES

La ETSIN tiene una ubicación orientada casi hacia el Sudeste, con un azimut de $\alpha = -40°$, posee cubiertas horizontales por lo que la inclinación escogida será la de las estructuras de soporte de $\beta = 30°$. Asimismo, la fachada Suroeste posee una torre de gran valor arquitectónico que, muy a pesar, produce sombras durante todo el año y, para esta empresa, es un gran inconveniente.

Figura 16. Distribución de los bloques para la ETSIN.

La distribución de cada bloque se precisa a continuación:

- Bloque A: 198 módulos conectados a 3 inversores de 20kW, con disposición eléctrica 2S-3P en cada inversor.
- Bloque C1: 16 módulos conectados a un inversor de 5kW, con disposición eléctrica 16S-1P.
- Bloque C2: 16 módulos conectados a un inversor de 5kW, con disposición eléctrica 16S-1P.

ANEXO E: SIMULACIONES DEL SOFTWARE PVSYST

Al final del trabajo, se incluyen los informes de todas las simulaciones realizadas en *PVSyst*. Se disponen según el siguiente orden:

1. ETSIT con Meteonom.
2. ETSIT conPVGIS-SARAH.
3. ETSAM.
4. ETSE.
5. ETSICCP.
6. ETSIAE.
7. ETSIN.

ANEXO F: PRESUPUESTO ECONÓMICO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

El presupuesto del proyecto se presenta en la siguiente tabla:

COSTE DE MANO DE OBRA (coste directo) (A)	**Horas**	**Precio/hora**	**Total**
	375	12 €	**4.500 €**

COSTE DE RECURSOS MATERIALES (coste directo) (B = B1+B2)	**Precio de compra**	**Uso en meses**	**Amortización (en años)**	**Total**
Ordenador personal (B1)	1.600,00 €	6	8	100,00 €
Software PVSyst (B2)	1.181,00 €	6	1	590,50 €

COSTE TOTAL DE RECURSOS MATERIALES (B)	**690,50 €**

GASTOS GENERALES (costes indirectos) (C)	10%	sobre C. Directo (A+B)	**519,05 €**
BENEFICIO INDUSTRIAL (D)	6%	sobre C. Directo + C. Indirecto (A+B+C)	**342,57 €**

SUBTOTAL PRESUPUESTO (A+B+C+D)		**6.052,12 €**
IVA APLICABLE (E)	21%	**1.270,95 €**

TOTAL PRESUPUESTO (A+B+C+D+E)	**7.323,07 €**

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT**

Sitio geográfico	**Madrid AEMET**		País	**Espana**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **Parte A1**

	Fecha de simulación	11/07/19 18h23	(versión 6.81)

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	8 Conjuntos en cobertizo idénticos		
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.2°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (4 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #3"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #4"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Total Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**56 kWp**	Total	176 módulos
	Superficie módulos	**301 m²**	Superficie célula	273 m²

Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-array #1"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #2"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #3"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #4"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Total	Núm. de inversores	2	Potencia total	50 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

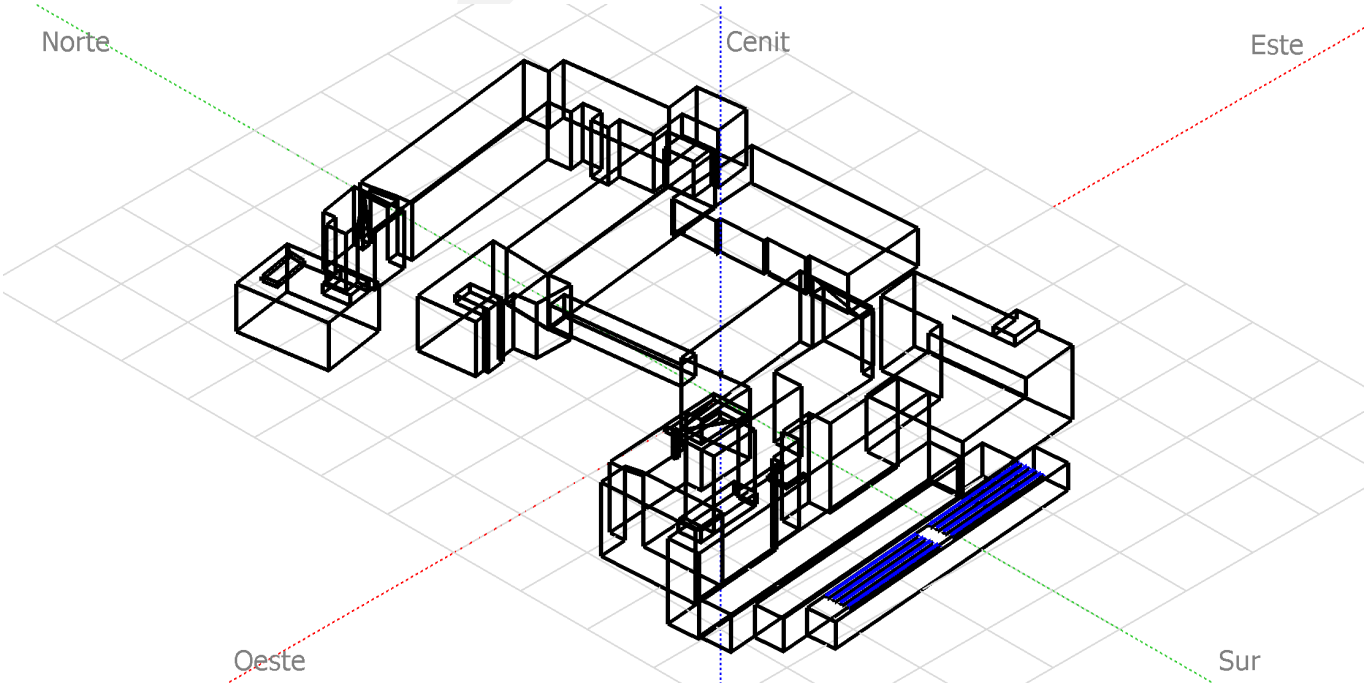
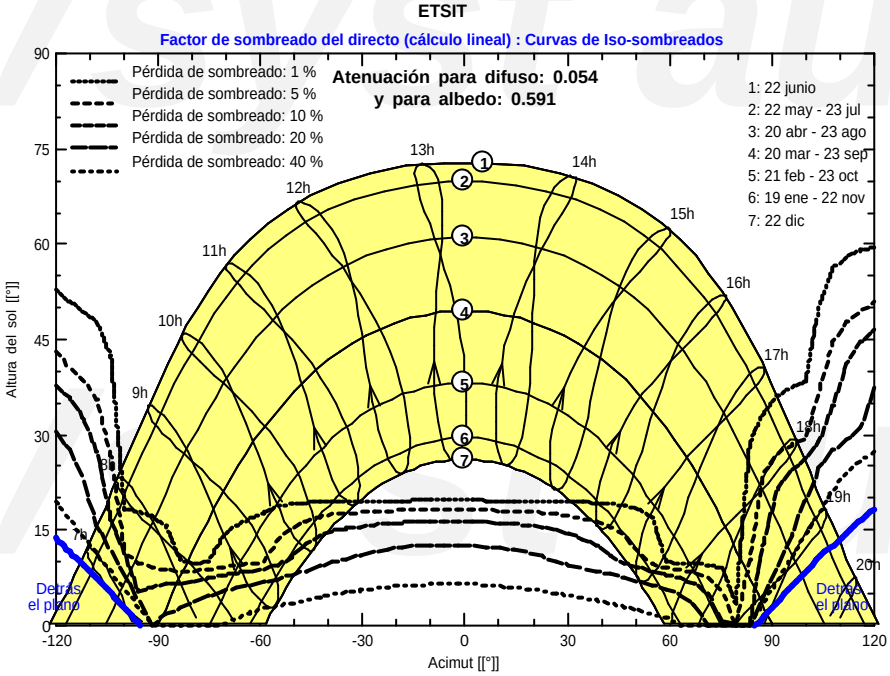


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT**

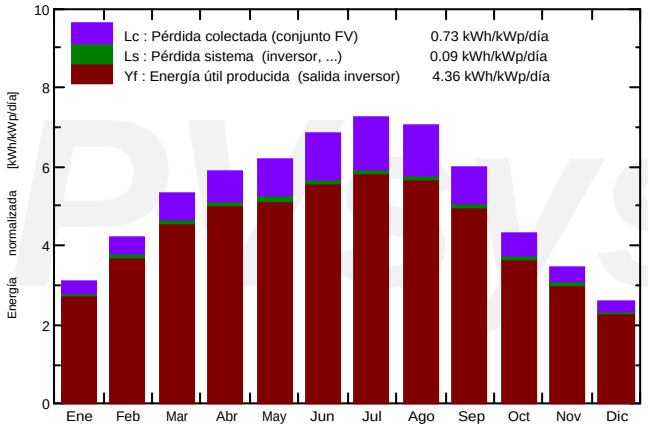
Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

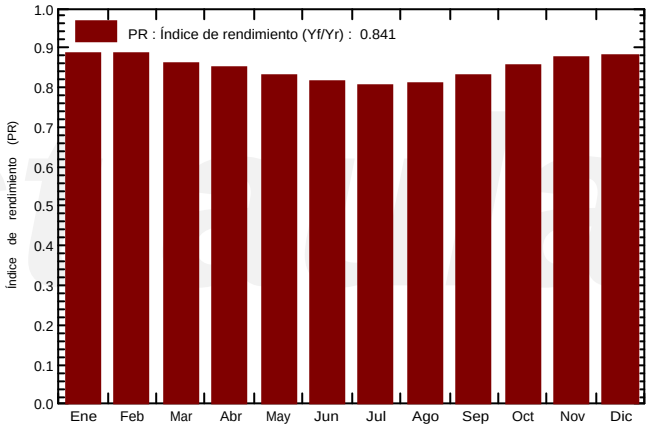
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**89.65 MWh/año**	Produc. específica	1592 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.08 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 56.3 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte A1

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.7	88.7	4.94	4.83	0.886
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.6	109.4	6.00	5.87	0.887
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.5	152.4	8.16	7.99	0.863
Abril	163.2	67.11	12.92	177.1	162.8	8.65	8.47	0.849
Mayo	193.4	71.91	17.83	191.6	175.6	9.18	8.99	0.833
Junio	217.2	74.59	24.05	206.0	188.7	9.63	9.44	0.813
Julio	232.5	56.63	26.69	224.7	207.5	10.38	10.17	0.803
Agosto	204.3	63.22	26.11	217.7	200.9	10.13	9.93	0.810
Septiembre	149.8	50.96	21.15	179.8	166.7	8.58	8.40	0.830
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	123.4	6.57	6.43	0.857
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.2	95.5	5.21	5.09	0.877
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.1	73.9	4.12	4.03	0.883
Año	1653.5	591.31	15.39	1893.2	1745.4	91.56	89.65	0.841

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

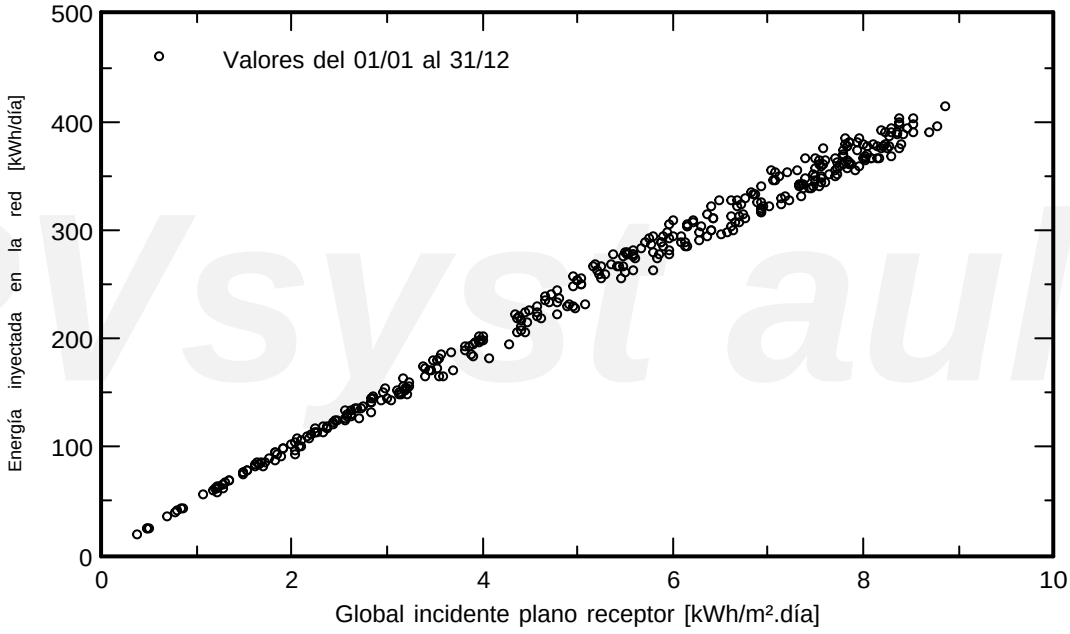
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT**

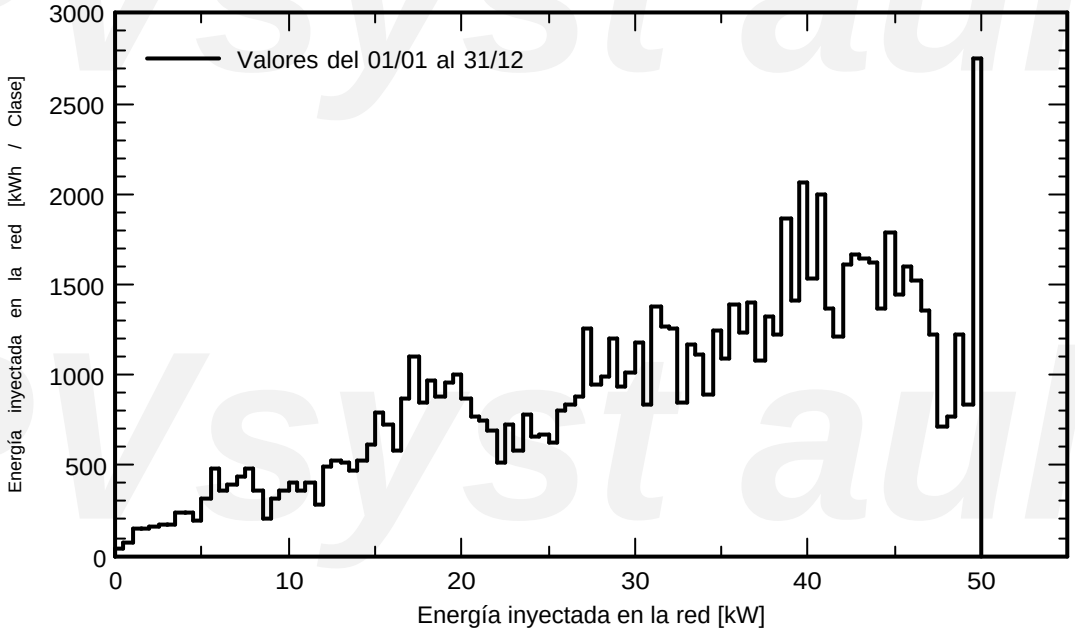
Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

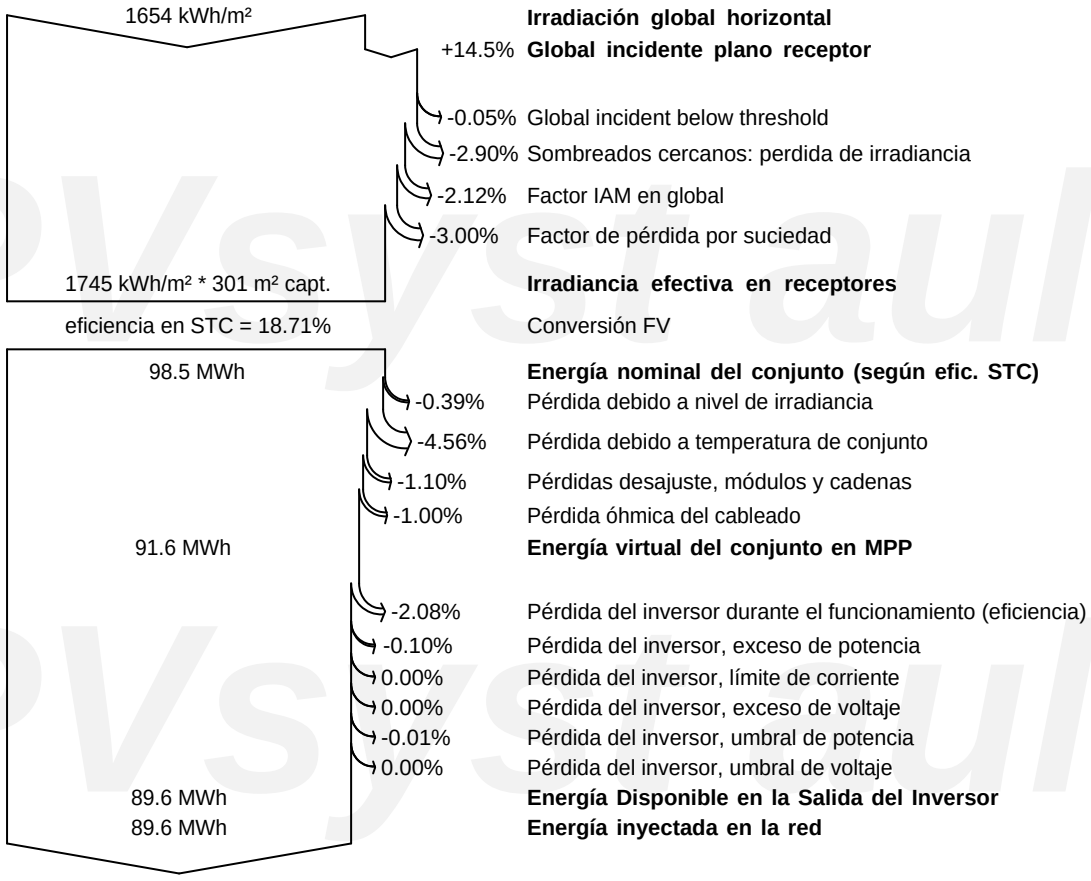
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT**

Sitio geográfico	**Madrid AEMET**		País	**Espana**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **Parte A2**

Fecha de simulación	11/07/19 18h58

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	12	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.1 °	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (5 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #3"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #4"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #5"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**61 kWp**	Total	192 módulos
		Superficie módulos	**329 m²**	Superficie célula	298 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #4" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #5" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Total		Núm. de inversores	3	Potencia total	55 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

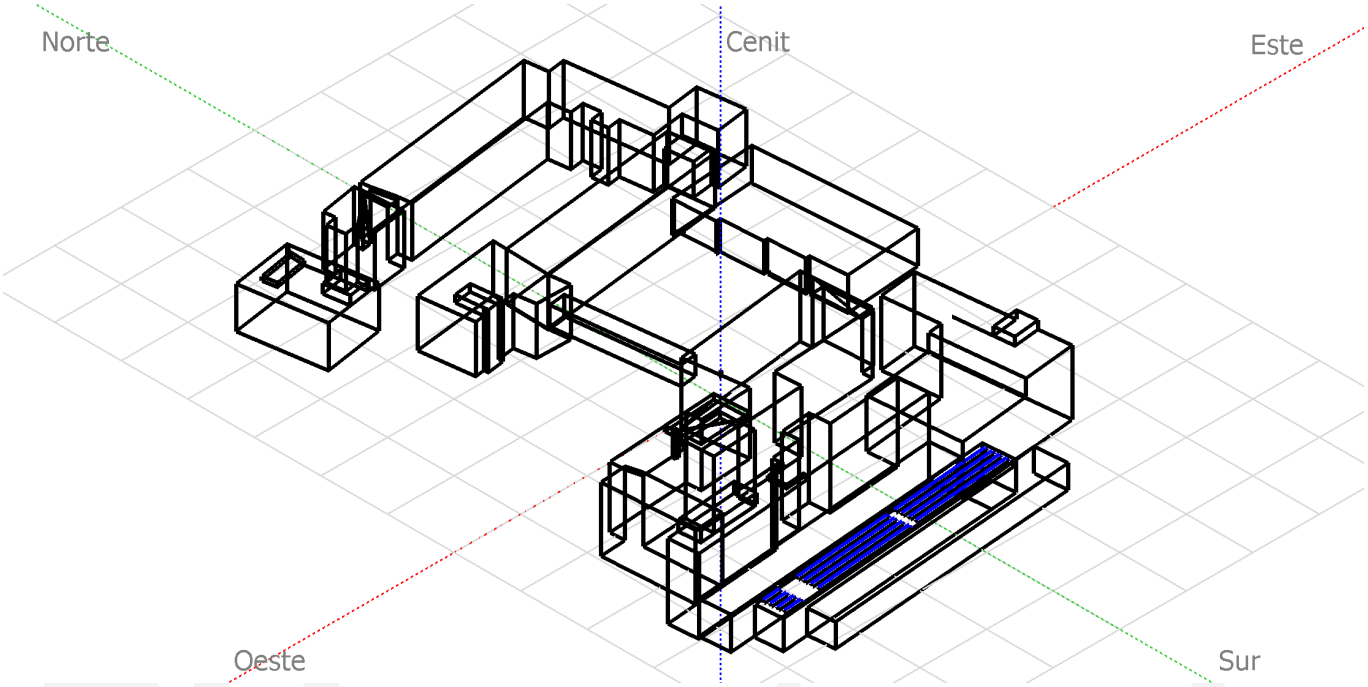
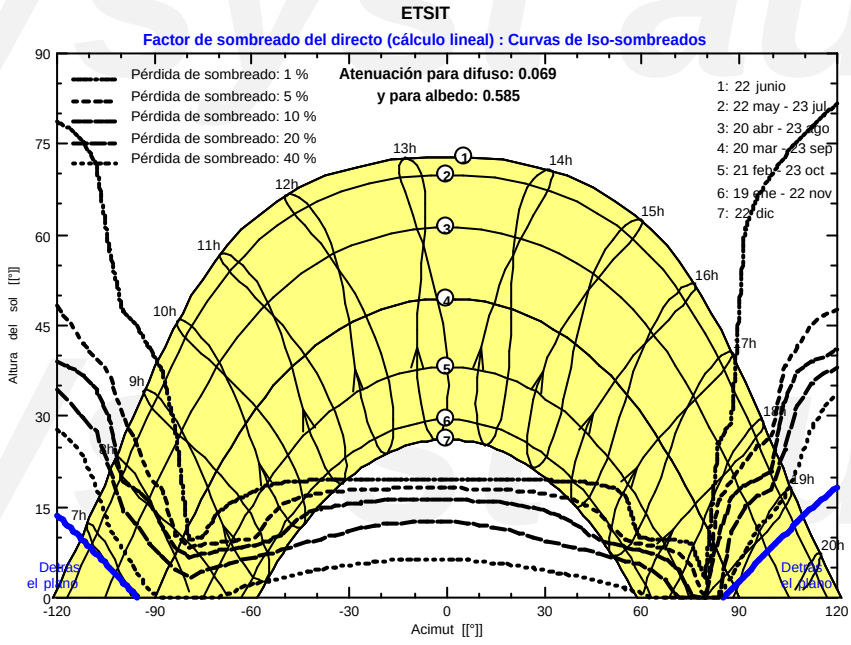


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT**

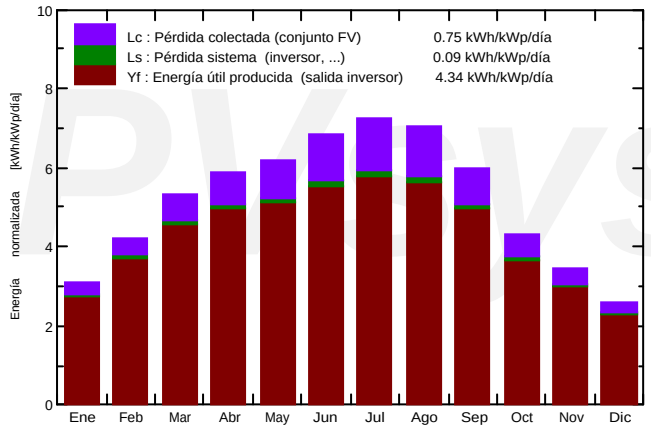
Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

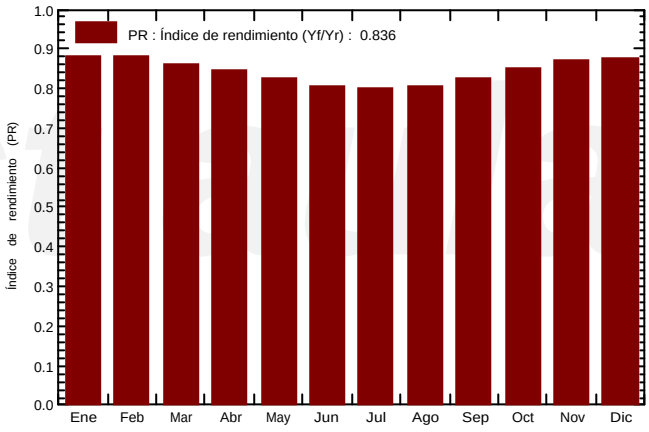
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**97.27 MWh/año**	Produc. específica	1583 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	83.63 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): **Potencia nominal 61.4 kWp**



Índice de rendimiento (PR)



Parte A2

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.7	88.3	5.37	5.24	0.883
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.6	109.0	6.53	6.38	0.884
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.5	151.8	8.88	8.69	0.860
Abril	163.2	67.11	12.92	177.1	161.8	9.39	9.19	0.844
Mayo	193.4	71.91	17.83	191.6	174.4	9.95	9.73	0.827
Junio	217.2	74.59	24.05	206.0	187.4	10.44	10.22	0.807
Julio	232.5	56.63	26.69	224.7	206.4	11.26	11.03	0.799
Agosto	204.3	63.22	26.11	217.7	199.9	10.99	10.77	0.805
Septiembre	149.8	50.96	21.15	179.8	166.0	9.32	9.13	0.826
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	122.9	7.14	6.98	0.853
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.2	95.2	5.66	5.53	0.873
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.1	73.6	4.48	4.38	0.879
Año	1653.5	591.31	15.39	1893.2	1736.8	99.40	97.27	0.836

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

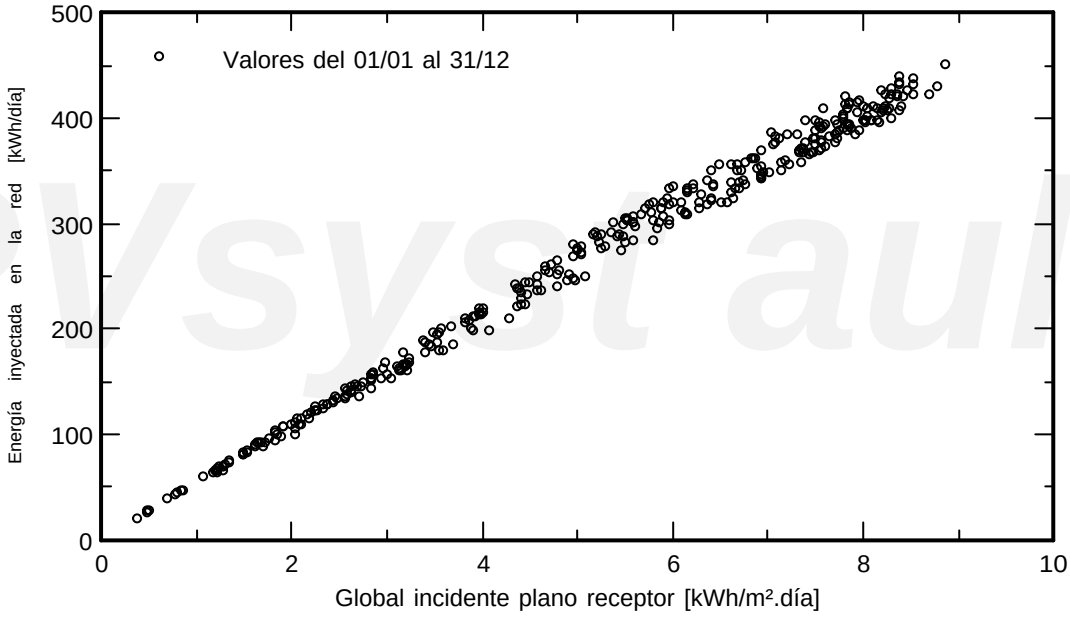
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT**

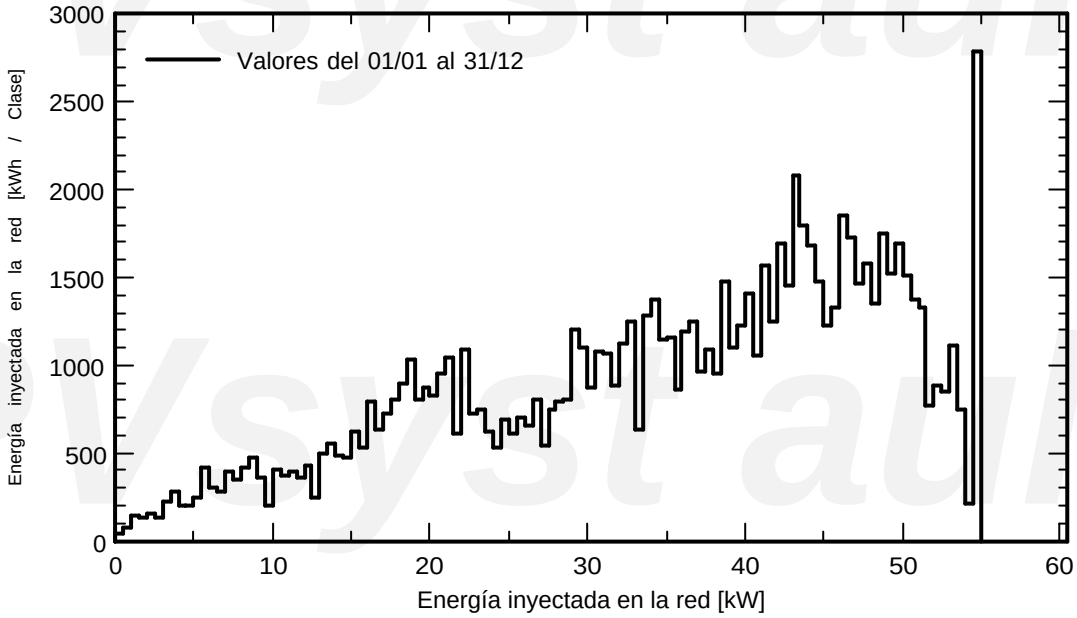
Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

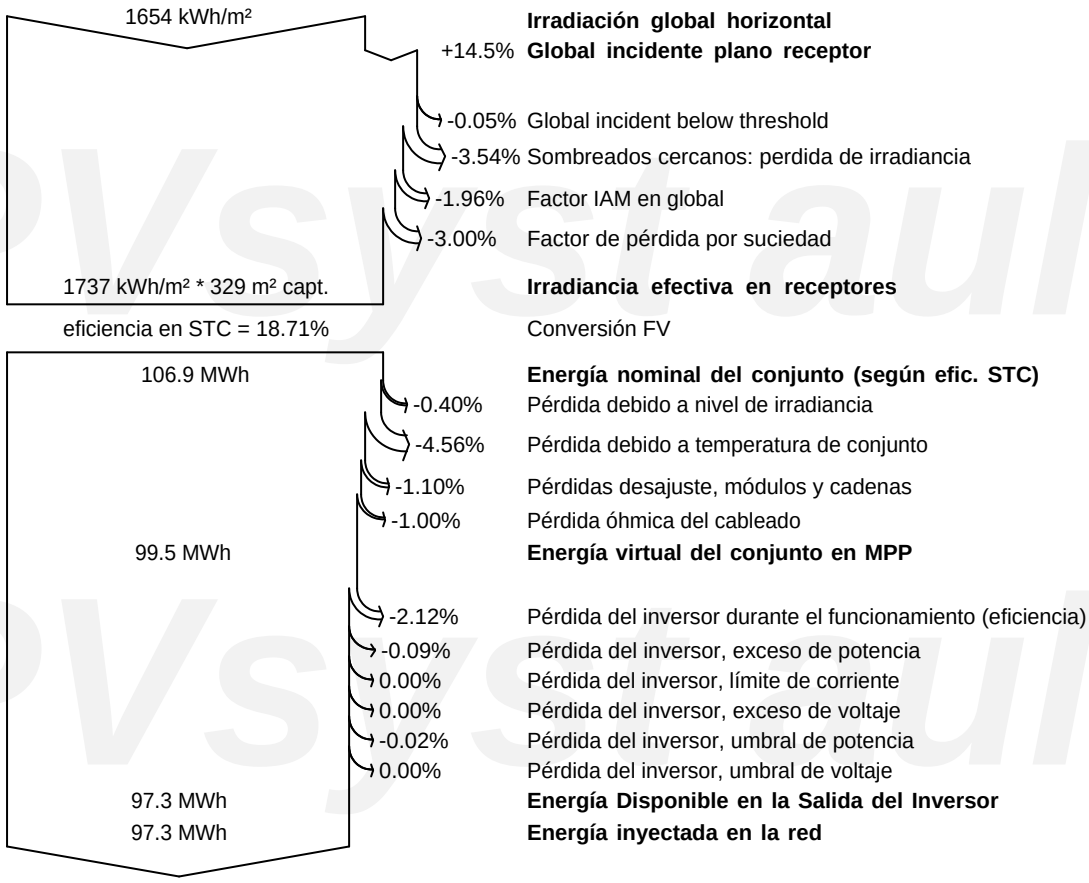
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT**

Sitio geográfico	**Madrid AEMET**		País	**Espana**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **Parte A3**

Fecha de simulación	11/07/19 18h55

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**			
Orientación plano captador	Inclinación	30°		Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	12	Conjuntos en cobertizo idénticos		
	Separación entre cobertizos	2.50 m		Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	17.8°	Factor de ocupación del suelo (GCR)		41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez		Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte				
Sombreados cercanos	Sombreado lineal				
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)				

Características de los conjuntos FV (5 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #3"				
Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #4"				
Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #5"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**51 kWp**	Total	160 módulos
		Superficie módulos	**274 m²**	Superficie célula	248 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #4" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #5" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Total		Núm. de inversores	3	Potencia total	45 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

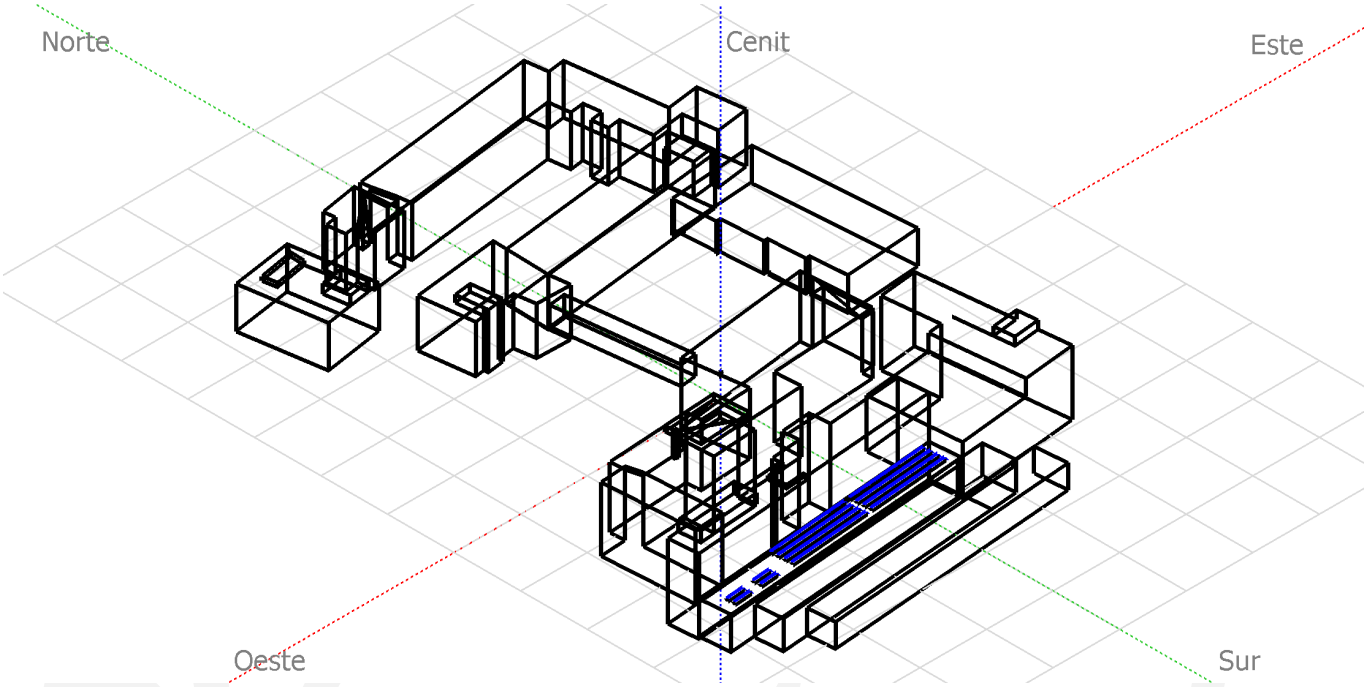
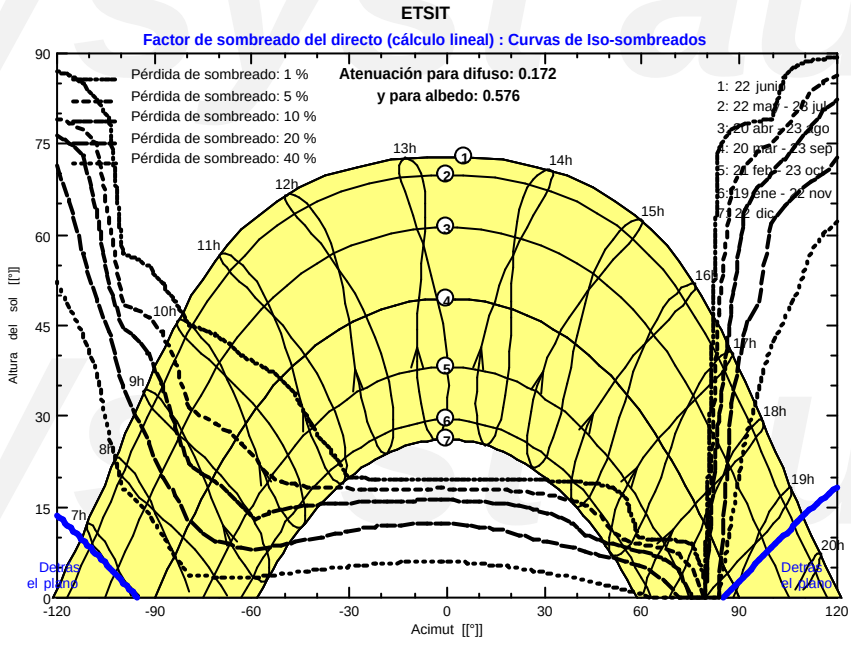


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT**

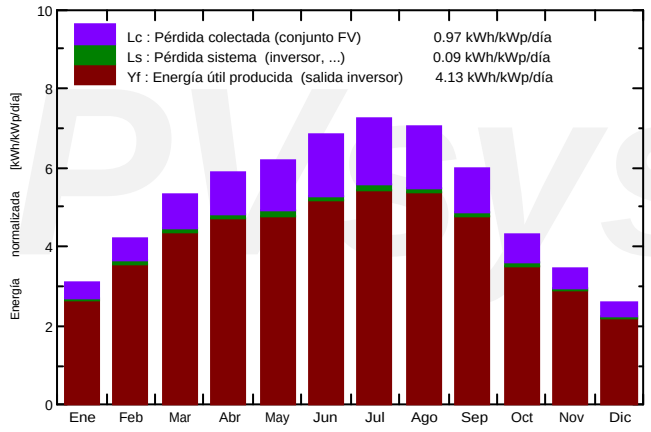
Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

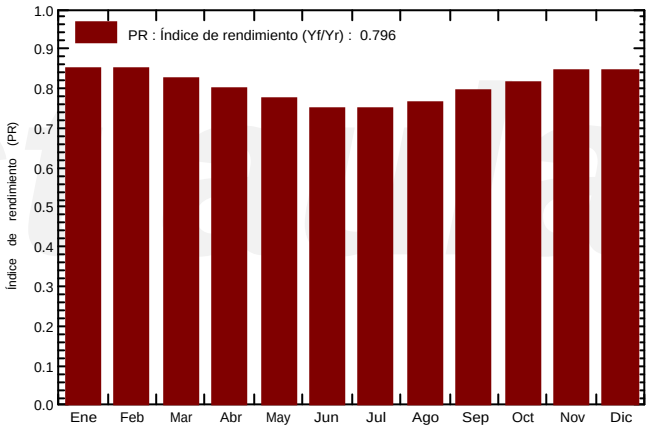
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**77.13 MWh/año**	Produc. específica	1506 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	79.57 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): **Potencia nominal 51.2 kWp**



Índice de rendimiento (PR)



Parte A3

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.7	85.0	4.303	4.212	0.850
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.6	104.9	5.240	5.130	0.852
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.5	145.7	7.093	6.943	0.824
Abril	163.2	67.11	12.92	177.1	153.7	7.425	7.266	0.801
Mayo	193.4	71.91	17.83	191.6	163.8	7.783	7.608	0.776
Junio	217.2	74.59	24.05	206.0	174.7	8.115	7.935	0.752
Julio	232.5	56.63	26.69	224.7	194.6	8.848	8.645	0.751
Agosto	204.3	63.22	26.11	217.7	190.4	8.734	8.546	0.767
Septiembre	149.8	50.96	21.15	179.8	159.6	7.470	7.308	0.794
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	117.8	5.699	5.578	0.818
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.2	91.9	4.562	4.458	0.844
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.1	70.6	3.580	3.502	0.844
Año	1653.5	591.31	15.39	1893.2	1652.5	78.851	77.132	0.796

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

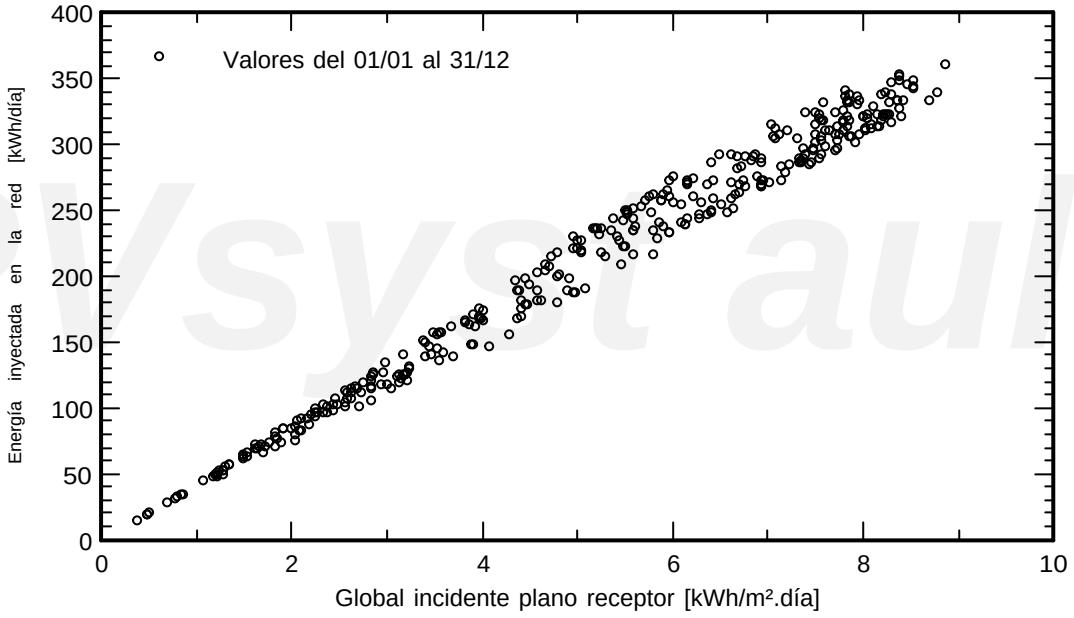
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT**

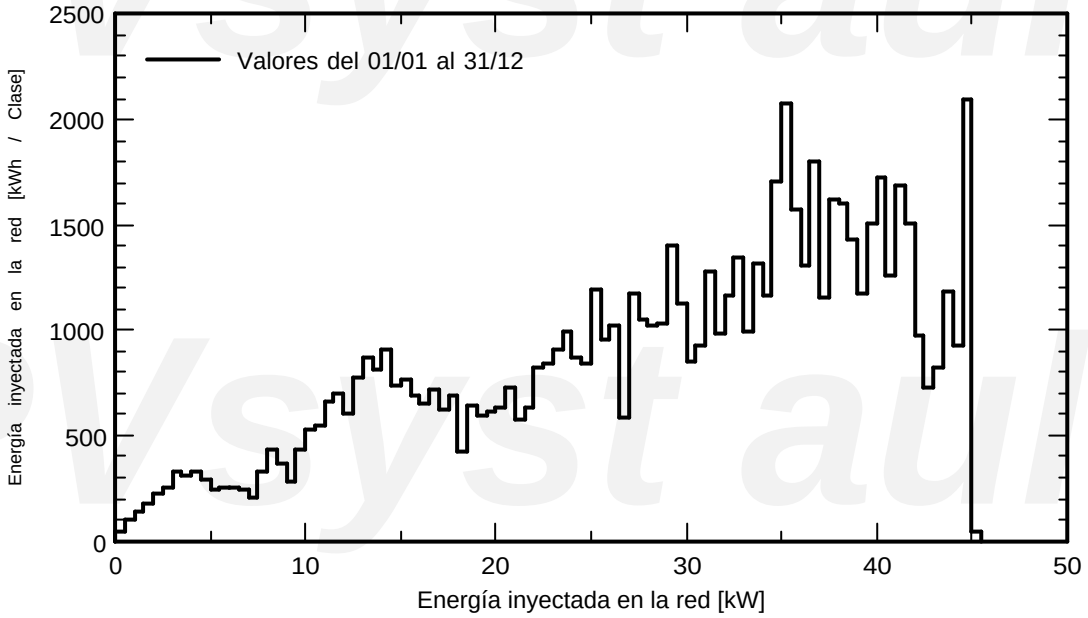
Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

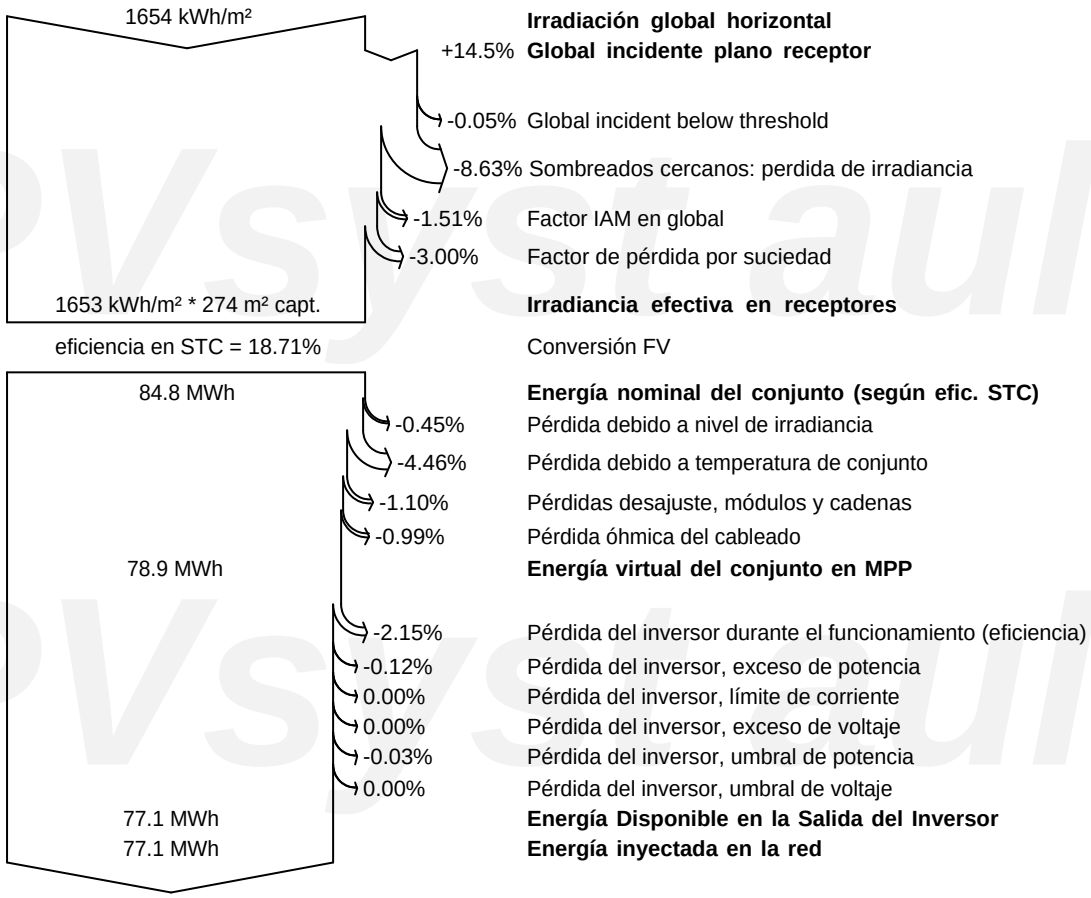
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT**

Sitio geográfico	**Madrid AEMET**		País	**Espana**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **Parte A9**

Fecha de simulación	11/07/19 18h59

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	3	Conjunto en cobertizos simple	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Banda inactiva	Arriba	0.02 m	Abajo	0.02 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.4°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (2 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV		En serie	18 módulos	En paralelo 1 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	18	Pnom unitaria 320 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	**5.76 kWp**	En cond. de funciona. 5.23 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	548 V	I mpp 9.6 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV		En serie	18 módulos	En paralelo 1 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	18	Pnom unitaria 320 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	**5.76 kWp**	En cond. de funciona. 5.23 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	548 V	I mpp 9.6 A
Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**12 kWp**	Total 36 módulos
		Superficie módulos	**61.7 m²**	Superficie célula 55.8 m²

Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA	
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria 5.00 kWac
Sub-conjunto "Sub-array #1"		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total 5.0 kWac
				Relación Pnom 1.15
Sub-conjunto "Sub-array #2"		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total 5.0 kWac
				Relación Pnom 1.15
Total		Núm. de inversores	2	Potencia total 10 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	946 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	946 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

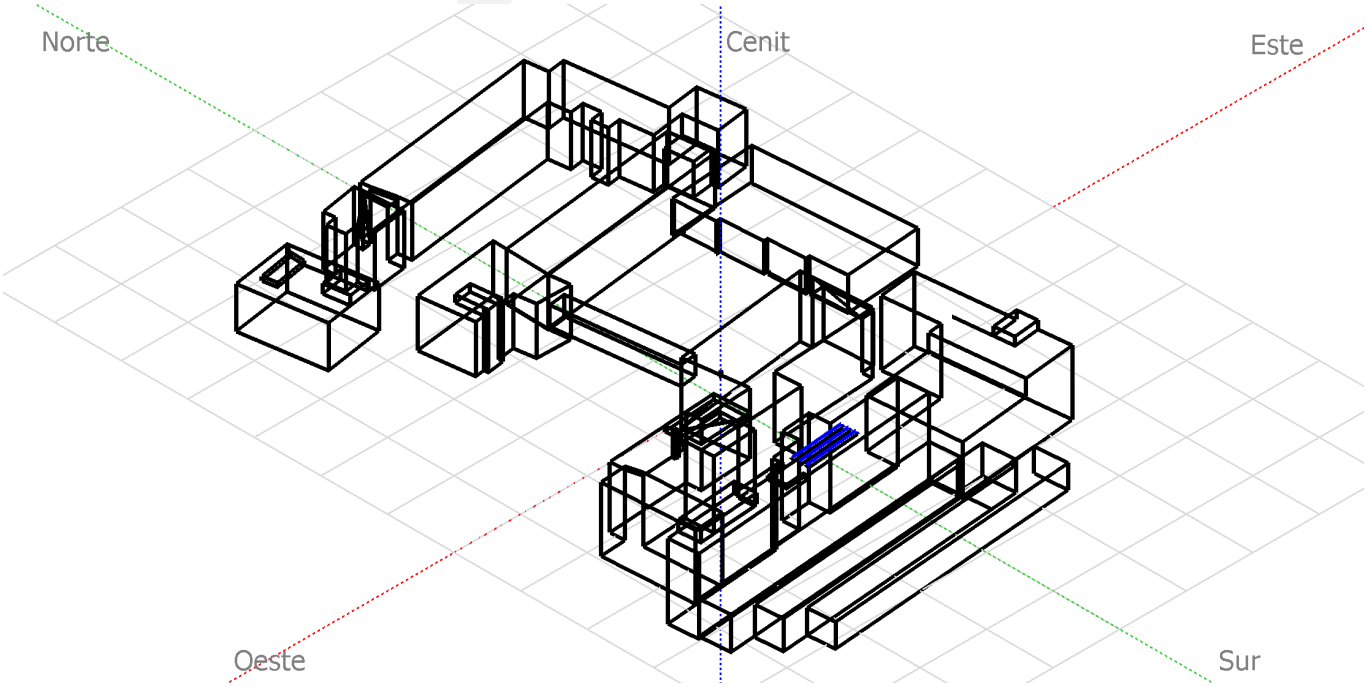
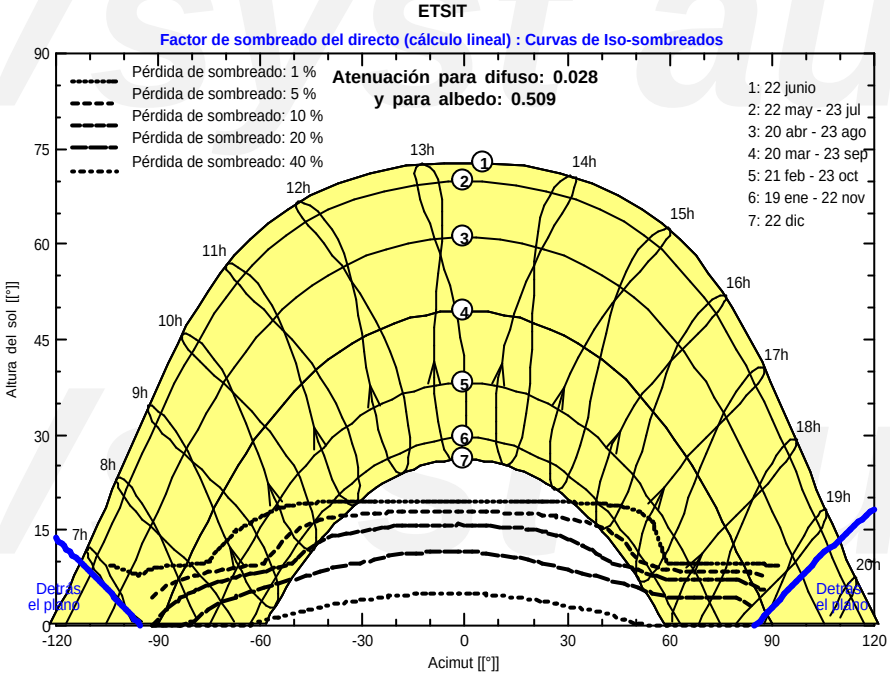


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT**

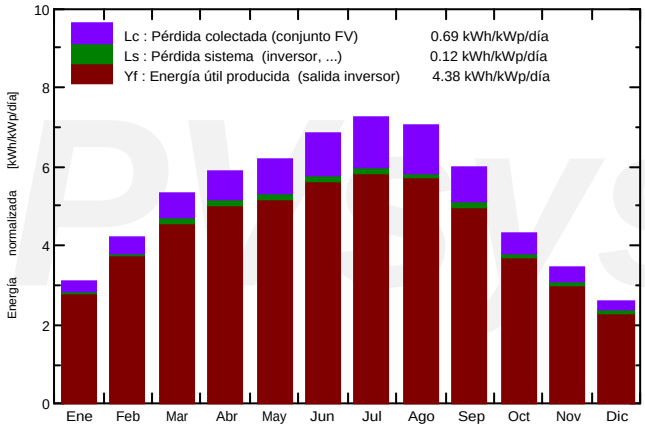
Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°	
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp	
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac	
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**	
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)				

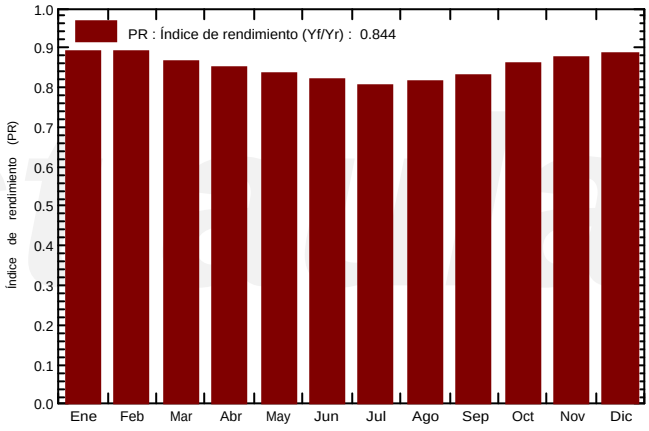
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**18.41 MWh/año**	Produc. específica	1598 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.41 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 11.52 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte A9

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.7	89.6	1.020	0.992	0.890
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.6	110.3	1.238	1.206	0.890
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.5	153.6	1.678	1.637	0.864
Abril	163.2	67.11	12.92	177.1	164.6	1.783	1.739	0.852
Mayo	193.4	71.91	17.83	191.6	177.7	1.897	1.847	0.837
Junio	217.2	74.59	24.05	206.0	191.1	1.996	1.945	0.820
Julio	232.5	56.63	26.69	224.7	209.6	2.144	2.090	0.807
Agosto	204.3	63.22	26.11	217.7	202.9	2.091	2.042	0.814
Septiembre	149.8	50.96	21.15	179.8	168.1	1.766	1.723	0.832
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	124.5	1.354	1.319	0.859
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.2	96.3	1.075	1.043	0.878
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.1	74.8	0.854	0.828	0.887
Año	1653.5	591.31	15.39	1893.2	1763.0	18.895	18.409	0.844

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

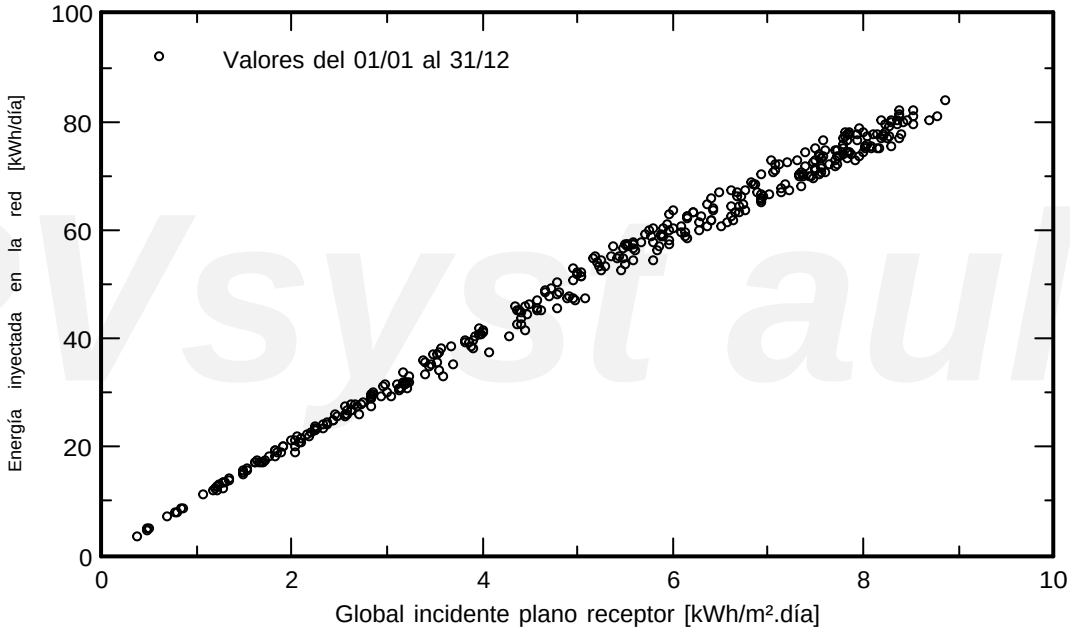
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT**

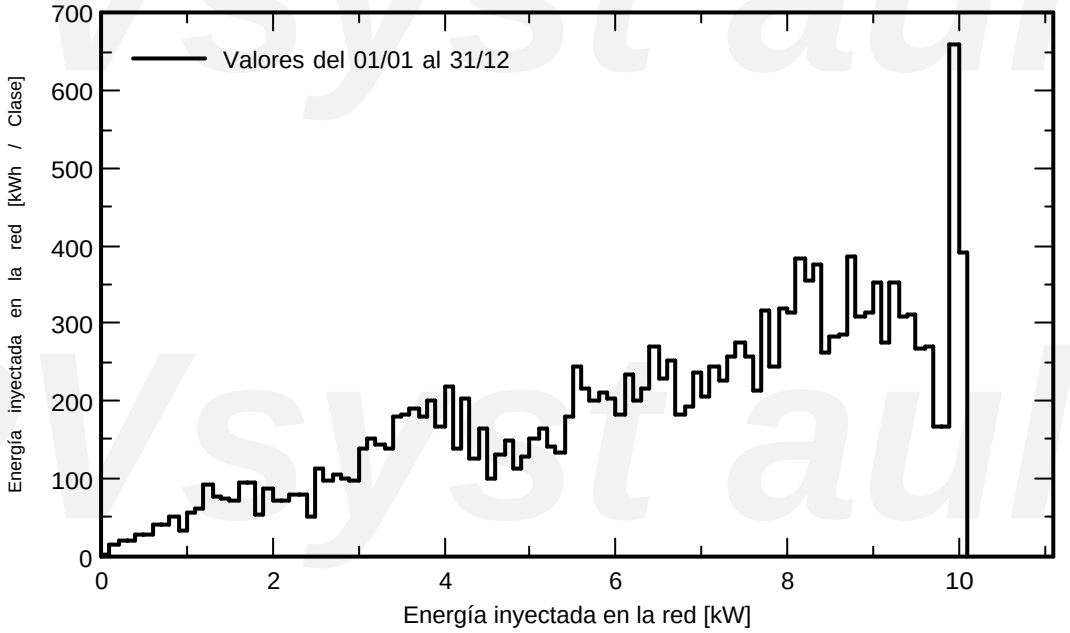
Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

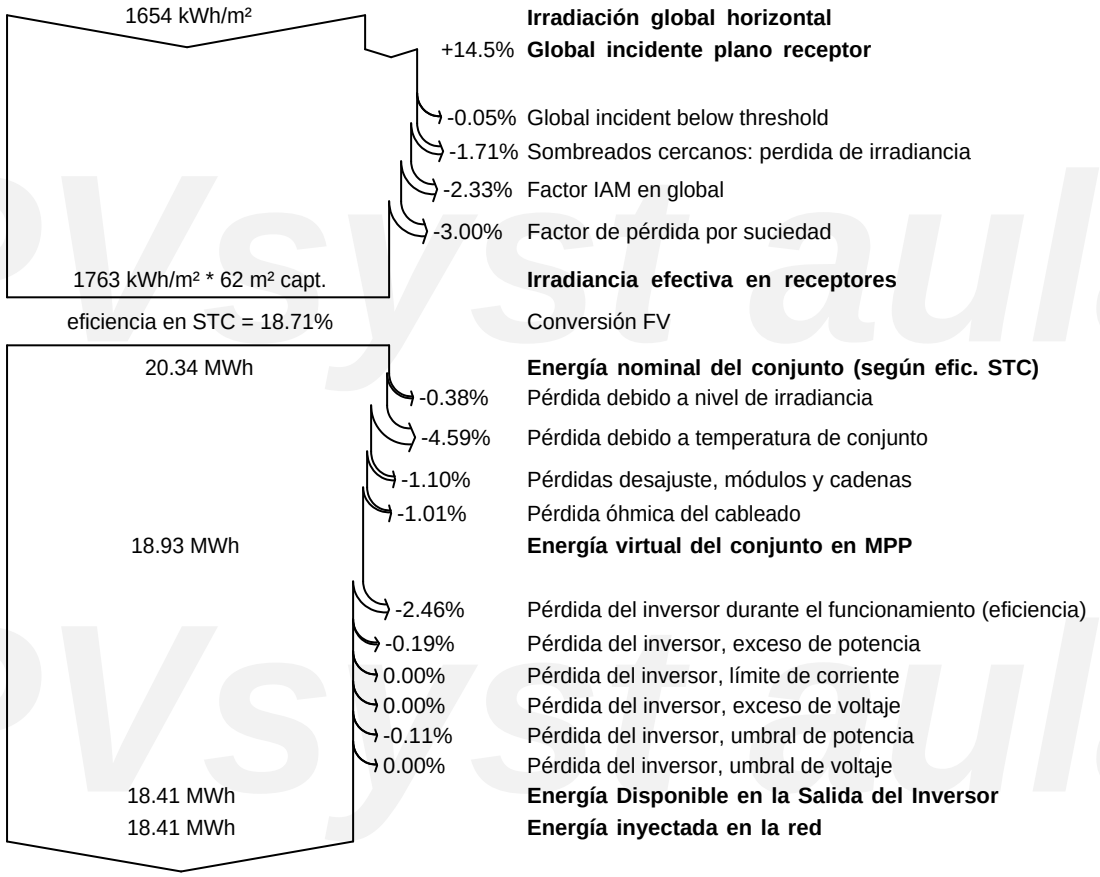
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT**

Sitio geográfico	**Madrid AEMET**		País	**Espana**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **Parte A13**

Fecha de simulación	11/07/19 18h59

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	20	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	Factor de ocupación del suelo (GCR)		41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (7 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	

Sub-conjunto "Sub-array #1"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #2"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #3"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #4"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #5"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-array #6"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-conjunto "Sub-array #7"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**61 kWp**	Total	192 módulos
		Superficie módulos	**329 m²**	Superficie célula	298 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #4" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #5" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-array #6" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-array #7" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Total		Núm. de inversores	5	Potencia total	55 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#6	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#7	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

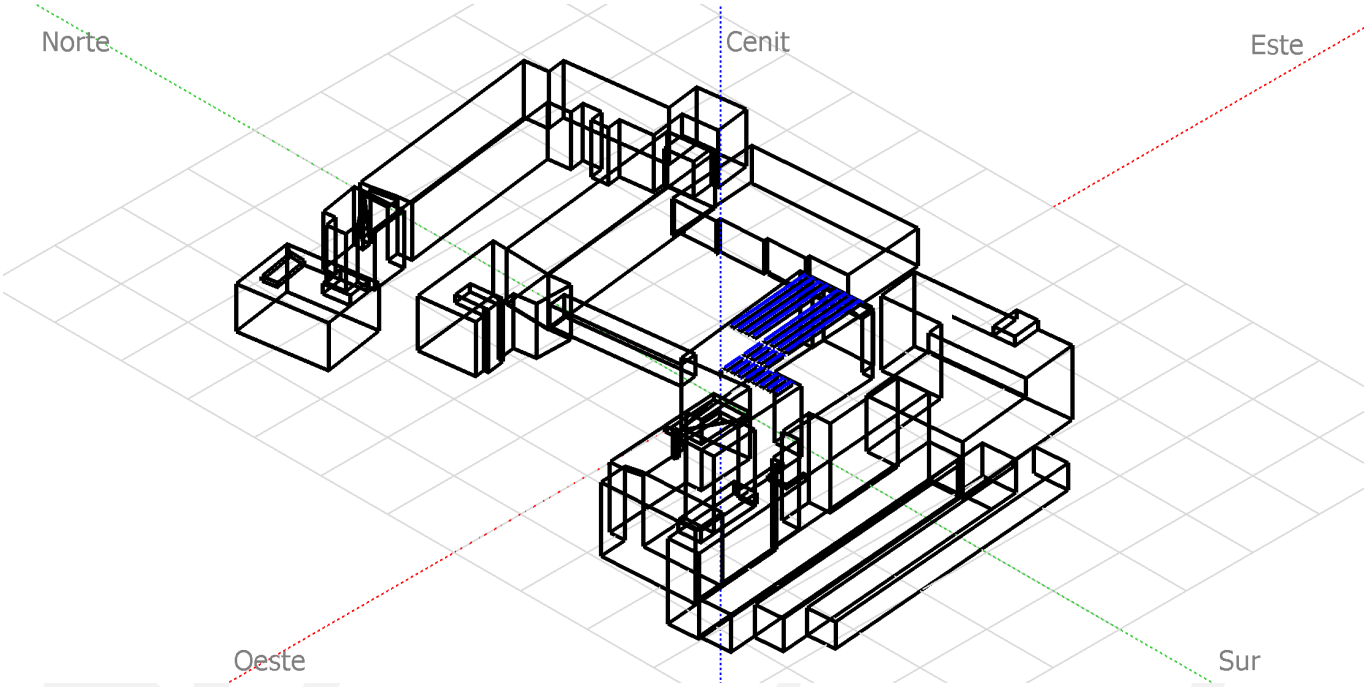
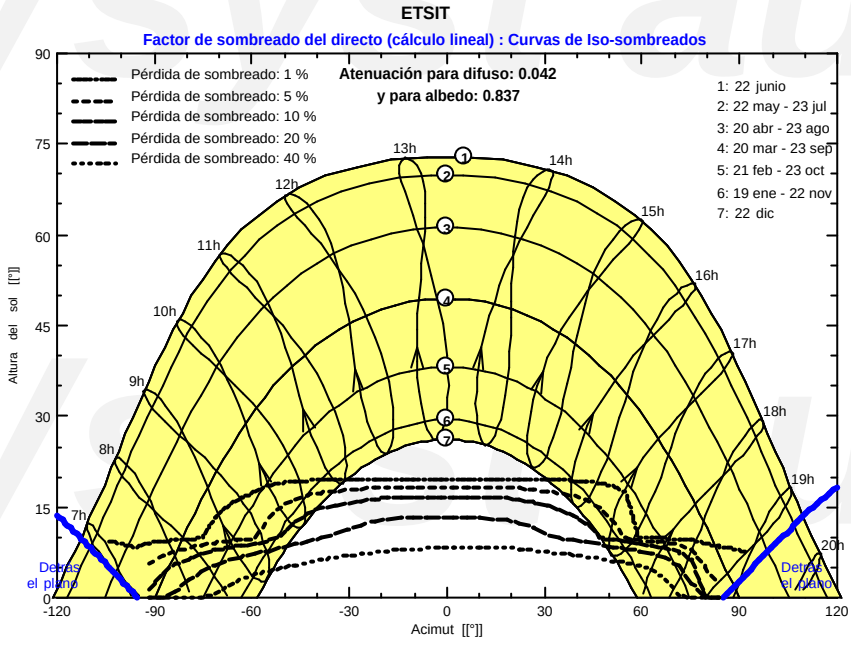


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT**

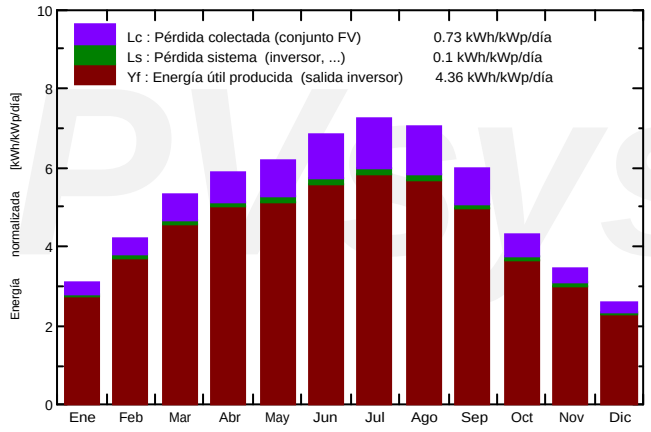
Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

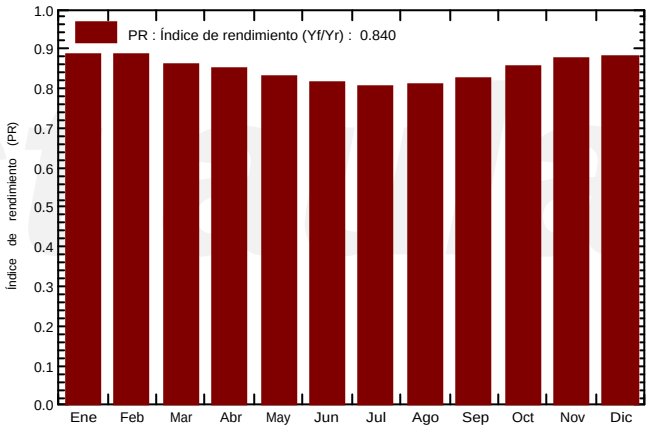
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**97.75 MWh/año**	Produc. específica	1591 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.03 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 61.4 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte A13

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.7	88.5	5.37	5.25	0.884
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.6	109.4	6.55	6.41	0.887
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.5	152.4	8.90	8.71	0.862
Abril	163.2	67.11	12.92	177.1	163.1	9.45	9.25	0.849
Mayo	193.4	71.91	17.83	191.6	176.0	10.04	9.81	0.833
Junio	217.2	74.59	24.05	206.0	189.4	10.55	10.31	0.815
Julio	232.5	56.63	26.69	224.7	208.0	11.35	11.09	0.803
Agosto	204.3	63.22	26.11	217.7	201.2	11.07	10.83	0.809
Septiembre	149.8	50.96	21.15	179.8	166.8	9.36	9.15	0.828
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	123.4	7.16	7.01	0.856
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.2	95.4	5.68	5.54	0.875
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.1	73.9	4.50	4.39	0.882
Año	1653.5	591.31	15.39	1893.2	1747.4	99.99	97.75	0.840

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

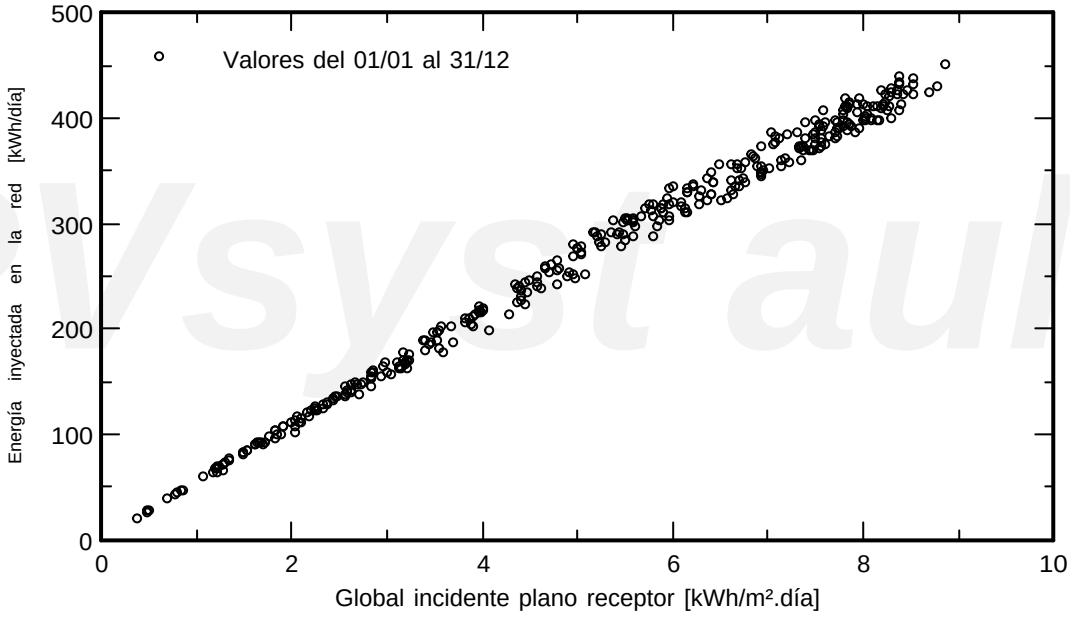
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT**

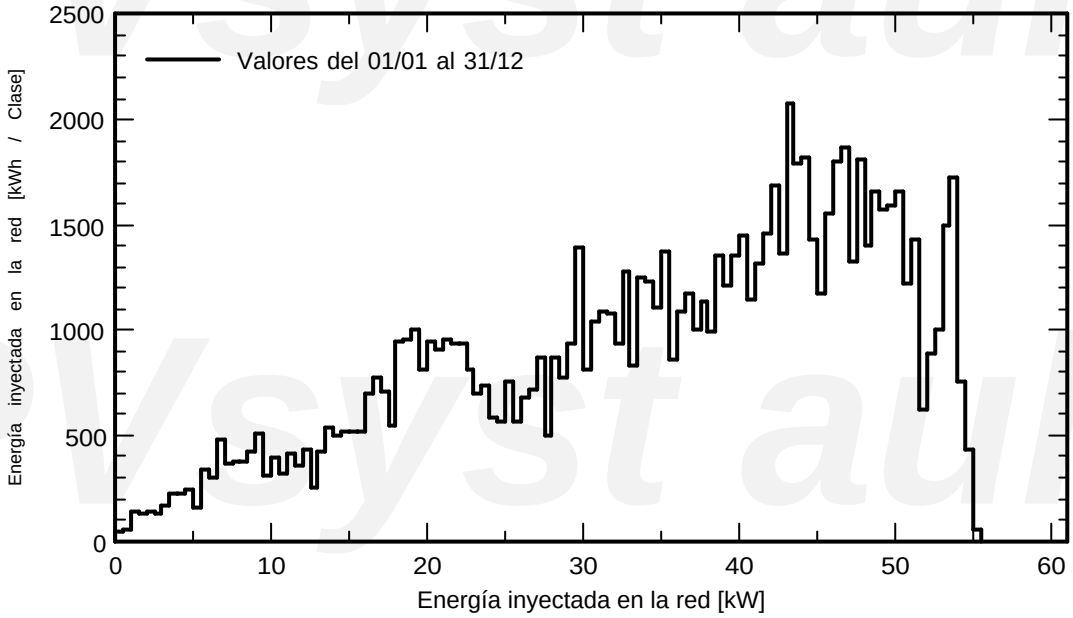
Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

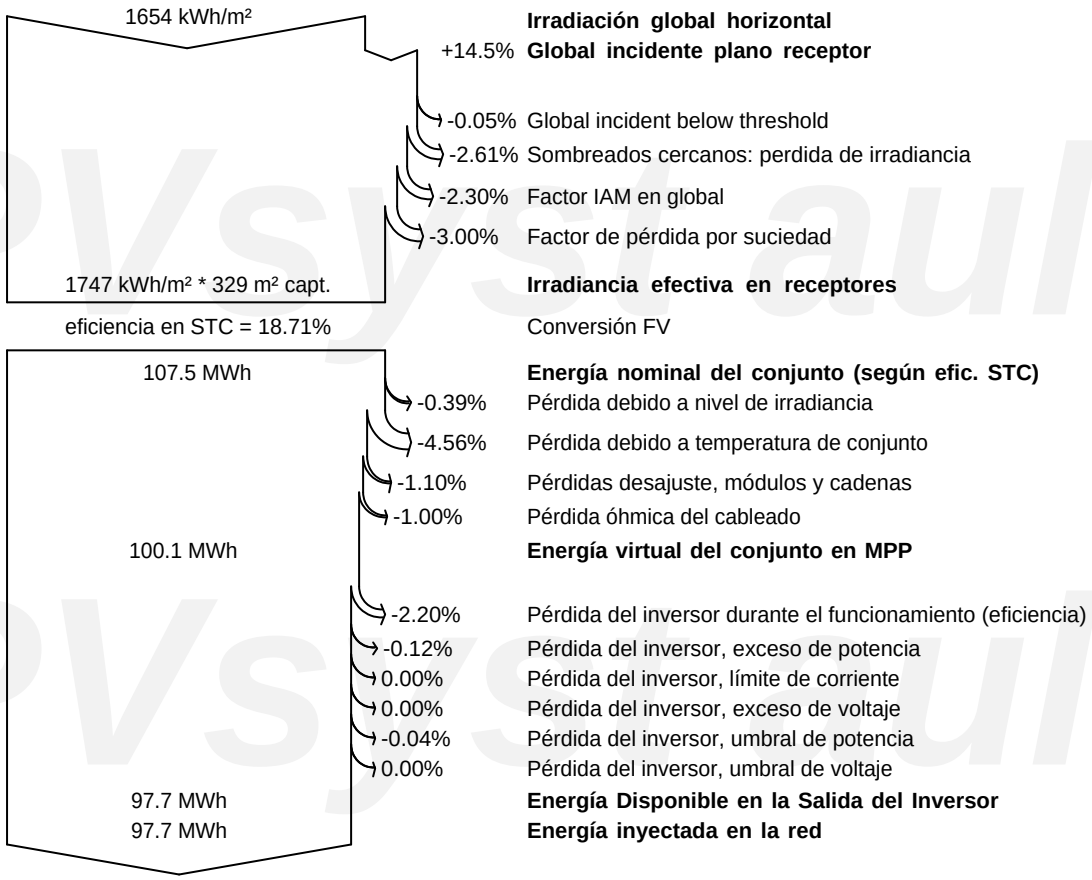
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT**

Sitio geográfico	**Madrid AEMET**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **Parte D**

Fecha de simulación	11/07/19 19h00

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	7 Conjuntos en cobertizo idénticos		
	Separación entre cobertizos	4.00 m	Ancho receptor	1.71 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.8°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	42.6 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (3 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	3 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	48	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**15.36 kWp**	En cond. de funciona.	13.96 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	29 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Sub-conjunto "Sub-array #3"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Total Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**26 kWp**	Total	80 módulos
	Superficie módulos	**137 m²**	Superficie célula	124 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	150-800 V	Pnom unitaria	15.0 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.80	Potencia total	15.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02
Total	Núm. de inversores	3	Potencia total	25 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	280 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

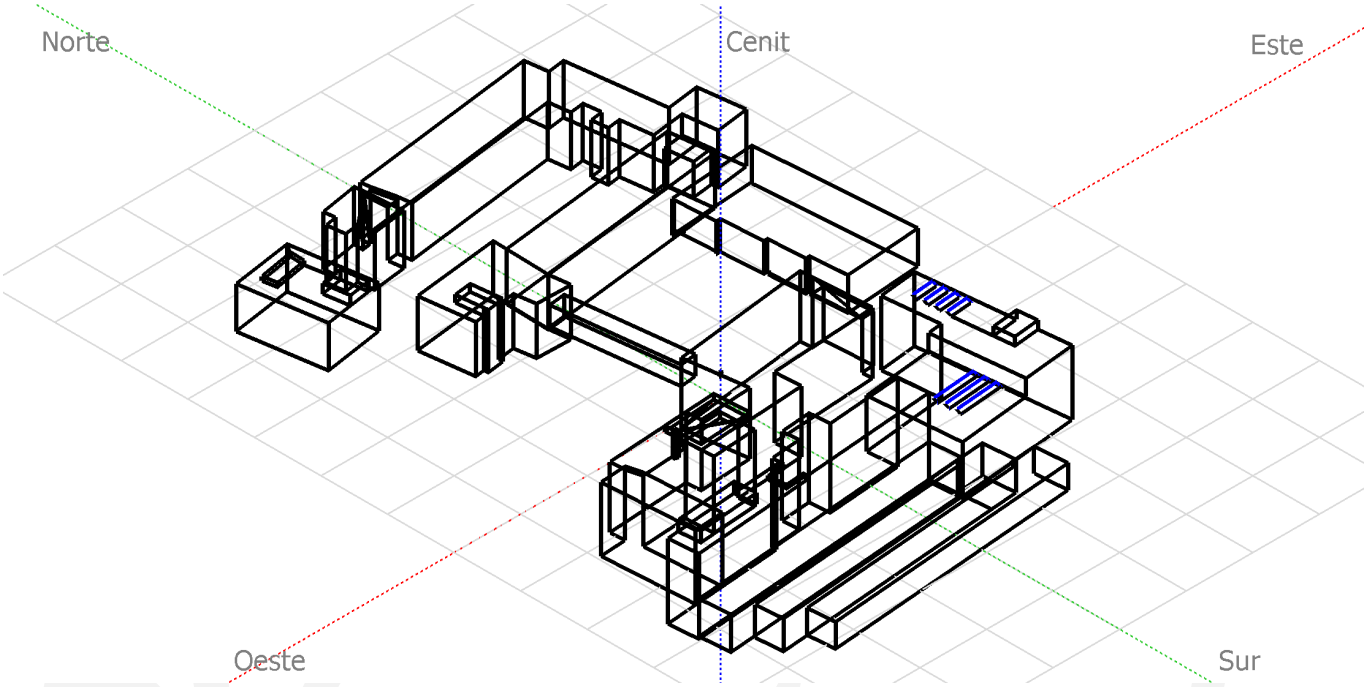
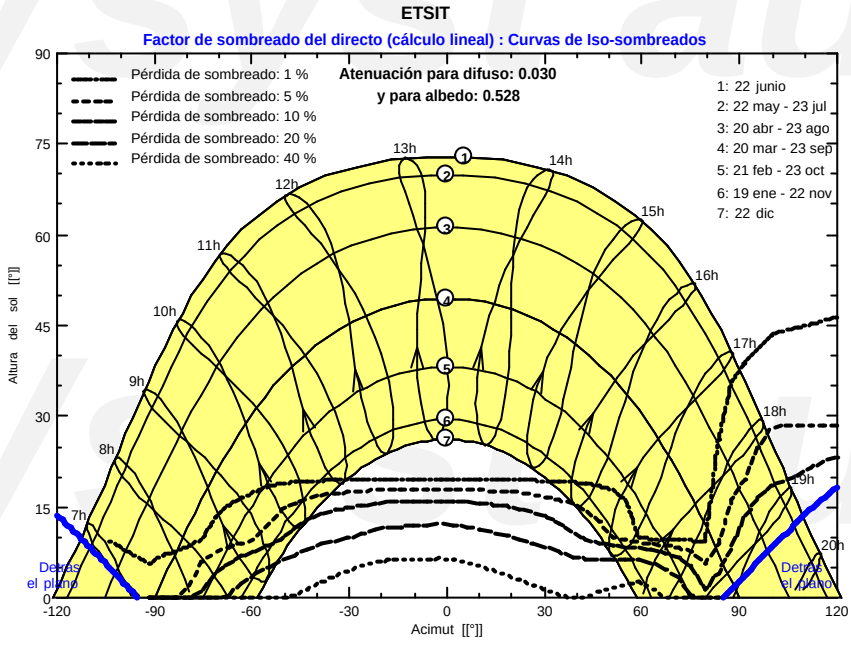


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT**

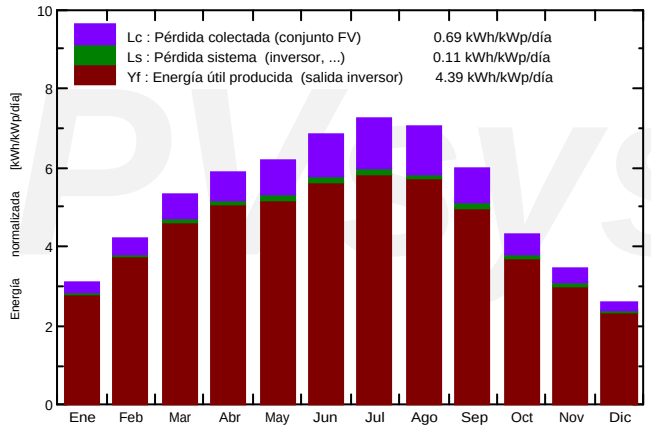
Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

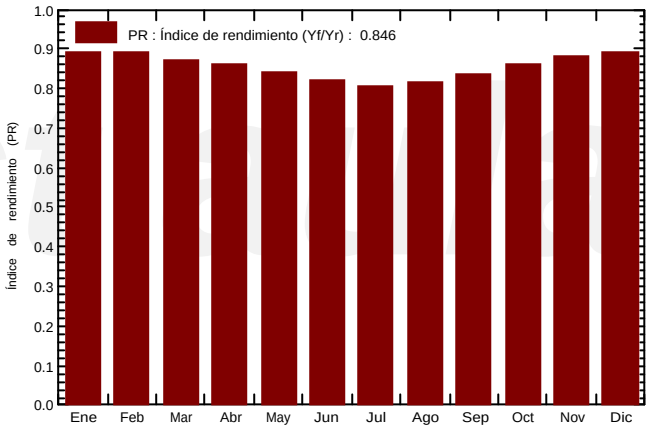
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**41.02 MWh/año**	Produc. específica	1603 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.65 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 25.60 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte D

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.7	89.5	2.265	2.211	0.893
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.6	110.2	2.749	2.685	0.892
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.5	153.5	3.750	3.667	0.871
Abril	163.2	67.11	12.92	177.1	164.3	3.989	3.898	0.860
Mayo	193.4	71.91	17.83	191.6	177.3	4.217	4.116	0.839
Junio	217.2	74.59	24.05	206.0	190.7	4.424	4.319	0.819
Julio	232.5	56.63	26.69	224.7	209.1	4.755	4.640	0.806
Agosto	204.3	63.22	26.11	217.7	202.5	4.640	4.534	0.814
Septiembre	149.8	50.96	21.15	179.8	167.9	3.929	3.839	0.834
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	124.4	3.010	2.940	0.862
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.2	96.2	2.387	2.326	0.881
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.1	74.8	1.897	1.850	0.891
Año	1653.5	591.30	15.39	1893.2	1760.6	42.012	41.025	0.846

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

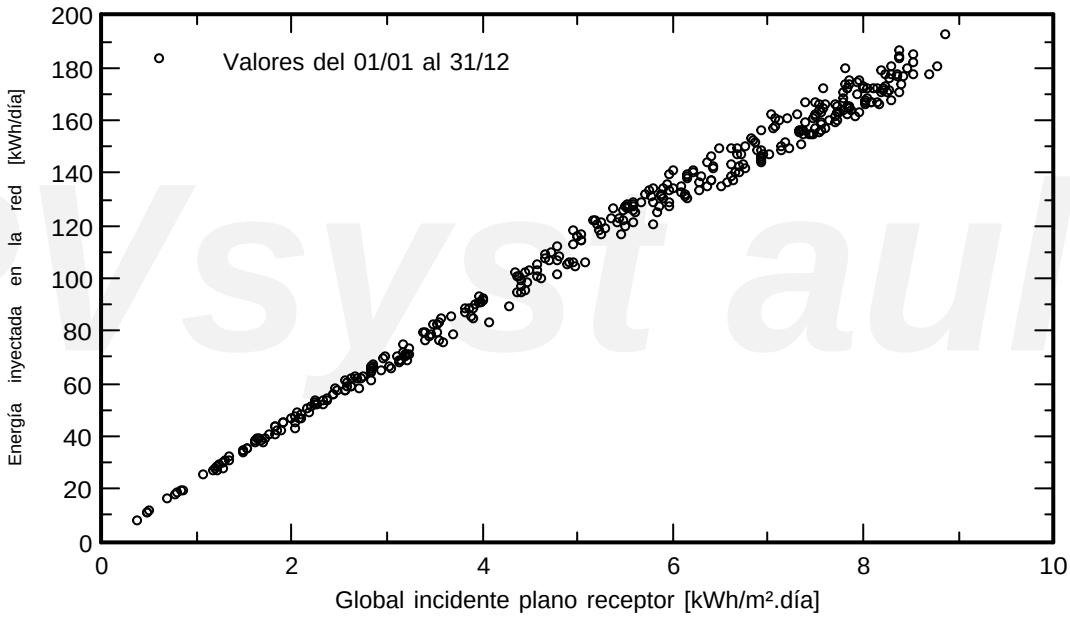
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT**

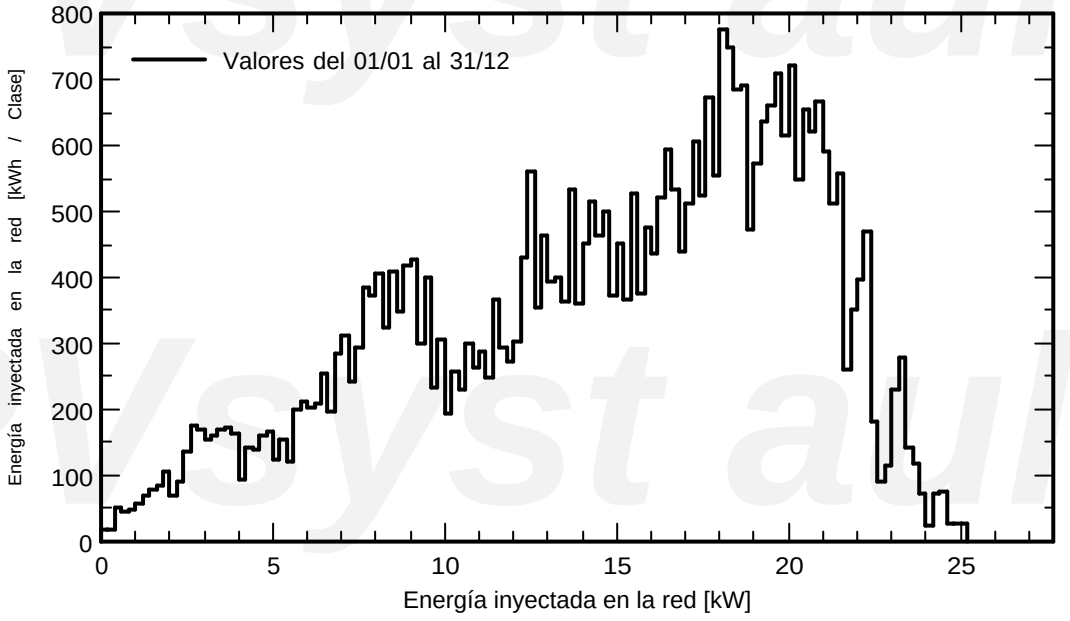
Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

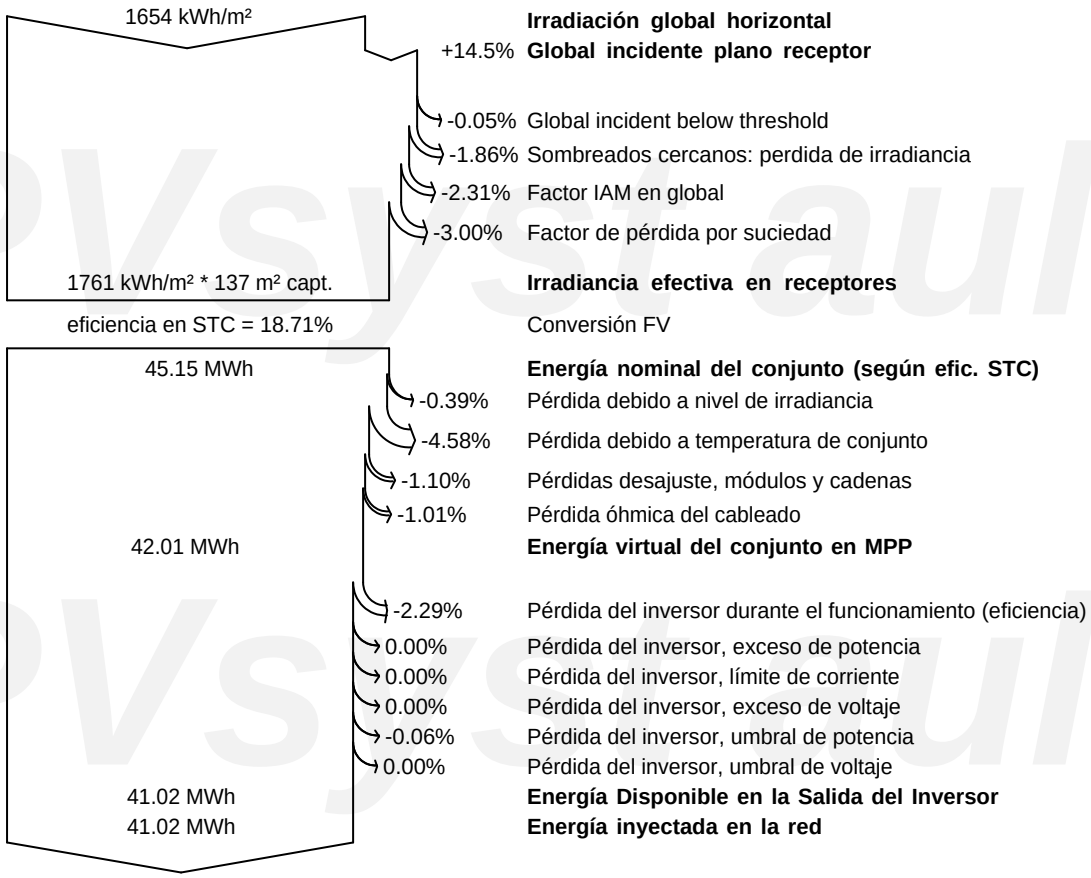
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT**

Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Sitio geográfico	**CIU-UPM**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.73° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	659 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**CiU-UPM**	PVGIS SARAH hourly time series - 2016		

Variante de simulación : **Parte A1**

Fecha de simulación	11/07/19 19h04

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	8	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.2°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	DHI importado
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (4 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #3"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Sub-conjunto "Sub-array #4"				
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A
Total Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**56 kWp**	Total	176 módulos
	Superficie módulos	**301 m²**	Superficie célula	273 m²

Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-array #1"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #2"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #3"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #4"	Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
			Relación Pnom	1.13
Total	Núm. de inversores	2	Potencia total	50 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

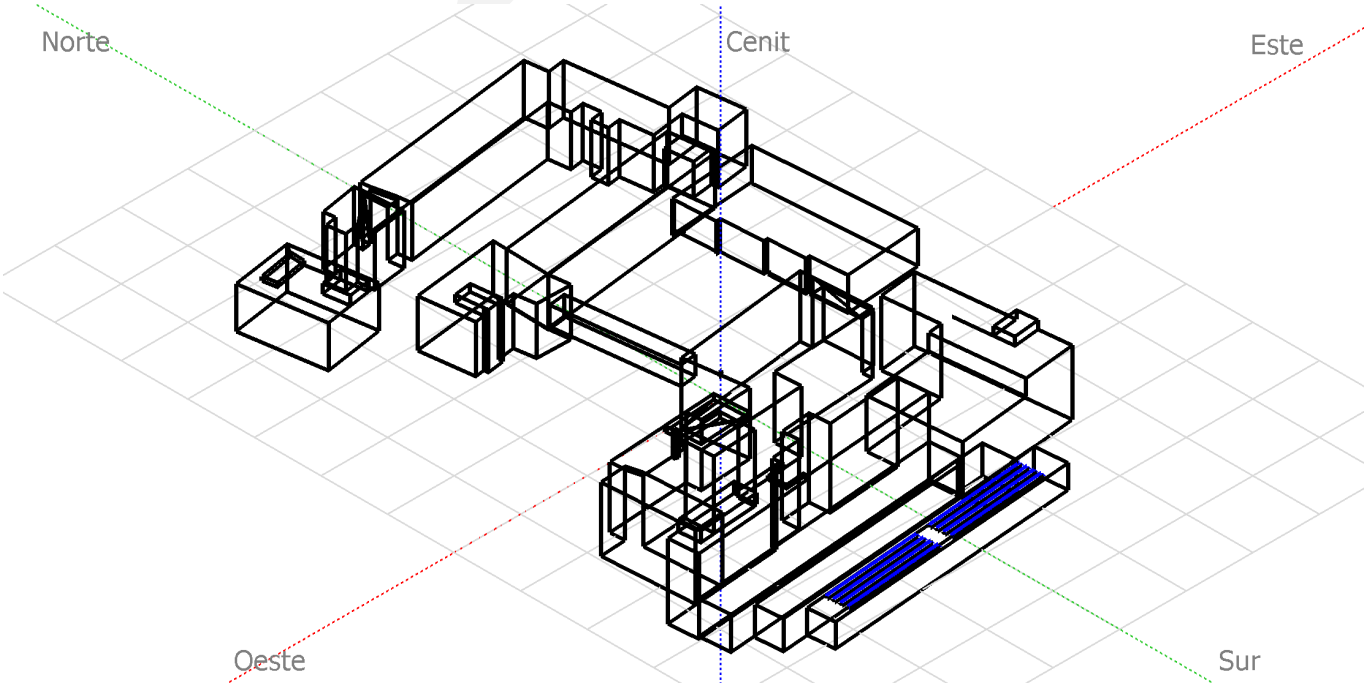
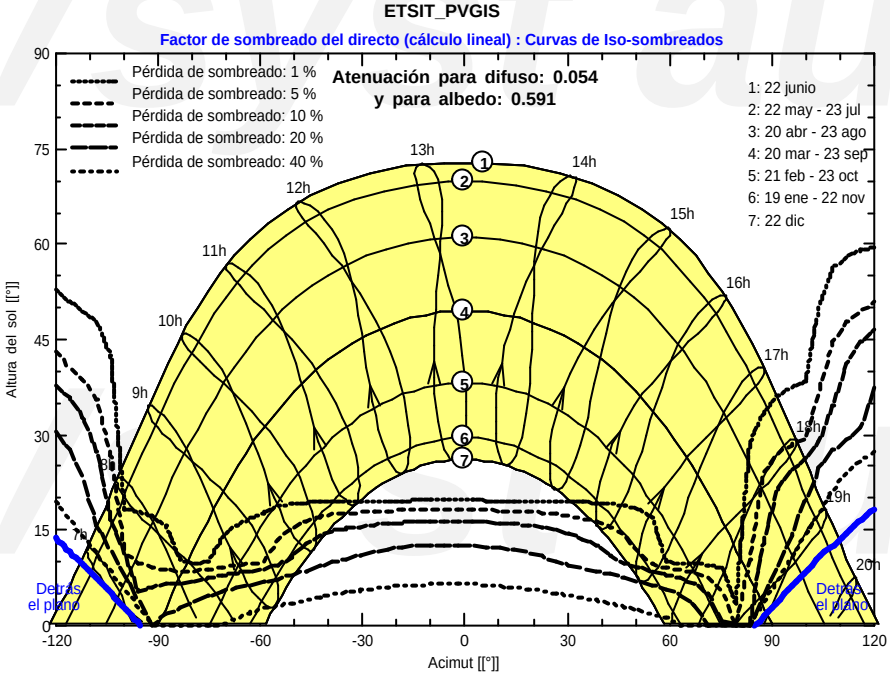


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

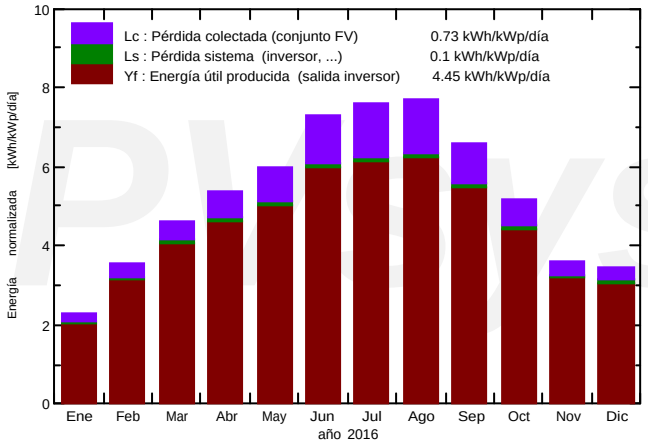
Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

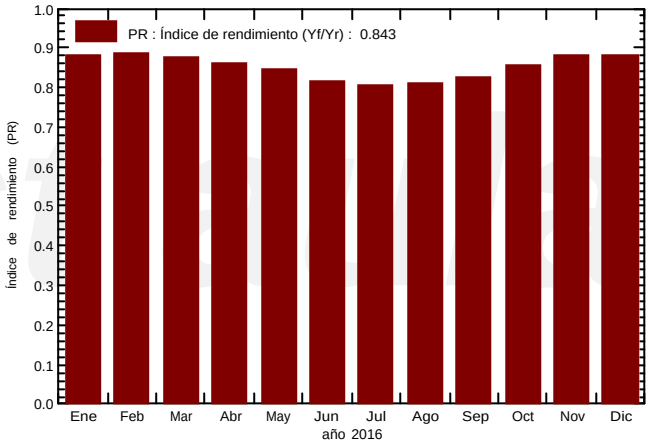
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**91.76 MWh/año**	Produc. específica	1629 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.31 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 56.3 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte A1

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Ene. 16	45.8	22.57	6.88	71.8	65.8	3.65	3.57	0.882
Feb. 16	75.2	36.41	6.36	102.9	95.0	5.27	5.15	0.889
Mar. 16	117.3	54.59	7.47	143.2	131.7	7.23	7.08	0.877
Abr. 16	150.1	69.03	10.22	160.8	147.4	7.98	7.80	0.861
May. 16	187.7	81.31	14.25	184.8	168.8	8.97	8.79	0.844
Jun. 16	229.7	70.57	22.55	219.0	201.4	10.29	10.07	0.817
Jul. 16	241.2	57.46	27.22	236.3	218.7	10.93	10.71	0.805
Ago. 16	222.5	50.54	26.51	238.2	221.3	11.09	10.86	0.810
Sep. 16	161.5	45.73	22.30	198.0	184.5	9.41	9.22	0.827
Oct. 16	114.2	40.47	15.82	160.9	149.6	7.91	7.75	0.855
Nov. 16	69.2	30.65	8.54	108.4	99.9	5.51	5.39	0.883
Dic. 16	61.4	25.30	6.09	108.0	98.5	5.49	5.37	0.884
Año	1675.9	584.63	14.55	1932.5	1782.8	93.72	91.76	0.843

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

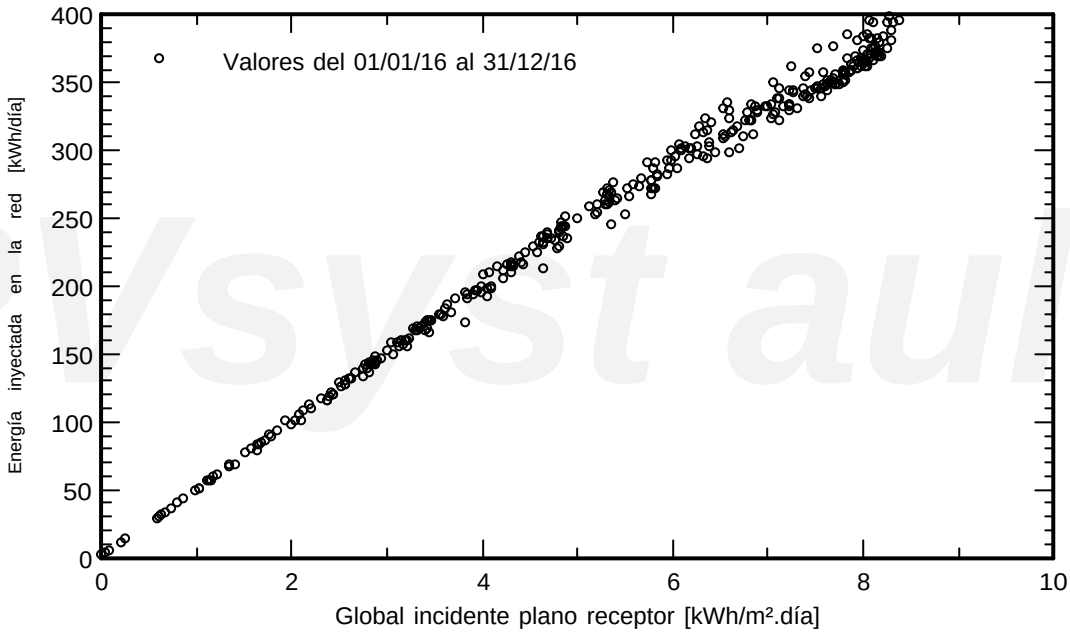
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

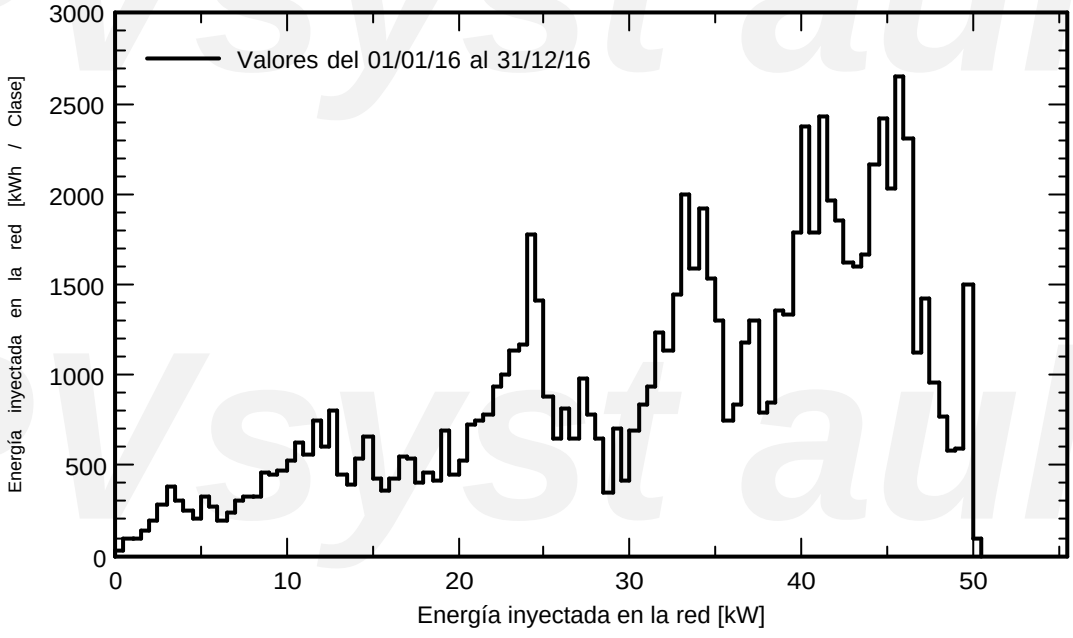
Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

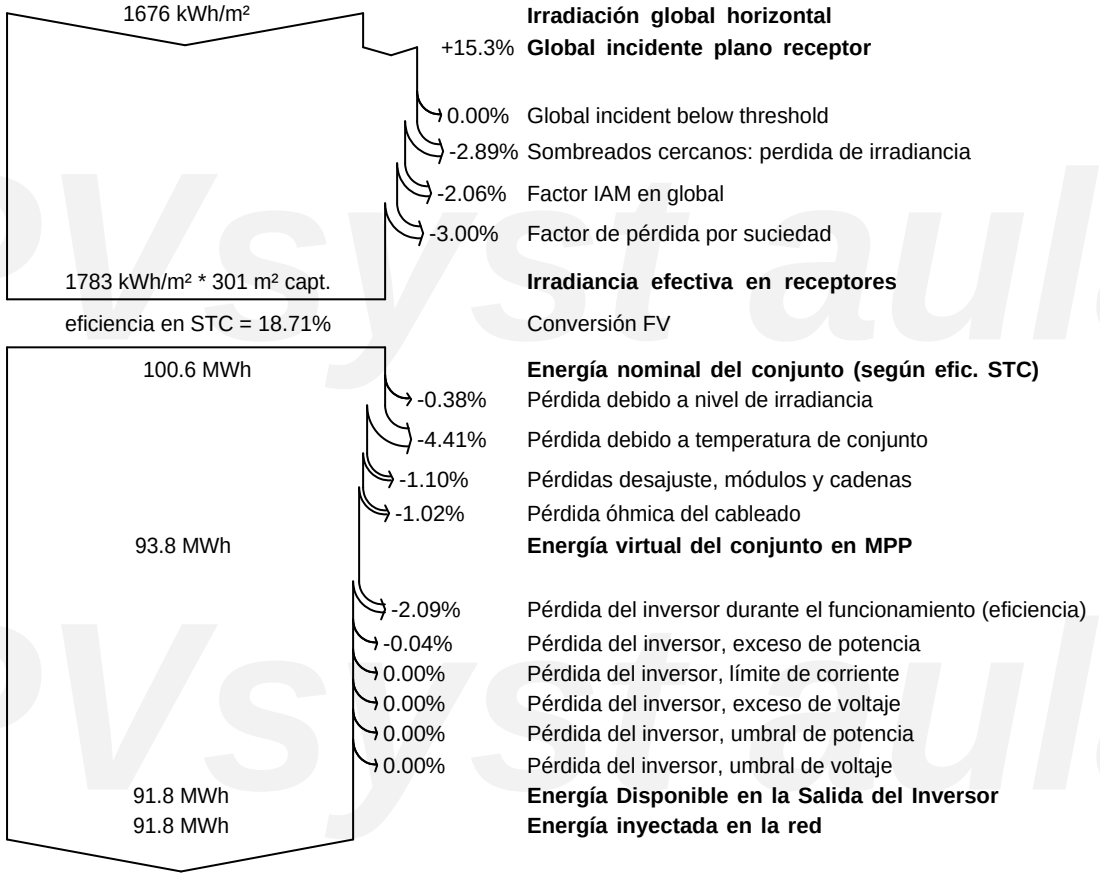
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A1**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	176	Pnom total	**56.3 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**50.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Sitio geográfico	**CIU-UPM**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.73° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	659 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**CiU-UPM**	PVGIS SARAH hourly time series - 2016		

Variante de simulación : **Parte A2**

Fecha de simulación 11/07/19 19h05

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	12	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.1°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	DHI importado
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (5 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	

Sub-conjunto "Sub-array #1"

Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #2"

Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #3"

Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #4"

Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	44	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**14.08 kWp**	En cond. de funciona.	12.80 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #5"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**61 kWp**	Total	192 módulos
		Superficie módulos	**329 m²**	Superficie célula	298 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #4" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 25000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	390-800 V	Pnom unitaria	25.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	12.5 kWac
				Relación Pnom	1.13
Sub-conjunto "Sub-array #5" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Total		Núm. de inversores	3	Potencia total	55 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	578 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

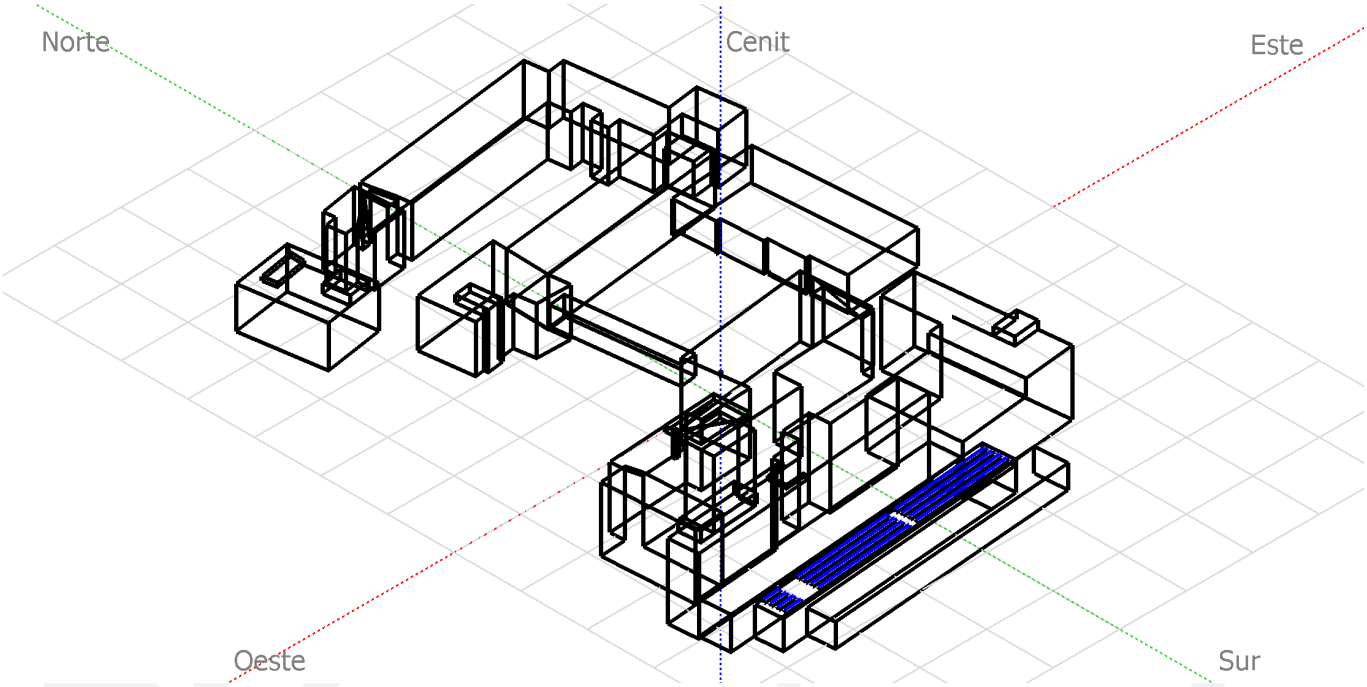
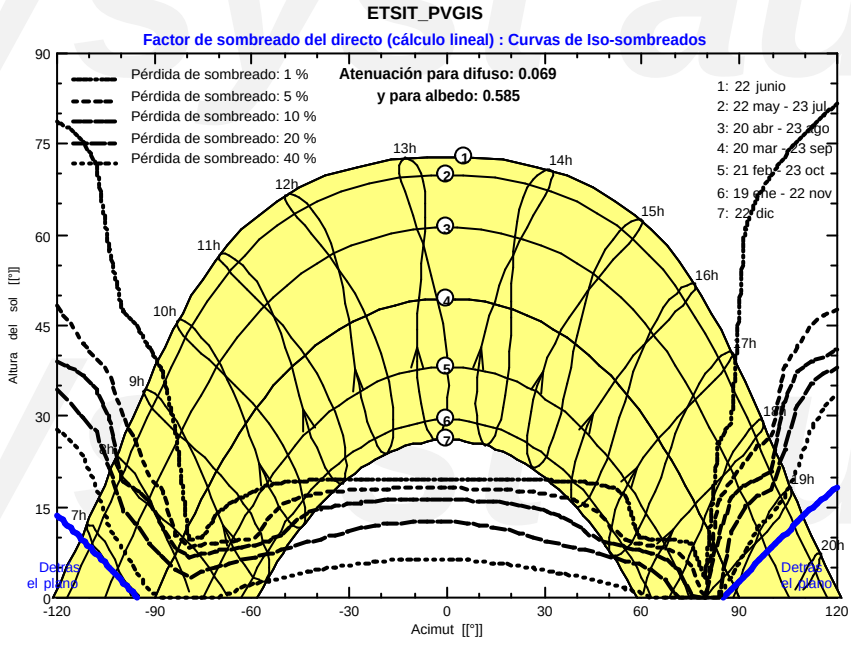


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

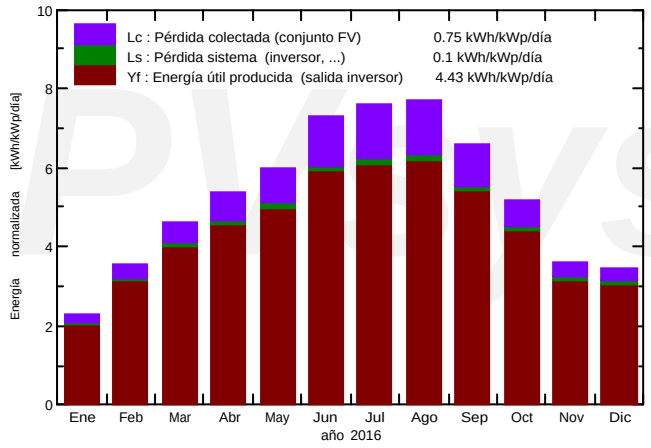
Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

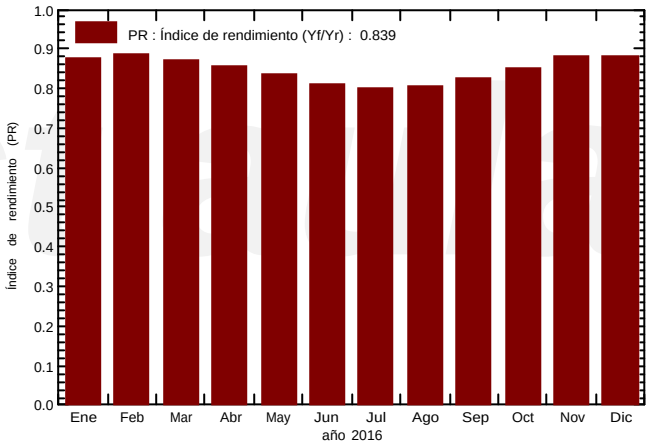
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**99.60 MWh/año**	Produc. específica	1621 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	83.89 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): **Potencia nominal 61.4 kWp**



Índice de rendimiento (PR)



Parte A2

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Ene. 16	45.8	22.57	6.88	71.8	65.5	3.97	3.87	0.878
Feb. 16	75.2	36.41	6.36	102.9	94.6	5.72	5.59	0.884
Mar. 16	117.3	54.59	7.47	143.2	131.1	7.85	7.68	0.873
Abr. 16	150.1	69.03	10.22	160.8	146.5	8.65	8.46	0.856
May. 16	187.7	81.31	14.25	184.8	167.8	9.73	9.52	0.838
Jun. 16	229.7	70.57	22.55	219.0	200.2	11.15	10.92	0.811
Jul. 16	241.2	57.46	27.22	236.3	217.7	11.87	11.62	0.800
Ago. 16	222.5	50.54	26.51	238.2	220.5	12.05	11.80	0.806
Sep. 16	161.5	45.73	22.30	198.0	183.9	10.23	10.02	0.824
Oct. 16	114.2	40.47	15.82	160.9	149.1	8.60	8.42	0.852
Nov. 16	69.2	30.65	8.54	108.4	99.6	5.99	5.86	0.879
Dic. 16	61.4	25.30	6.09	108.0	98.2	5.97	5.84	0.881
Año	1675.9	584.63	14.55	1932.5	1774.6	101.78	99.60	0.839

Leyendas:
- GlobHor: Irradiación global horizontal
- DiffHor: Irradiación difusa horizontal
- T_Amb: Temperatura Ambiente
- GlobInc: Global incidente plano receptor
- GlobEff: Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray: Energía efectiva en la salida del conjunto
- E_Grid: Energía inyectada en la red
- PR: Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

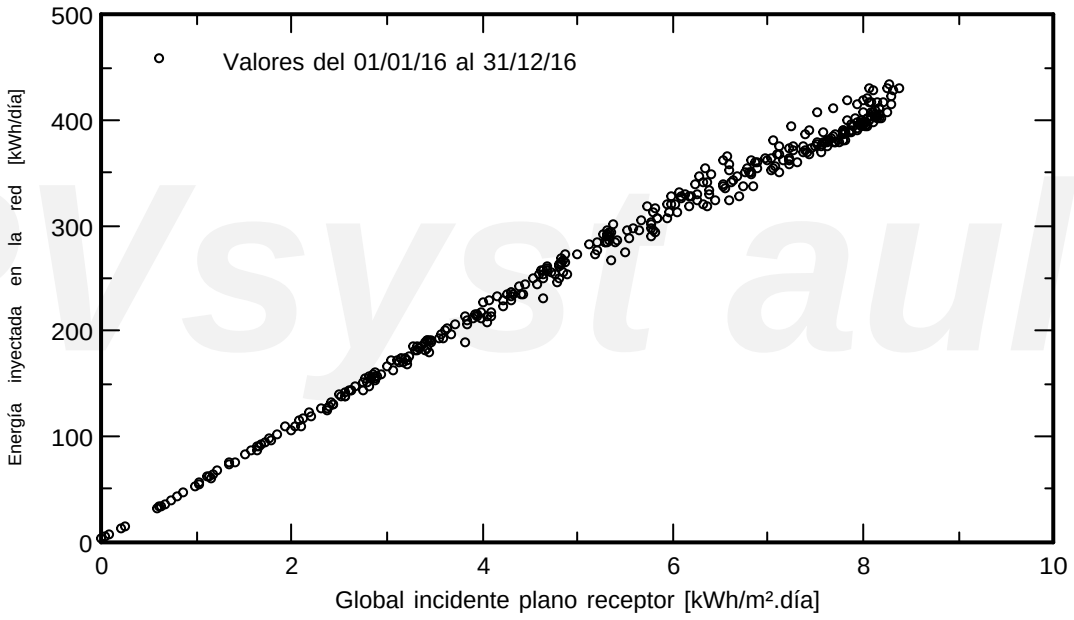
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

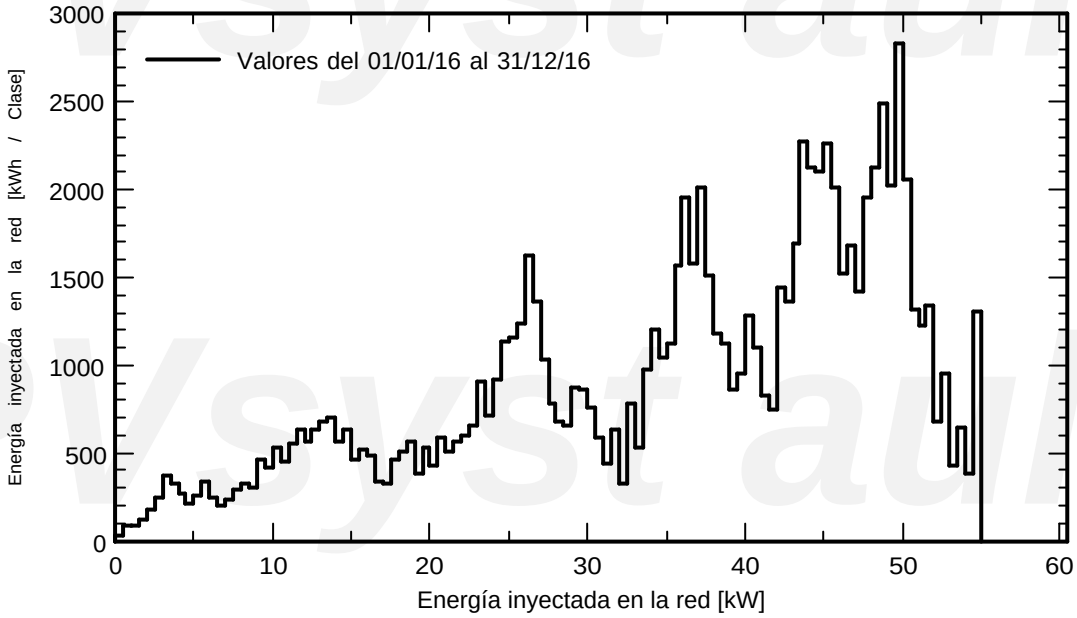
Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

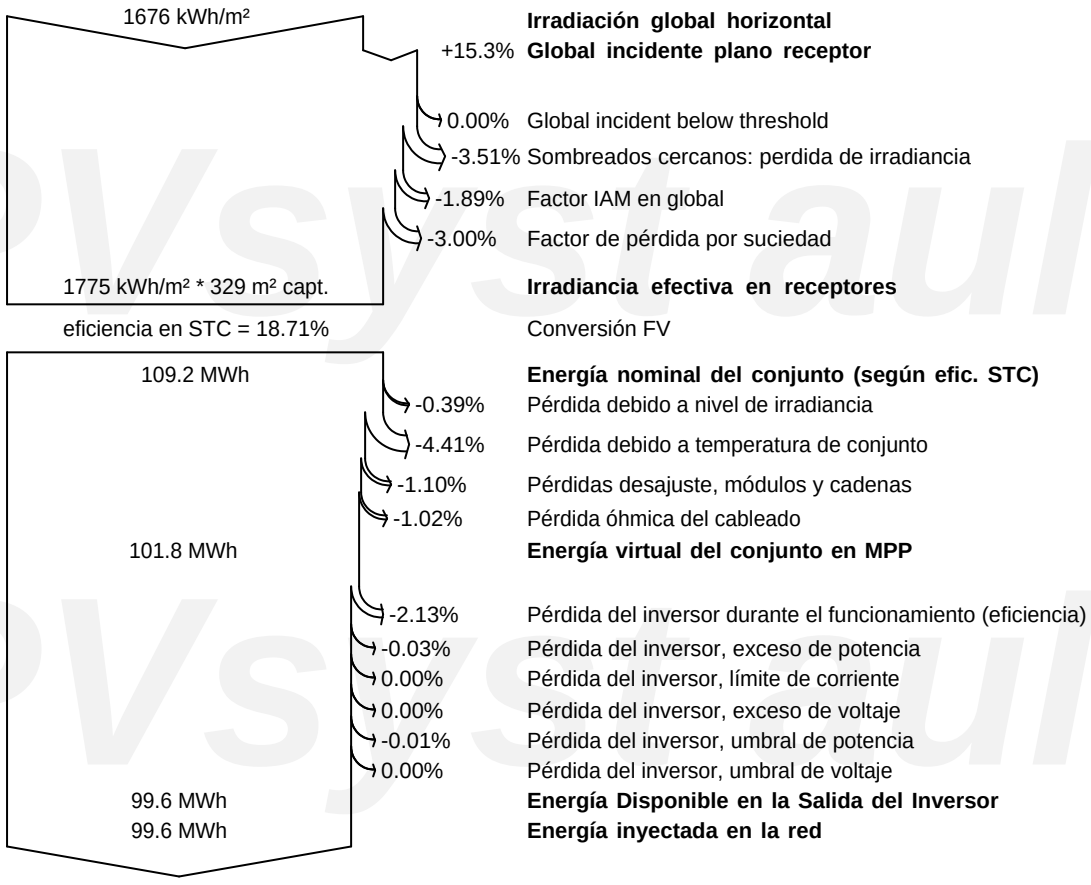
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A2**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Sitio geográfico	**CIU-UPM**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.73° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	659 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**CiU-UPM**	PVGIS SARAH hourly time series - 2016		

Variante de simulación : **Parte A3**

Fecha de simulación 11/07/19 19h06

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	12	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	17.8°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	DHI importado
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (5 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	

Sub-conjunto "Sub-array #1"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #2"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #3"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #4"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #5"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**51 kWp**	Total	160 módulos
		Superficie módulos	**274 m²**	Superficie célula	248 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #4" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #5" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Total		Núm. de inversores	3	Potencia total	45 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

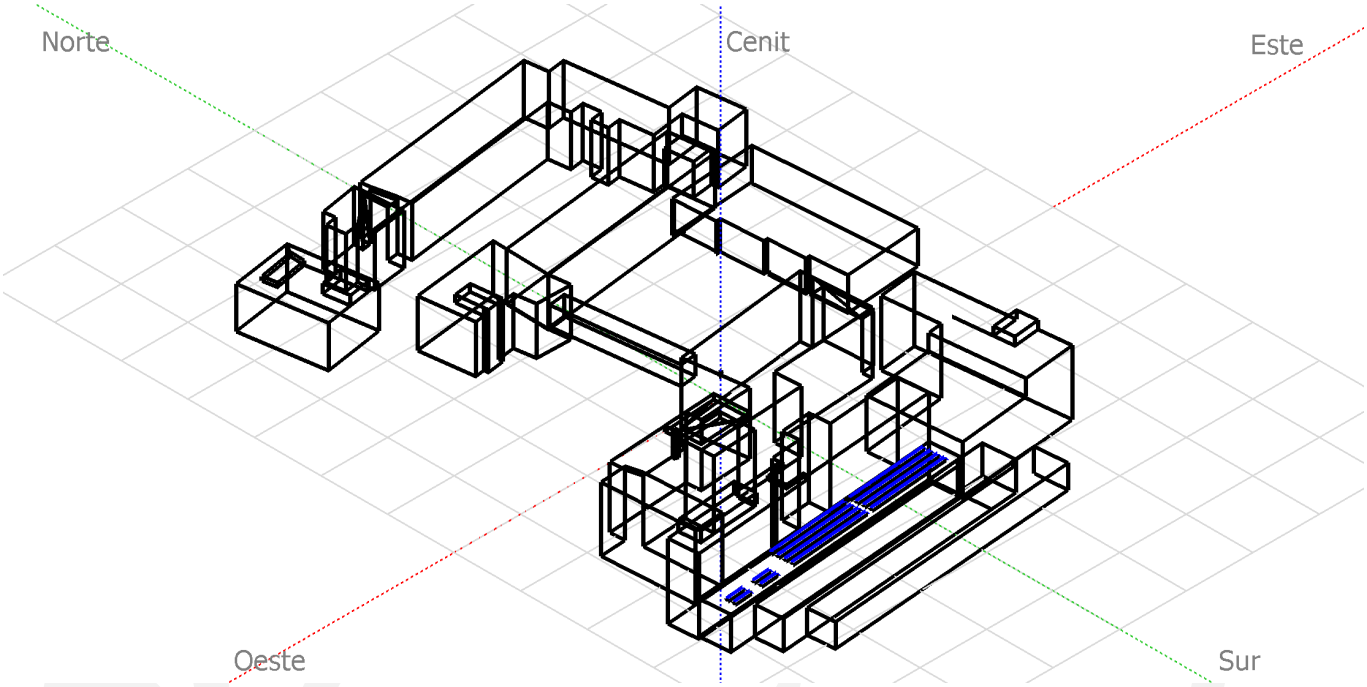
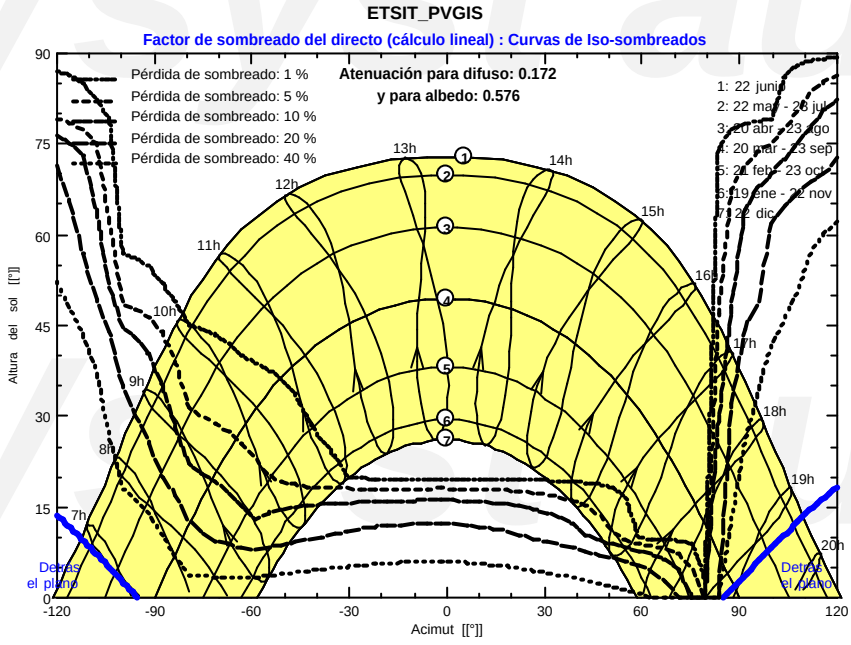


Diagrama de Iso-sombreados



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

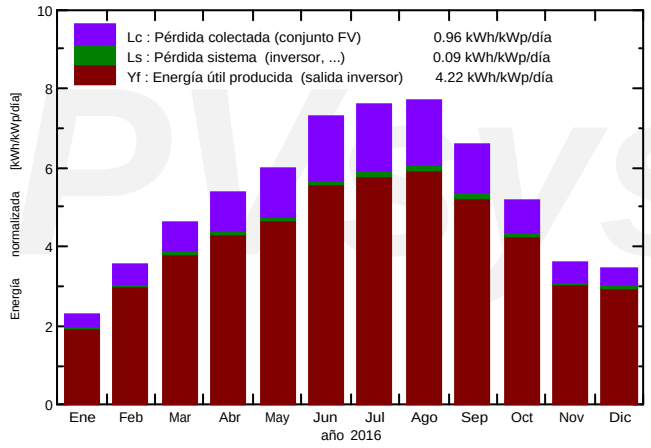
Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

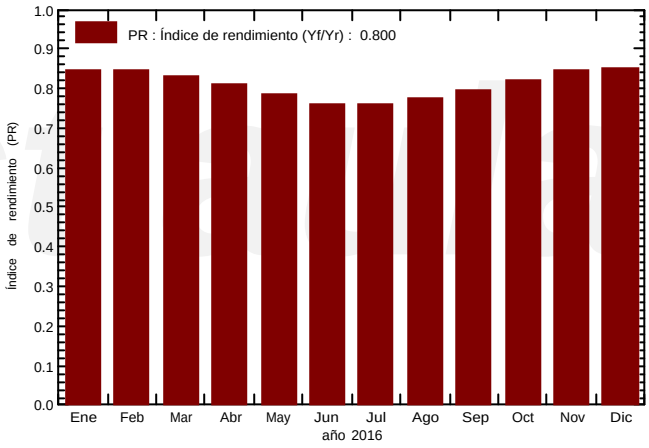
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**79.13 MWh/año**	Produc. específica	1546 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	79.98 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 51.2 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte A3

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Ene. 16	45.8	22.57	6.88	71.8	62.9	3.174	3.101	0.844
Feb. 16	75.2	36.41	6.36	102.9	90.4	4.557	4.459	0.846
Mar. 16	117.3	54.59	7.47	143.2	124.6	6.221	6.089	0.830
Abr. 16	150.1	69.03	10.22	160.8	138.4	6.805	6.656	0.808
May. 16	187.7	81.31	14.25	184.8	156.9	7.583	7.417	0.784
Jun. 16	229.7	70.57	22.55	219.0	188.1	8.738	8.540	0.762
Jul. 16	241.2	57.46	27.22	236.3	206.7	9.395	9.181	0.759
Ago. 16	222.5	50.54	26.51	238.2	212.0	9.659	9.444	0.774
Sep. 16	161.5	45.73	22.30	198.0	177.4	8.229	8.053	0.794
Oct. 16	114.2	40.47	15.82	160.9	143.6	6.911	6.768	0.822
Nov. 16	69.2	30.65	8.54	108.4	95.8	4.801	4.704	0.847
Dic. 16	61.4	25.30	6.09	108.0	95.0	4.815	4.718	0.853
Año	1675.9	584.63	14.55	1932.5	1691.6	80.889	79.131	0.800

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

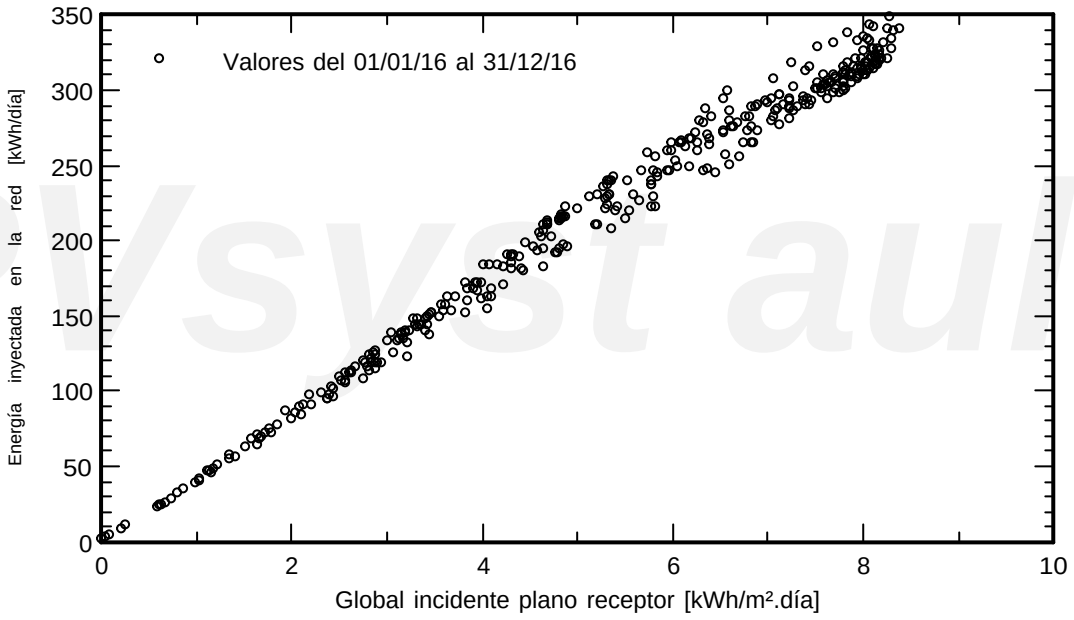
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

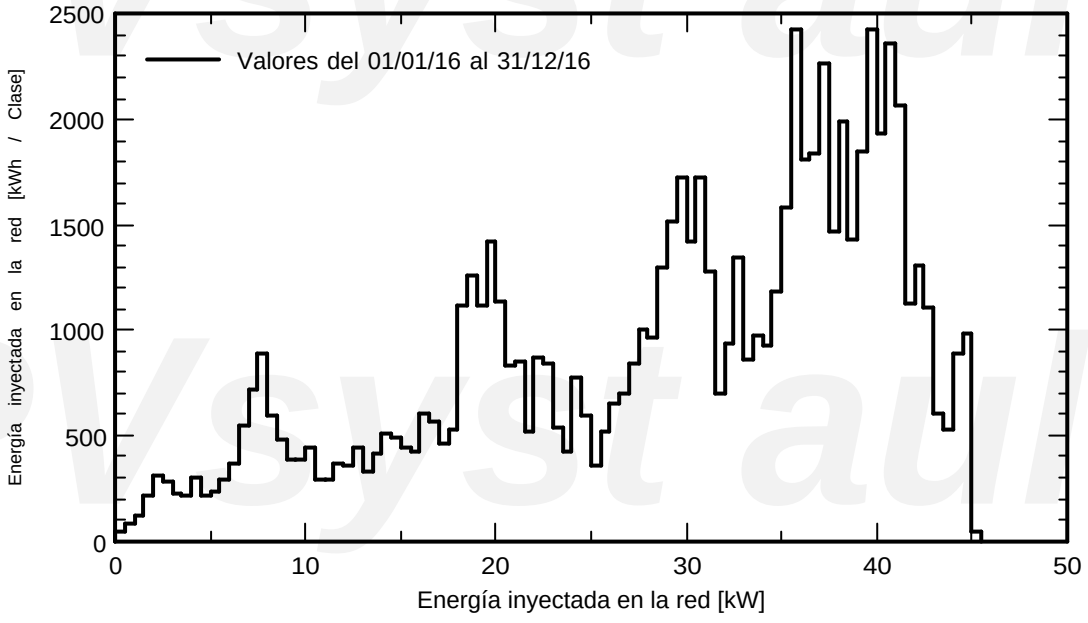
Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

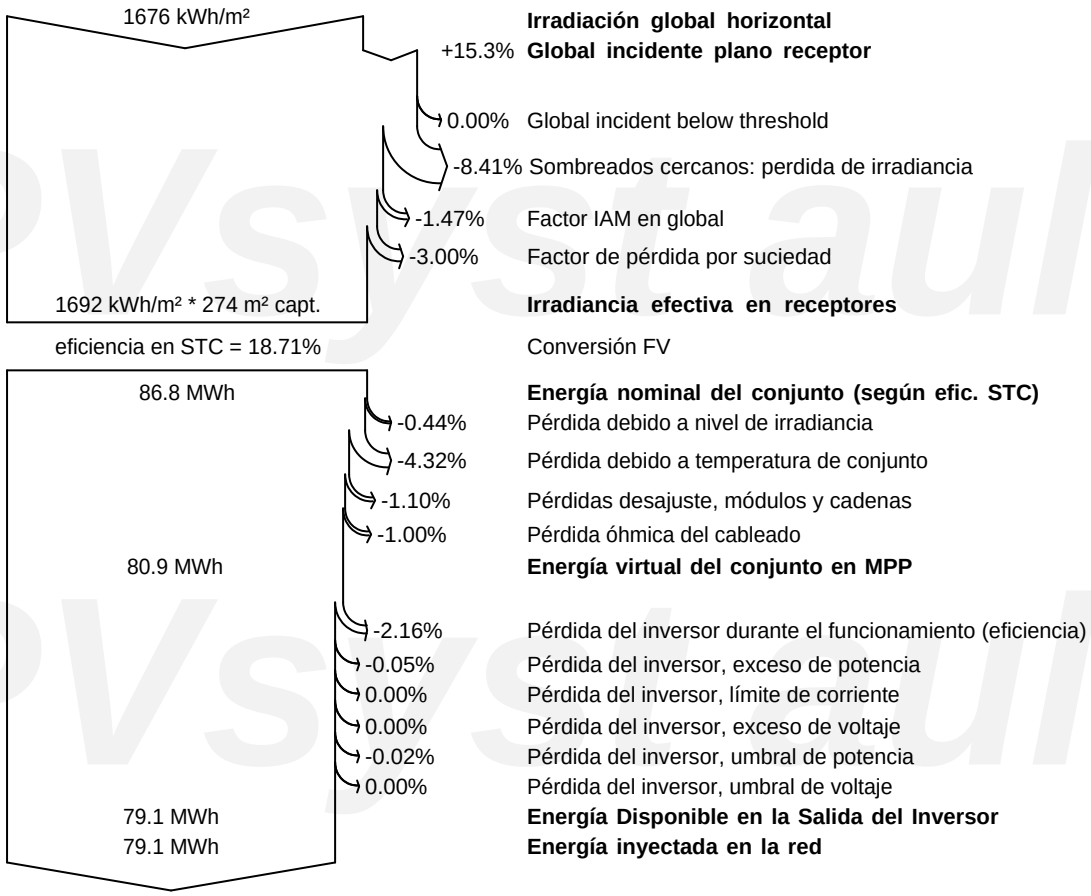
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A3**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	160	Pnom total	**51.2 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Sitio geográfico	**CIU-UPM**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.73° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	659 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**CiU-UPM**	PVGIS SARAH hourly time series - 2016		

Variante de simulación : **Parte A9**

Fecha de simulación 11/07/19 19h06

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	3 Conjunto en cobertizos simple		
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Banda inactiva	Arriba	0.02 m	Abajo	0.02 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.4°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	DHI importado
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (2 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	18	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	En cond. de funciona.	5.23 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	18	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	En cond. de funciona.	5.23 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A
Total Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**12 kWp**	Total	36 módulos
	Superficie módulos	**61.7 m²**	Superficie célula	55.8 m²

Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Sub-conjunto "Sub-array #1"	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #2"	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.15
Total	Núm. de inversores	2	Potencia total	10 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	946 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	946 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

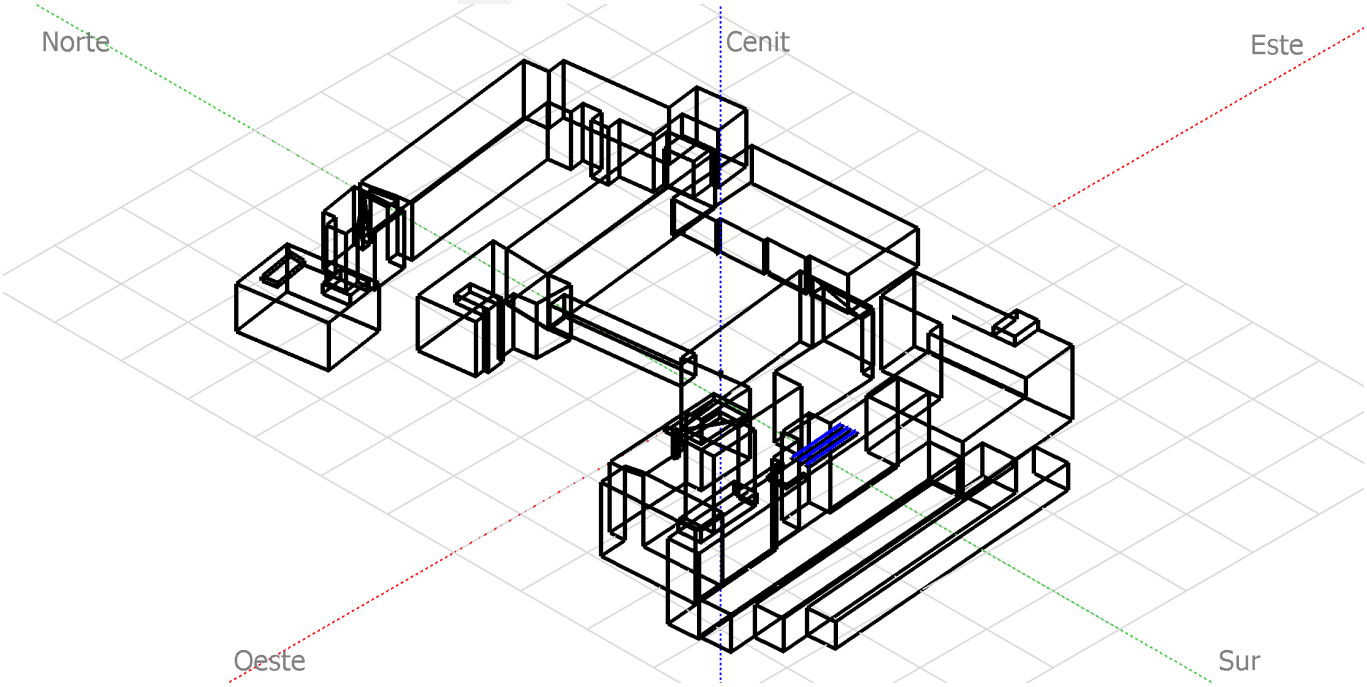
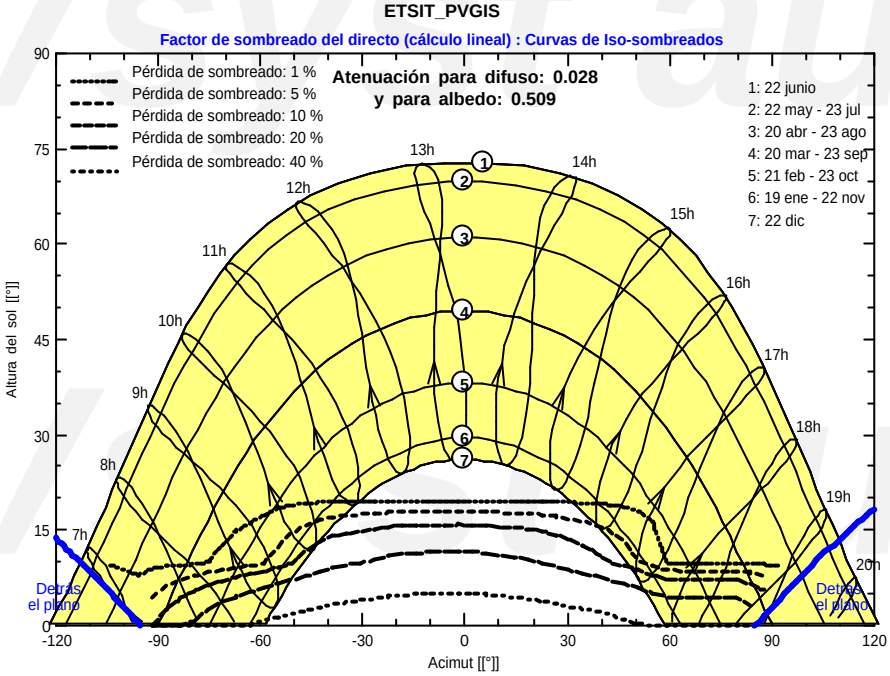


Diagrama de Iso-sombreados



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

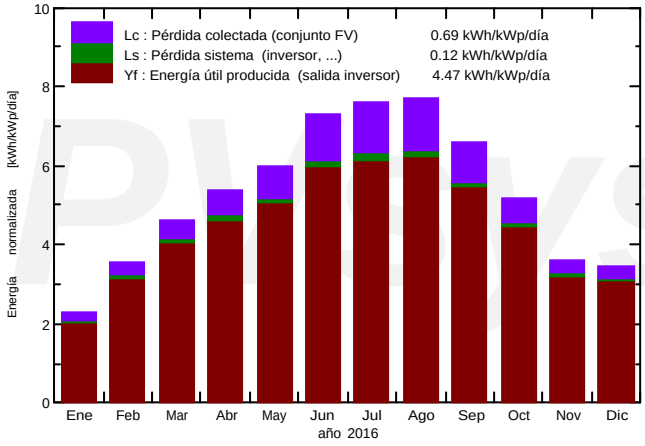
Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°	
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp	
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac	
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**	
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)				

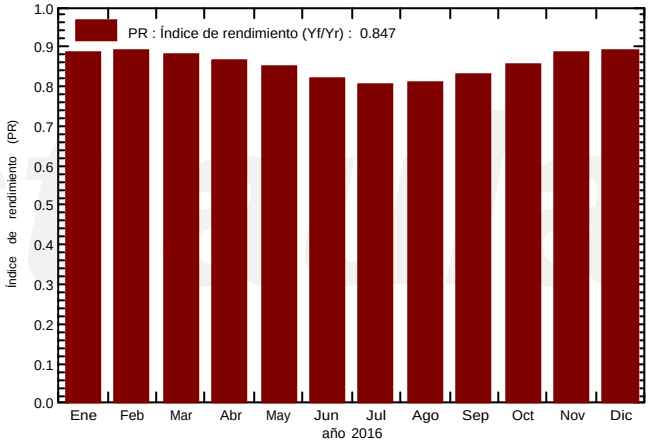
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**18.85 MWh/año**	Produc. específica	1636 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.68 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 11.52 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte A9

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Ene. 16	45.8	22.57	6.88	71.8	66.5	0.755	0.731	0.885
Feb. 16	75.2	36.41	6.36	102.9	95.9	1.087	1.058	0.893
Mar. 16	117.3	54.59	7.47	143.2	133.1	1.492	1.453	0.881
Abr. 16	150.1	69.03	10.22	160.8	149.2	1.646	1.602	0.865
May. 16	187.7	81.31	14.25	184.8	171.0	1.856	1.809	0.850
Jun. 16	229.7	70.57	22.55	219.0	203.6	2.126	2.070	0.821
Jul. 16	241.2	57.46	27.22	236.3	220.7	2.256	2.200	0.808
Ago. 16	222.5	50.54	26.51	238.2	223.1	2.285	2.230	0.813
Sep. 16	161.5	45.73	22.30	198.0	185.8	1.937	1.891	0.829
Oct. 16	114.2	40.47	15.82	160.9	150.7	1.629	1.591	0.858
Nov. 16	69.2	30.65	8.54	108.4	100.9	1.138	1.109	0.888
Dic. 16	61.4	25.30	6.09	108.0	99.6	1.136	1.106	0.889
Año	1675.9	584.63	14.55	1932.5	1800.1	19.341	18.851	0.847

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

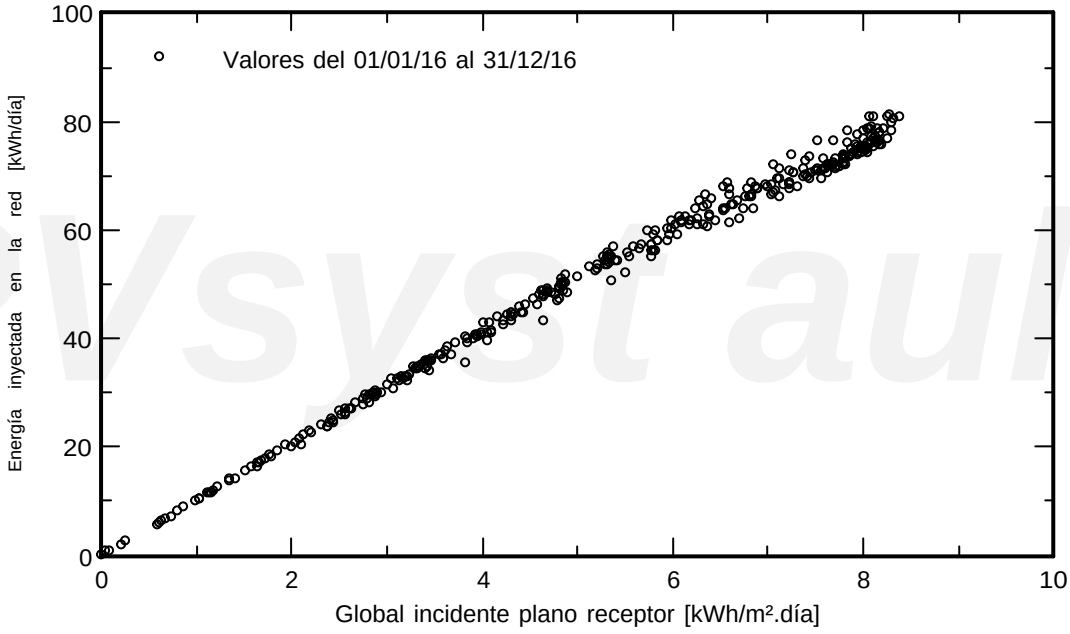
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

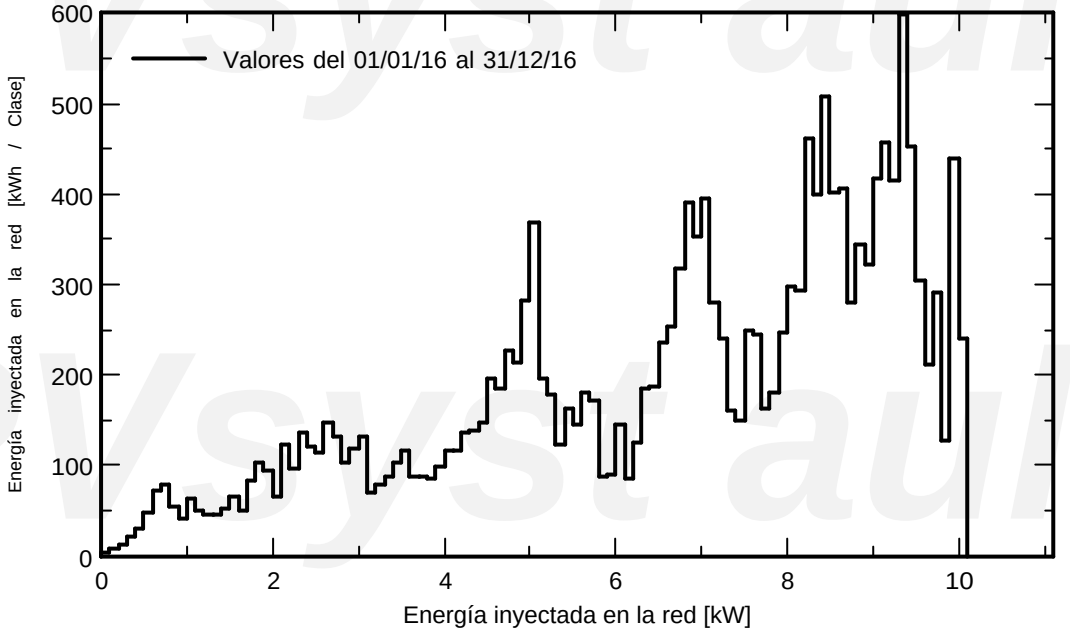
Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

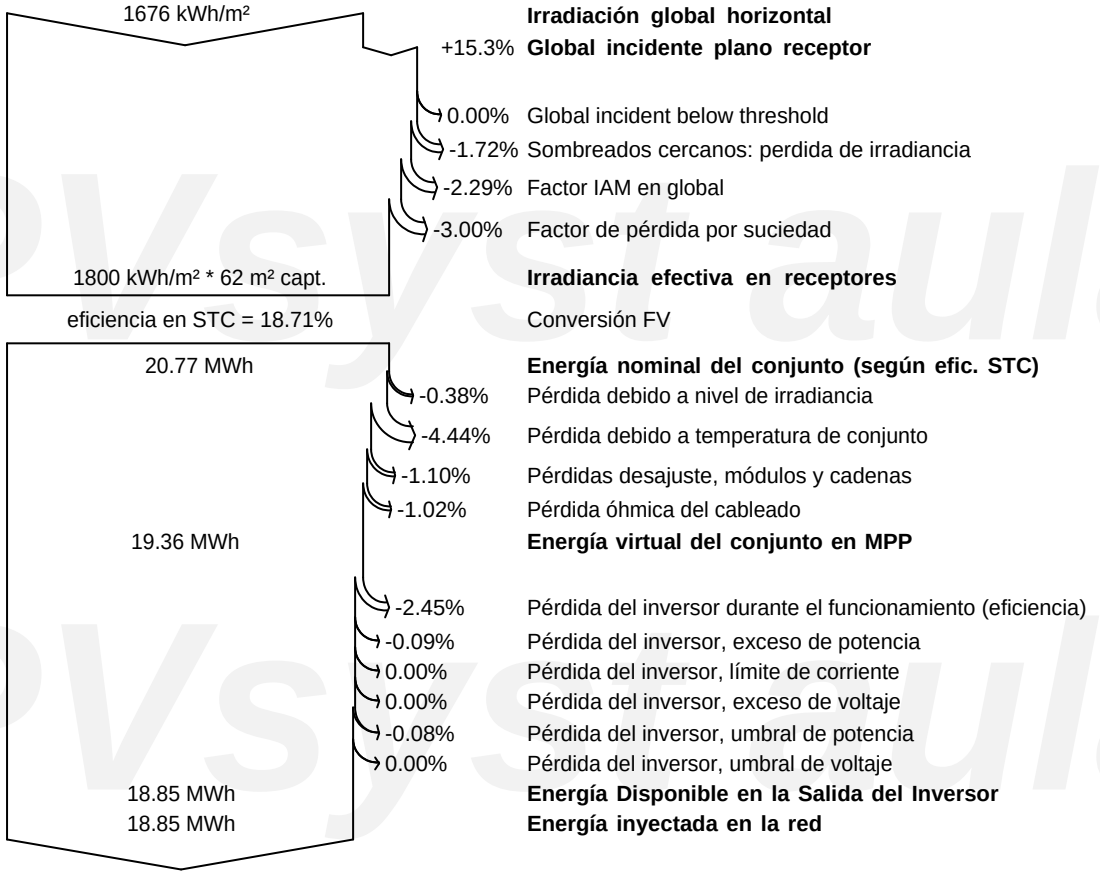
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A9**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Sistema en cobertizos, fila simple**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	36	Pnom total	**11.52 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Sitio geográfico	**CIU-UPM**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.73° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	659 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**CiU-UPM**	PVGIS SARAH hourly time series - 2016		

Variante de simulación : **Parte A13**

Fecha de simulación 11/07/19 19h07

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	20	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	Factor de ocupación del suelo (GCR)		41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	DHI importado
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (7 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	

Sub-conjunto "Sub-array #1"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #2"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #3"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #4"

Número de módulos FV	En serie	18 módulos	En paralelo	2 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	36	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**11.52 kWp**	En cond. de funciona.	10.47 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	19 A

Sub-conjunto "Sub-array #5"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-array #6"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-conjunto "Sub-array #7"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**61 kWp**	Total	192 módulos
		Superficie módulos	**329 m²**	Superficie célula	298 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #4" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 50 %	Potencia total	10.0 kWac
				Relación Pnom	1.15
Sub-conjunto "Sub-array #5" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-array #6" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-array #7" : Inversor		Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	SMA		
Características		Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.02
Total		Núm. de inversores	5	Potencia total	55 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	473 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#6	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#7	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

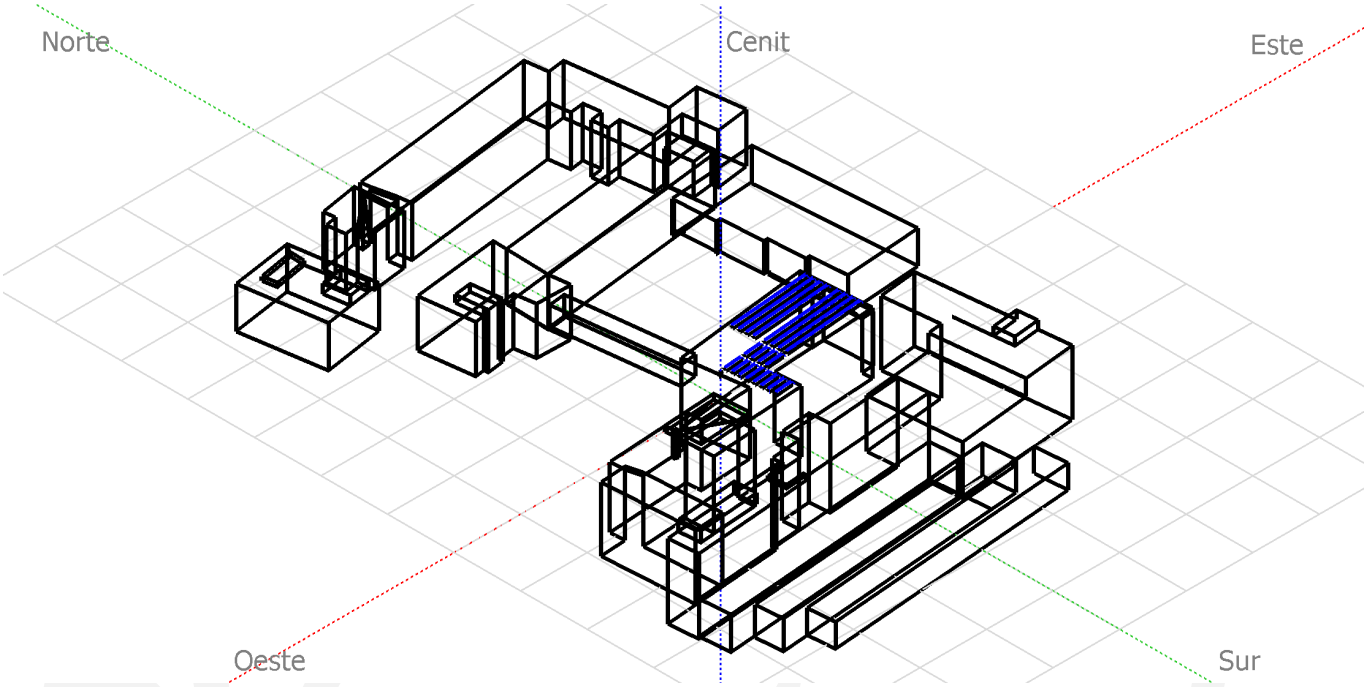
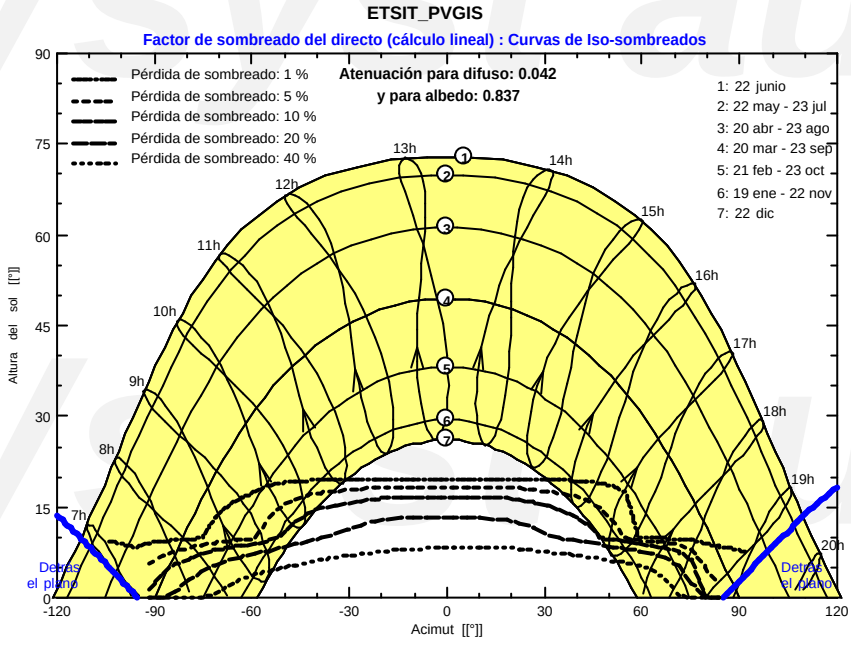


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

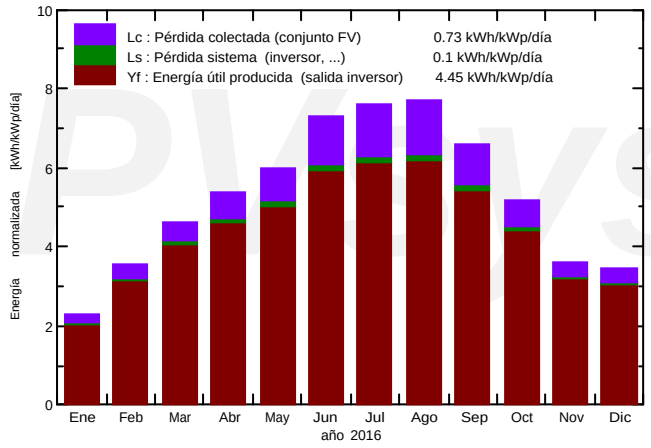
Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

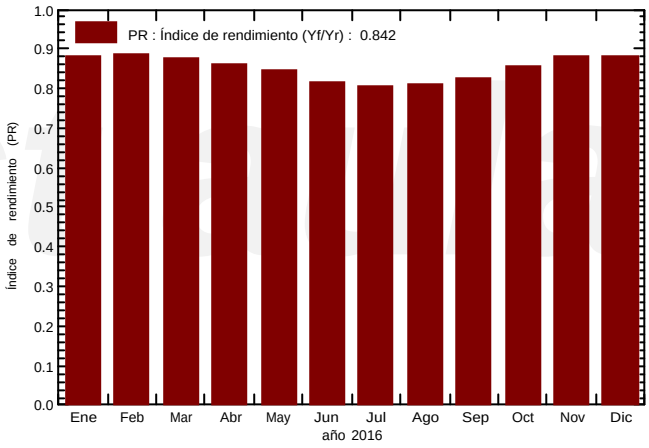
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**100.0 MWh/año**	Produc. específica	1628 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.23 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): **Potencia nominal 61.4 kWp**



Índice de rendimiento (PR)



Parte A13

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Ene. 16	45.8	22.57	6.88	71.8	65.8	3.98	3.89	0.881
Feb. 16	75.2	36.41	6.36	102.9	95.0	5.75	5.62	0.888
Mar. 16	117.3	54.59	7.47	143.2	131.9	7.89	7.72	0.877
Abr. 16	150.1	69.03	10.22	160.8	147.7	8.71	8.51	0.861
May. 16	187.7	81.31	14.25	184.8	169.3	9.81	9.59	0.845
Jun. 16	229.7	70.57	22.55	219.0	201.8	11.25	10.99	0.816
Jul. 16	241.2	57.46	27.22	236.3	219.0	11.94	11.67	0.804
Ago. 16	222.5	50.54	26.51	238.2	221.5	12.11	11.83	0.808
Sep. 16	161.5	45.73	22.30	198.0	184.5	10.26	10.04	0.825
Oct. 16	114.2	40.47	15.82	160.9	149.6	8.63	8.44	0.854
Nov. 16	69.2	30.65	8.54	108.4	99.8	6.00	5.87	0.882
Dic. 16	61.4	25.30	6.09	108.0	98.0	5.96	5.84	0.879
Año	1675.9	584.63	14.55	1932.5	1783.8	102.29	100.00	0.842

Leyendas:
- GlobHor: Irradiación global horizontal
- DiffHor: Irradiación difusa horizontal
- T_Amb: Temperatura Ambiente
- GlobInc: Global incidente plano receptor
- GlobEff: Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray: Energía efectiva en la salida del conjunto
- E_Grid: Energía inyectada en la red
- PR: Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

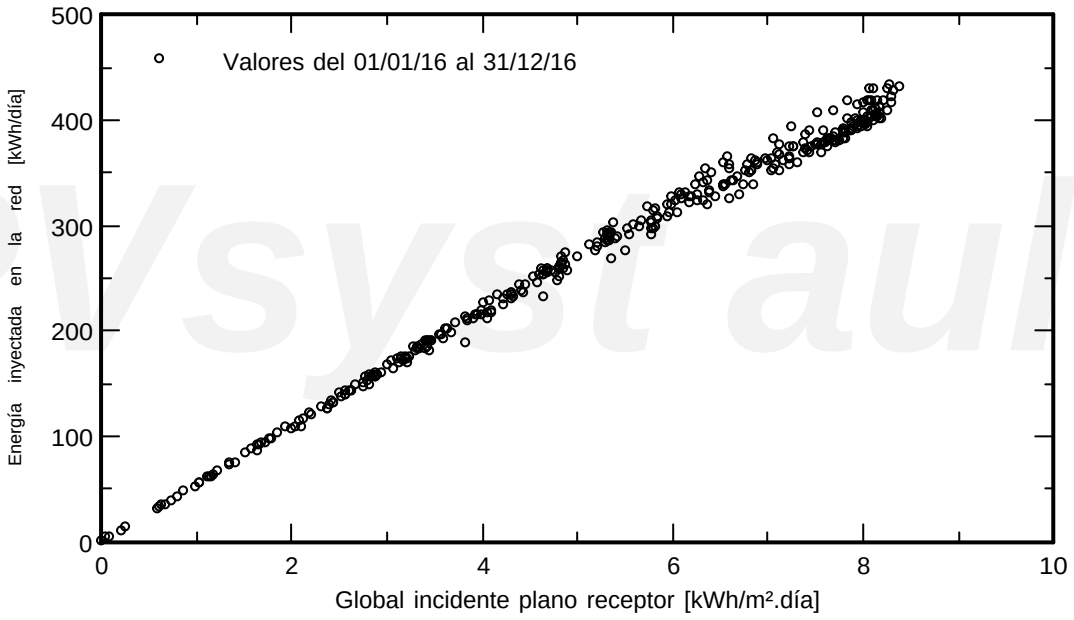
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

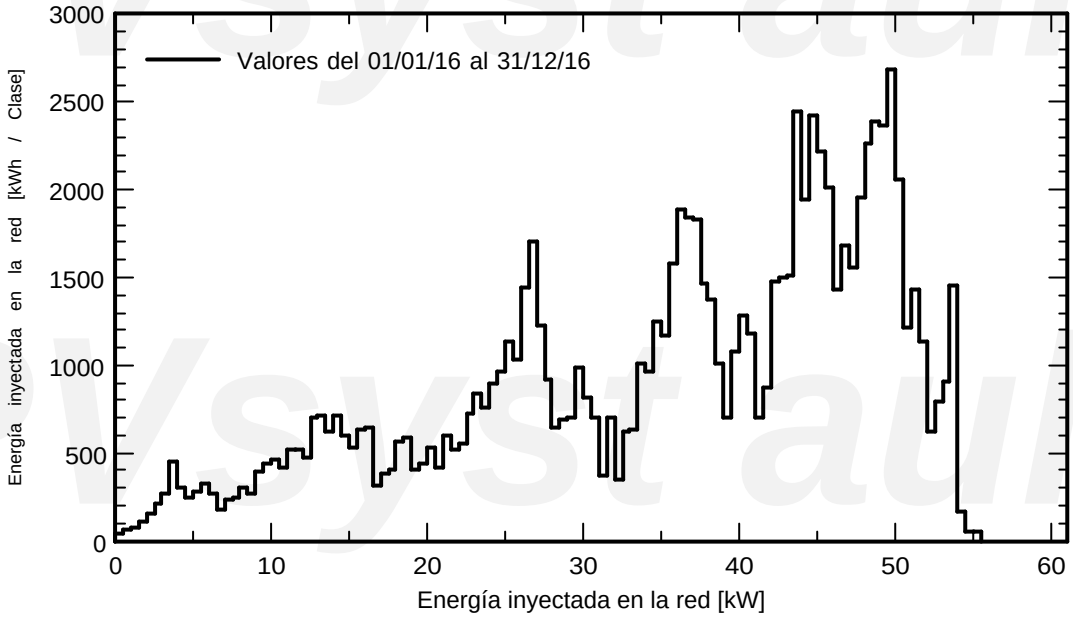
Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

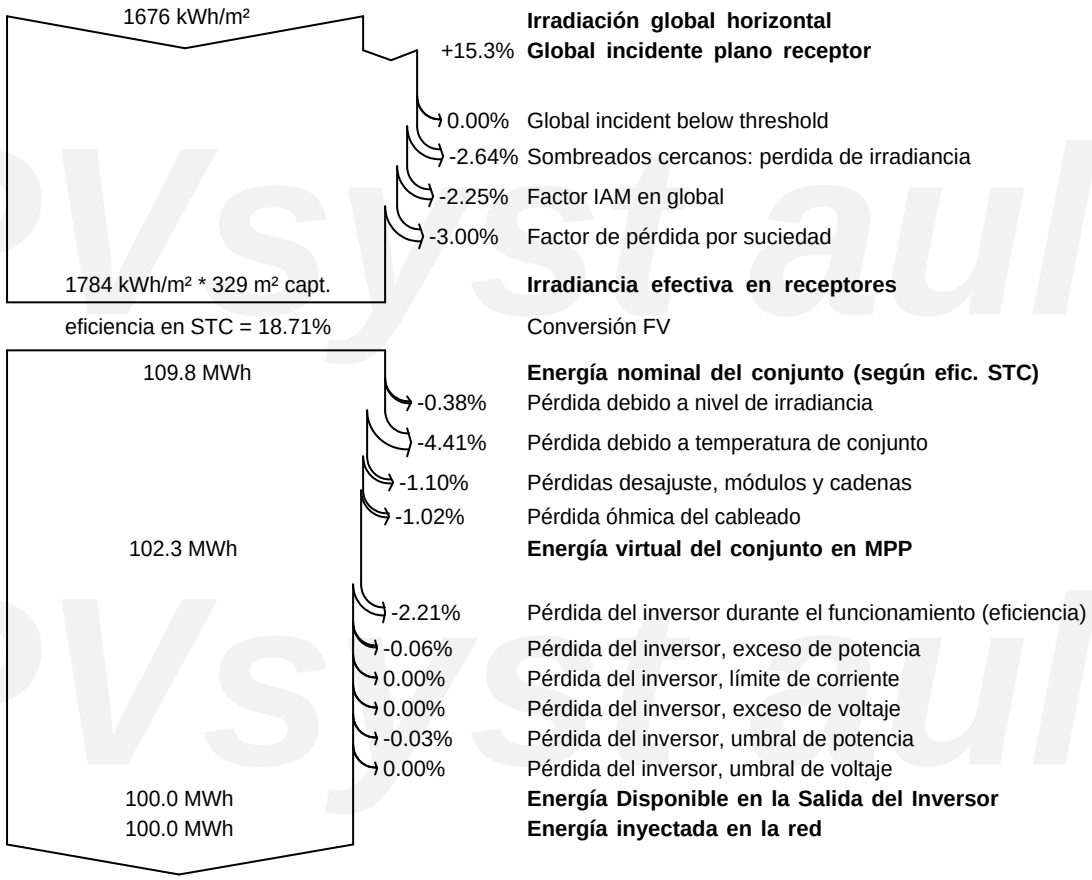
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte A13**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	192	Pnom total	**61.4 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Sitio geográfico	**CIU-UPM**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.73° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	659 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**CiU-UPM**	PVGIS SARAH hourly time series - 2016		

Variante de simulación : **Parte D**

	Fecha de simulación	11/07/19 19h08		
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	-5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	7 Conjuntos en cobertizo idénticos		
	Separación entre cobertizos	4.00 m	Ancho receptor	1.71 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.8°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	42.6 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	DHI importado
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (3 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	
Sub-conjunto "Sub-array #1"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	3 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	48	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**15.36 kWp**	En cond. de funciona.	13.96 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	29 A
Sub-conjunto "Sub-array #2"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Sub-conjunto "Sub-array #3"				
Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Total Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**26 kWp**	Total	80 módulos
	Superficie módulos	**137 m²**	Superficie célula	124 m²

Sub-conjunto "Sub-array #1" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	150-800 V	Pnom unitaria	15.0 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.80	Potencia total	15.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-array #2" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-array #3" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02
Total	Núm. de inversores	3	Potencia total	25 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	280 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

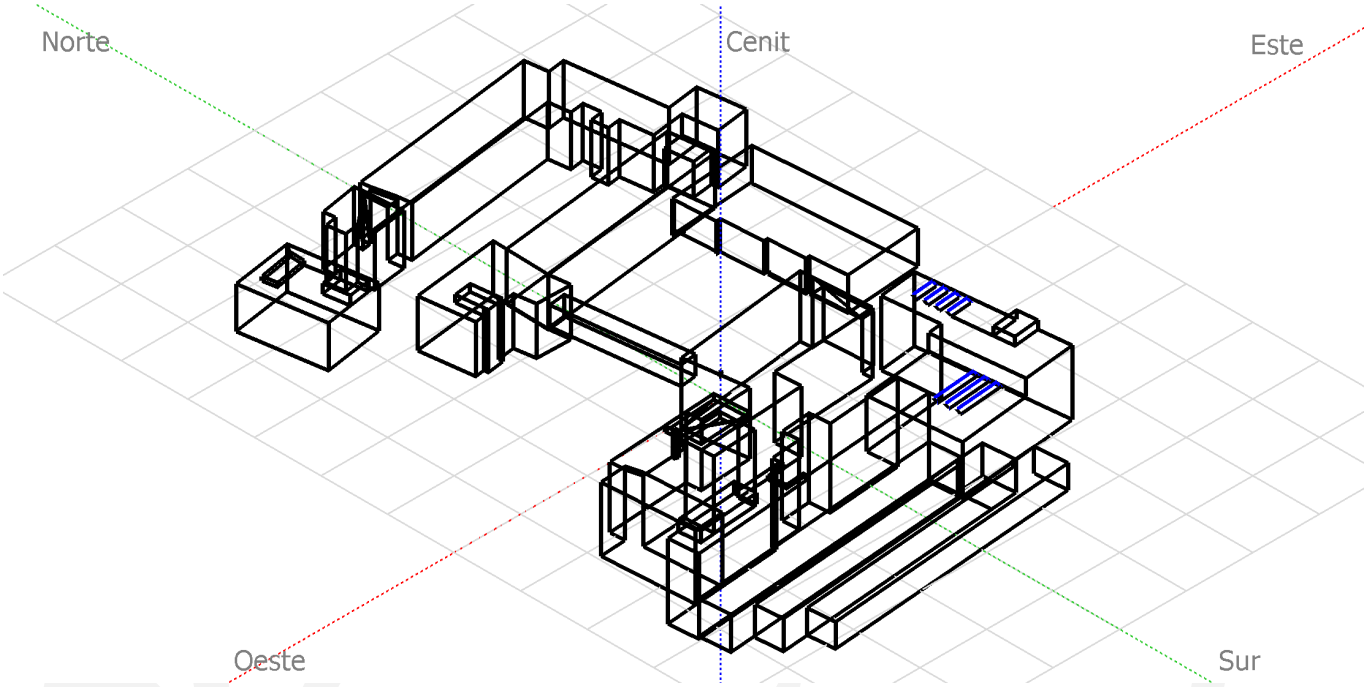
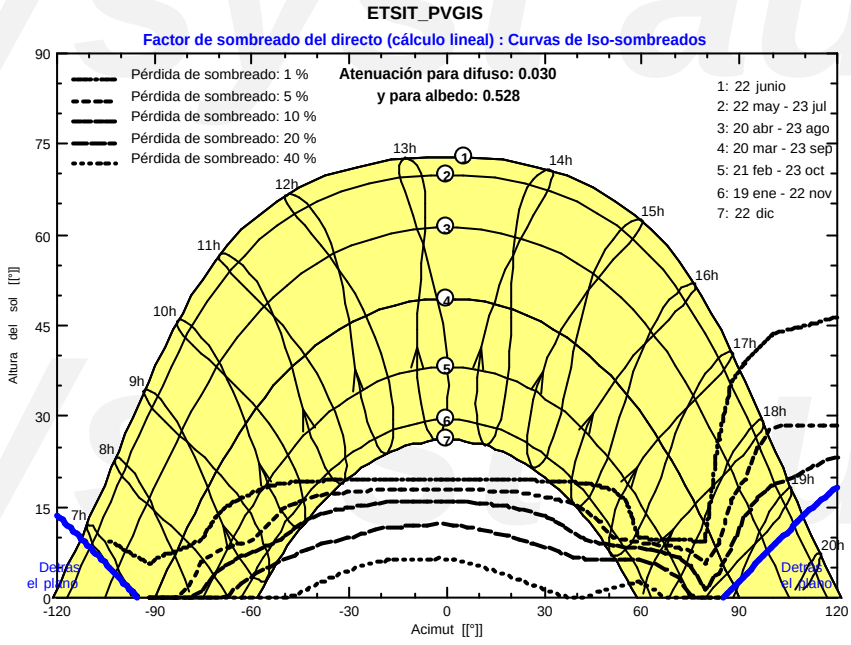


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

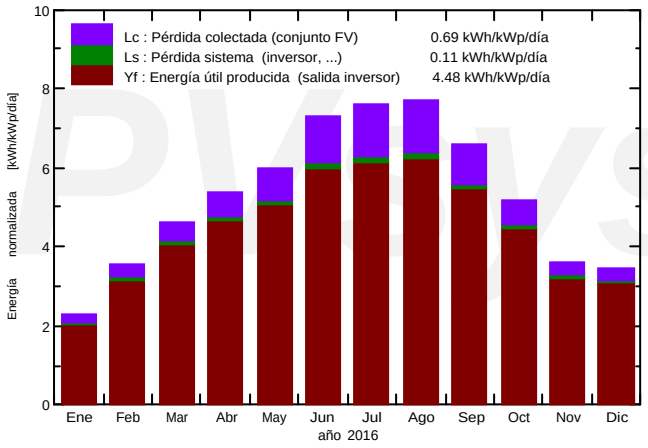
Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

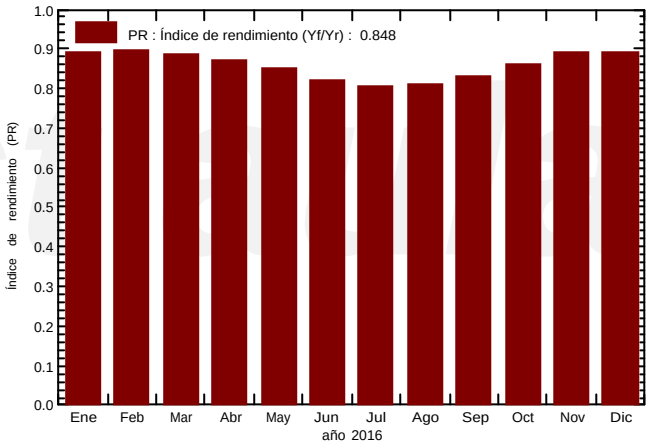
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**41.96 MWh/año**	Produc. específica	1639 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.82 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 25.60 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Parte D

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Ene. 16	45.8	22.57	6.88	71.8	66.5	1.681	1.637	0.891
Feb. 16	75.2	36.41	6.36	102.9	95.8	2.415	2.358	0.895
Mar. 16	117.3	54.59	7.47	143.2	133.0	3.321	3.245	0.885
Abr. 16	150.1	69.03	10.22	160.8	149.0	3.669	3.582	0.870
May. 16	187.7	81.31	14.25	184.8	170.7	4.125	4.029	0.851
Jun. 16	229.7	70.57	22.55	219.0	203.2	4.715	4.600	0.821
Jul. 16	241.2	57.46	27.22	236.3	220.3	5.002	4.883	0.807
Ago. 16	222.5	50.54	26.51	238.2	222.8	5.070	4.952	0.812
Sep. 16	161.5	45.73	22.30	198.0	185.7	4.301	4.203	0.829
Oct. 16	114.2	40.47	15.82	160.9	150.7	3.620	3.540	0.860
Nov. 16	69.2	30.65	8.54	108.4	100.8	2.525	2.469	0.889
Dic. 16	61.4	25.30	6.09	108.0	99.5	2.522	2.466	0.892
Año	1675.9	584.63	14.55	1932.5	1797.9	42.965	41.964	0.848

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
	T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

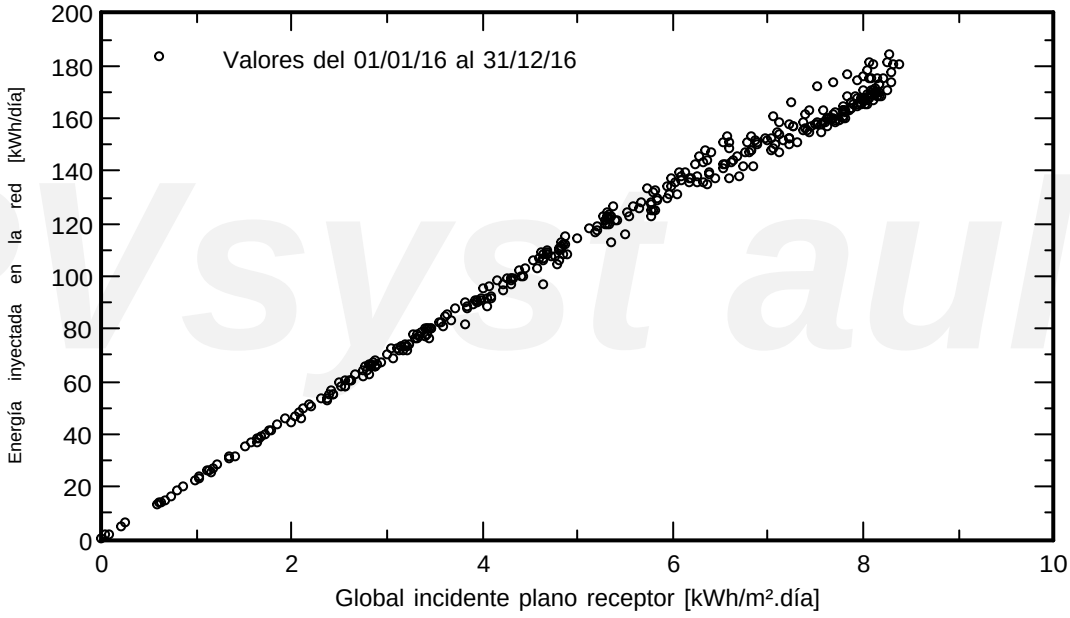
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

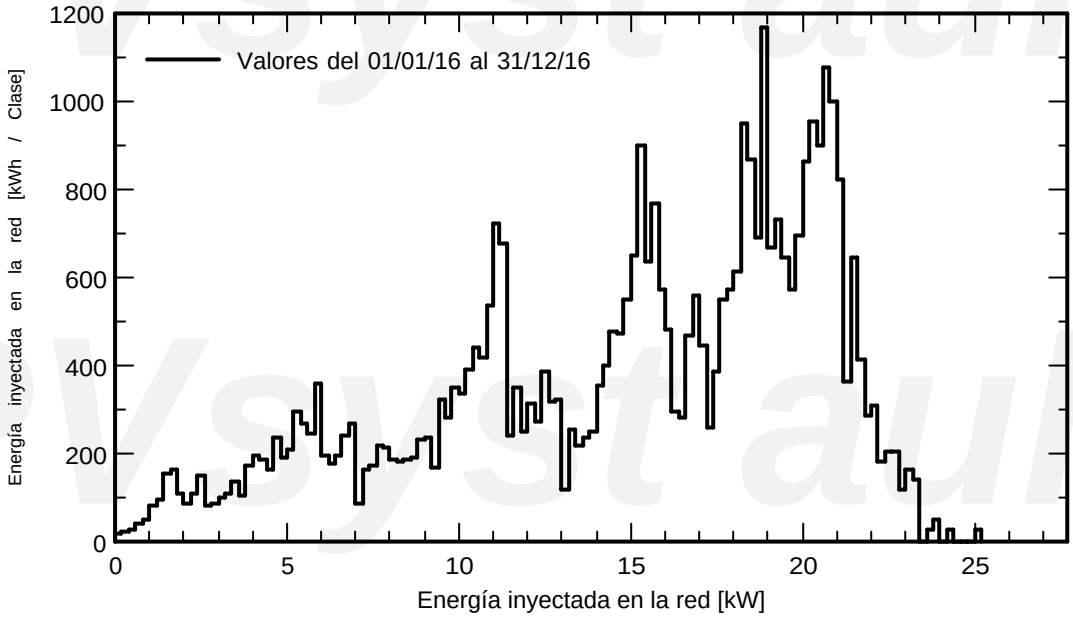
Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

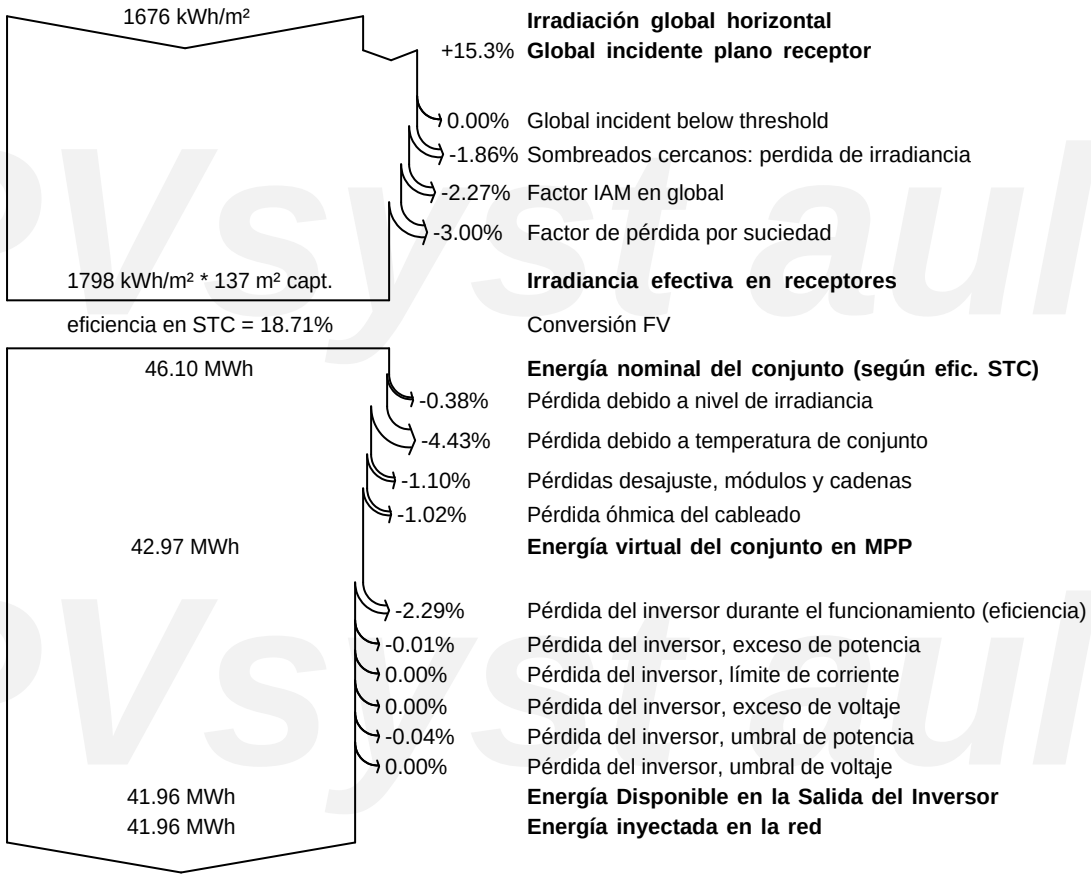
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSIT_PVGIS**

Variante de simulación : **Parte D**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	-5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	80	Pnom total	**25.60 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	**25.00 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **ETSAM**

Sitio geográfico	**Madrid University**		País	**España**
Ubicación	Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	681 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Variante de simulación : **ETSAM-Completo**

	Fecha de simulación	11/07/19 19h10		
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Orientación plano captador	Inclinación	30°	Acimut	5°
Configuración de los cobertizos	Núm. de cobertizos	30	Conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación entre cobertizos	2.50 m	Ancho receptor	1.04 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	18.0°	Factor de ocupación del suelo (GCR)	41.4 %
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)			

Características de los conjuntos FV (8 Tipo de conjunto definido)

Módulo FV	Si-mono	Modelo	**LG 320 N1K-A5**	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	LG Electronics	

Sub-conjunto "5kW-A1.1"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-conjunto "5kW-A1.2"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-conjunto "20kW-A2yA3"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	4 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	64	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**20.48 kWp**	En cond. de funciona.	18.61 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	38 A

Sub-conjunto "15kW-A4"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	3 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	48	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**15.36 kWp**	En cond. de funciona.	13.96 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	29 A

Sub-conjunto "5kW-A5.1"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "5kW-A5.2"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-conjunto "5kW-A6"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	16	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	En cond. de funciona.	4653 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-conjunto "20kW-A7yA8"

Número de módulos FV	En serie	16 módulos	En paralelo	4 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	64	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	**20.48 kWp**	En cond. de funciona.	18.61 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	38 A

Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	**82 kWp**	Total	256 módulos
		Superficie módulos	**439 m²**	Superficie célula	397 m²

Sub-conjunto "5kW-A1.1" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sub-conjunto "5kW-A1.2" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sub-conjunto "20kW-A2yA3" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 unidades	Potencia total	20 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sub-conjunto "15kW-A4" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	150-800 V	Pnom unitaria	15.0 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.80	Potencia total	15.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sub-conjunto "5kW-A5.1" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sub-conjunto "5kW-A5.2" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

Sub-conjunto "5kW-A6" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	245-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	1 * MPPT 0.52	Potencia total	5.0 kWac
			Relación Pnom	1.02

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "20kW-A7yA8" : Inversor	Modelo	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Base de datos PVsyst original	Fabricante	SMA		
Características	Voltaje de funcionam.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Paquete de inversores	Núm. de inversores	2 * MPPT 50 %	Potencia total	20 kWac
			Relación Pnom	1.02
Total	Núm. de inversores	8	Potencia total	80 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	210 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	280 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#5	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#6	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#7	841 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#8	210 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	0.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Fresnel, antireflectanate, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **ETSAM**

Variante de simulación : **ETSAM-Completo**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	8.0	Pnom total	**80.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

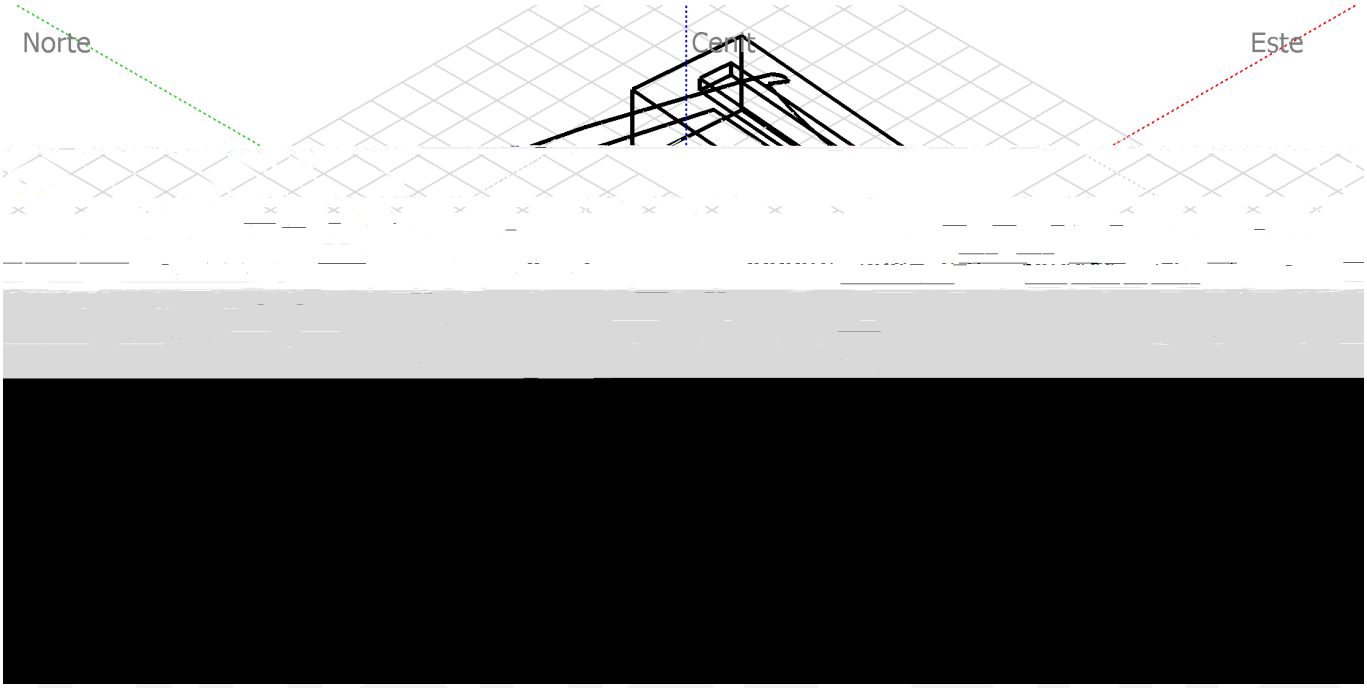
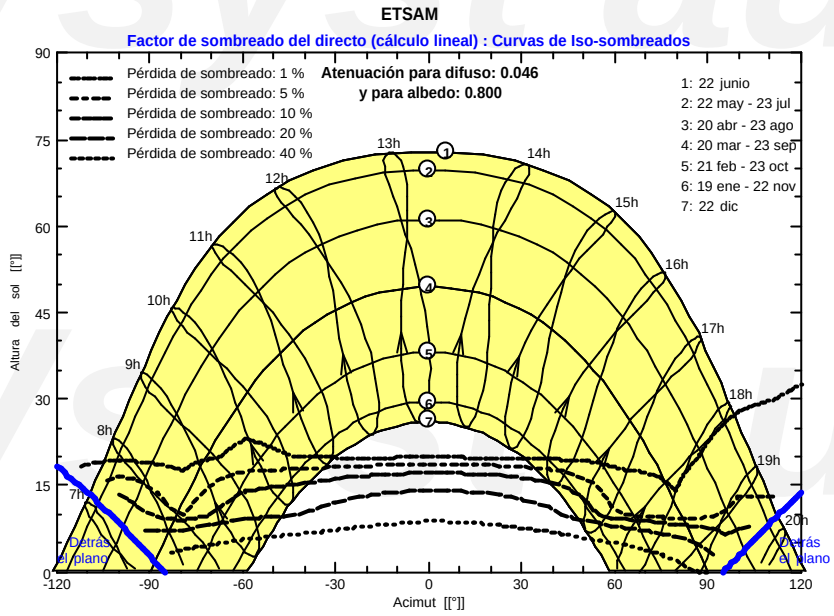


Diagrama de Iso-sombreados



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **ETSAM**

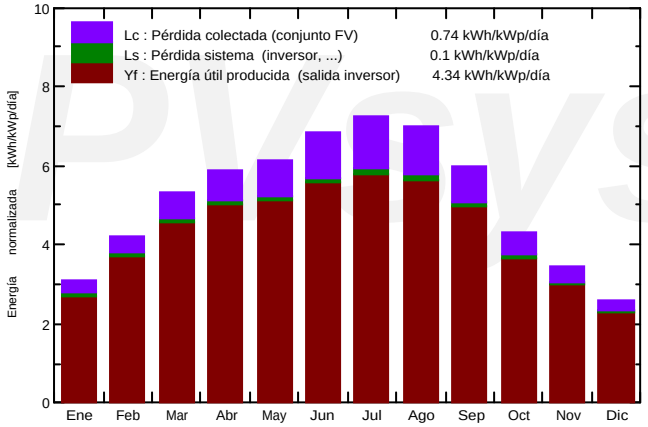
Variante de simulación : **ETSAM-Completo**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	8.0	Pnom total	**80.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

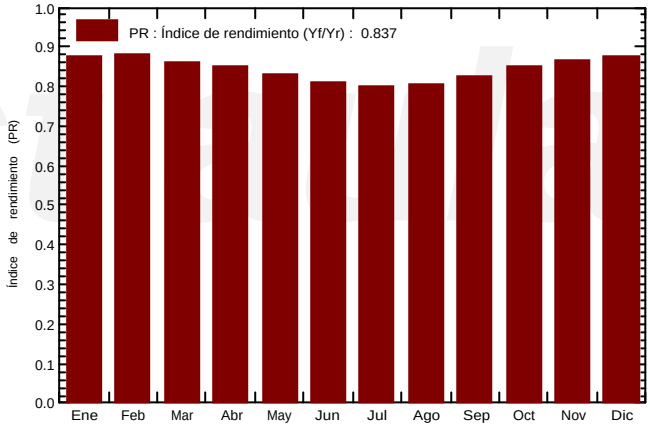
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	**Energía producida**	**129.7 MWh/año**	Produc. específica	1584 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	83.70 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 81.9 kWp



Índice de rendimiento (PR)



ETSAM-Completo

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	60.5	27.12	5.90	96.5	87.5	7.09	6.92	0.876
Febrero	82.3	33.44	7.53	117.9	109.3	8.72	8.52	0.882
Marzo	133.1	49.51	10.94	164.8	152.4	11.90	11.64	0.862
Abril	163.2	67.11	12.92	176.4	162.2	12.60	12.31	0.852
Mayo	193.4	71.91	17.83	190.8	174.8	13.30	12.98	0.831
Junio	217.2	74.59	24.05	205.9	188.7	14.00	13.67	0.810
Julio	232.5	56.63	26.69	225.2	207.8	15.11	14.74	0.799
Agosto	204.3	63.22	26.11	216.6	199.9	14.65	14.31	0.806
Septiembre	149.8	50.96	21.15	180.0	166.7	12.47	12.18	0.826
Octubre	100.1	43.15	15.58	133.3	122.9	9.51	9.29	0.851
Noviembre	66.3	26.99	9.18	103.5	95.1	7.55	7.36	0.868
Diciembre	50.8	26.68	6.26	81.0	73.2	5.94	5.80	0.874
Año	1653.5	591.30	15.39	1891.9	1740.6	132.84	129.72	0.837

Leyendas:

GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

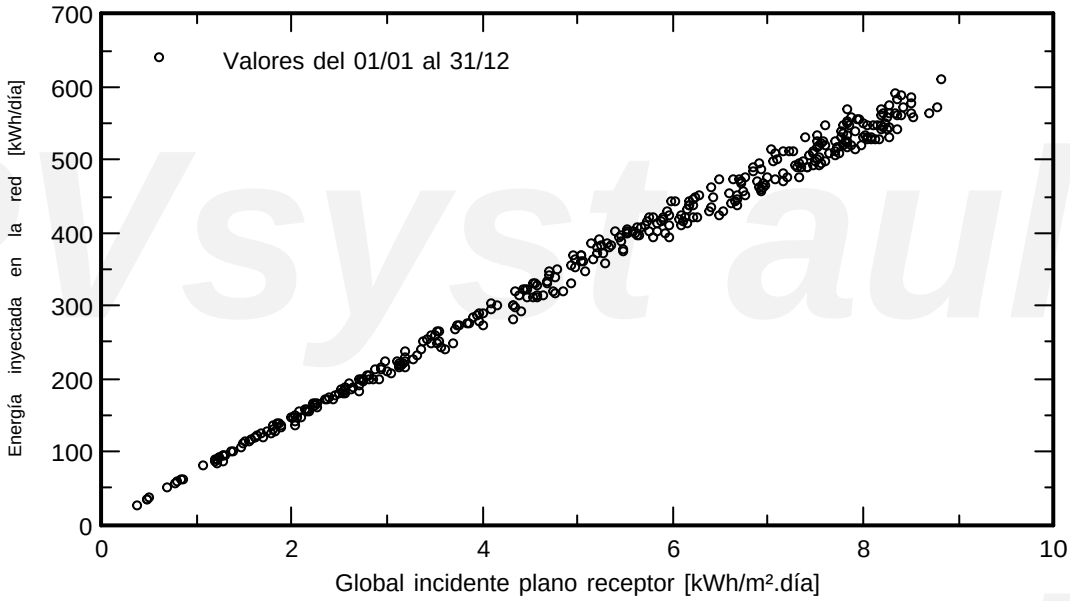
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : **ETSAM**

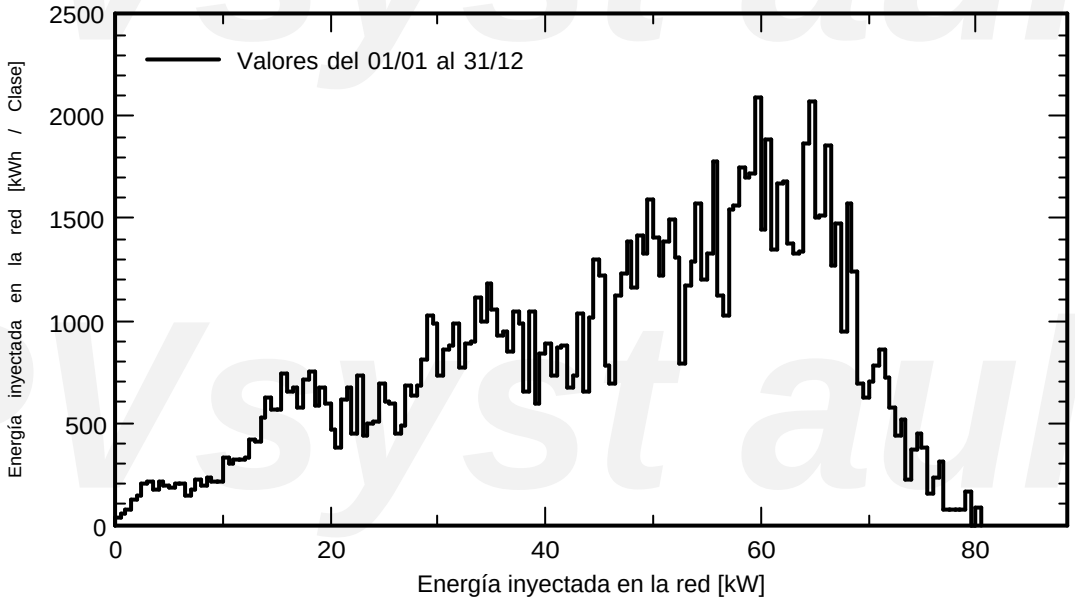
Variante de simulación : **ETSAM-Completo**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**		
Sombreados cercanos	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	5°
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	8.0	Pnom total	**80.0 kW ac**
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Diagrama entrada/salida diaria



System Output Power Distribution



Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

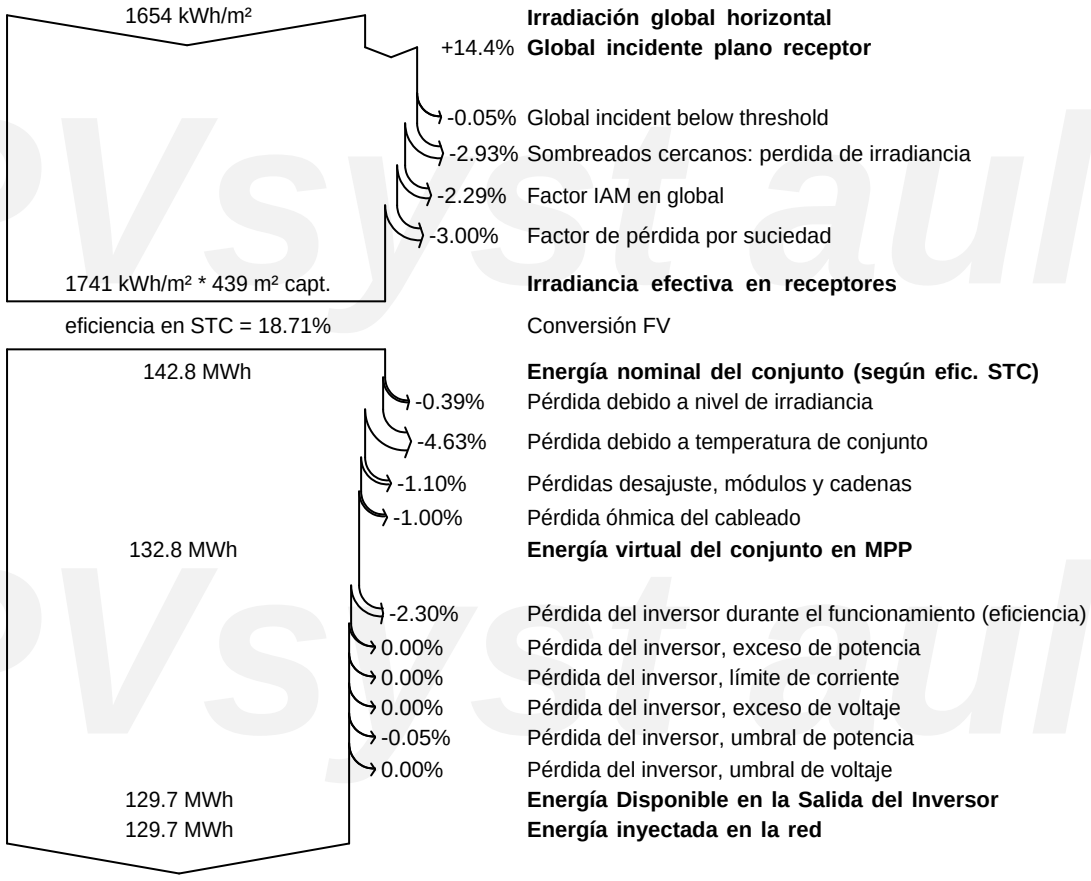
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **ETSAM**

Variante de simulación : **ETSAM-Completo**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	**Cobertizos sobre un edificio**			
Sombreados cercanos	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	5°	
Módulos FV	Modelo	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp	
Conjunto FV	Núm. de módulos	256	Pnom total	**81.9 kWp**	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac	
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac	
Paquete de inversores	Núm. de unidades	8.0	Pnom total	**80.0 kW ac**	
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)				

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVsyst aula

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSE**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSE_A**

	Simulation date	02/07/19 20h58

Simulation parameters	System type	**Building system**		
Collector Plane Orientation	Tilt	10°	Azimuth	-175°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database	Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "20kW-A1a"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A
Sub-array "20kW-A1b"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A
Sub-array "20kW-A2"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**69 kWp**	Total	216 modules
	Module area	**370 m²**	Cell area	335 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Sub-array "20kW-A1a"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "20kW-A1b"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "20kW-A2"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Total	Nb. of inverters	3	Total Power	60 kWac

PV Array loss factors

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

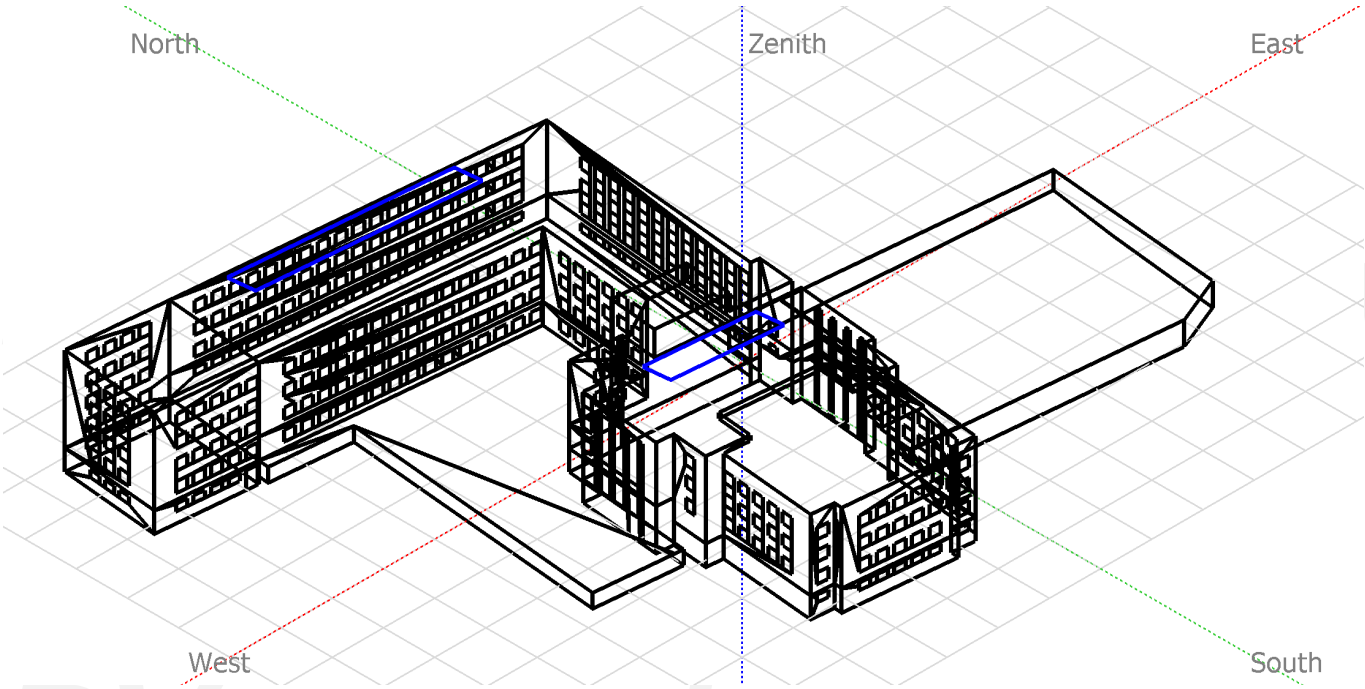
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSE**

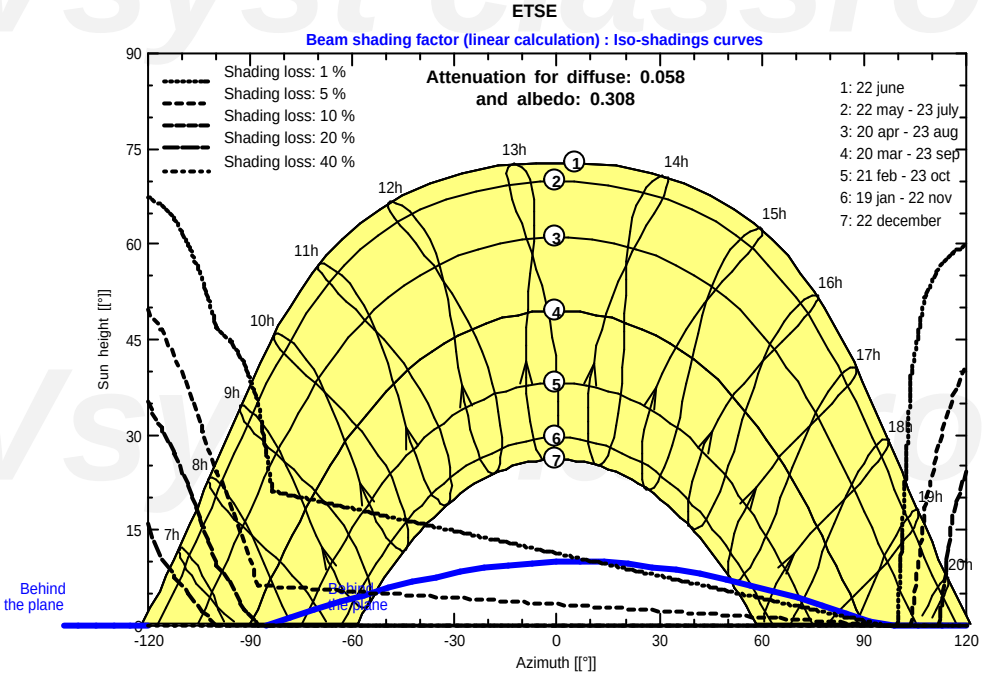
Simulation variant : **ETSE_A**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-175°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSE**

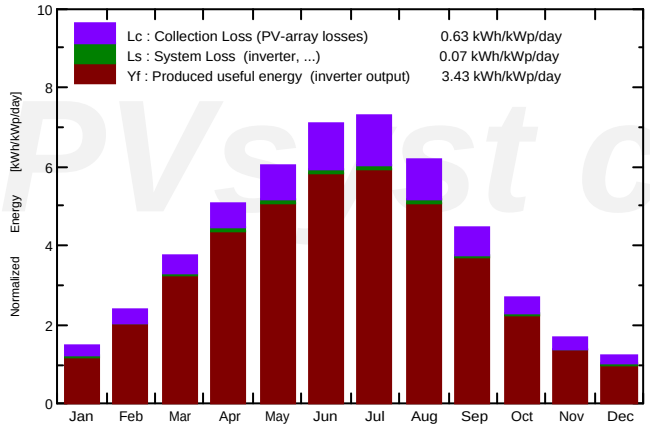
Simulation variant : **ETSE_A**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-175°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

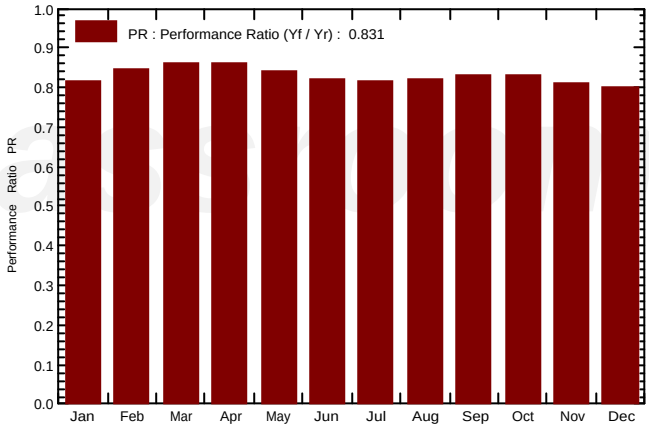
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**86.55 MWh/year**	Specific prod.	1252 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	83.09 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 69.1 kWp



Performance Ratio PR



ETSE_A

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	45.8	38.2	2.64	2.58	0.814
February	82.3	33.44	7.53	66.8	58.1	4.00	3.92	0.848
March	133.1	49.51	10.94	116.7	104.9	7.07	6.93	0.859
April	163.2	67.11	12.92	152.1	138.4	9.22	9.04	0.860
May	193.4	71.91	17.83	186.8	170.8	11.09	10.87	0.842
June	217.2	74.59	24.05	213.4	195.7	12.36	12.11	0.821
July	232.5	56.63	26.69	225.8	209.0	12.97	12.71	0.814
August	204.3	63.22	26.11	192.4	176.6	11.10	10.89	0.819
September	149.8	50.96	21.15	133.5	121.1	7.81	7.66	0.830
October	100.1	43.15	15.58	84.5	74.4	4.96	4.86	0.832
November	66.3	26.99	9.18	50.9	42.8	2.93	2.86	0.812
December	50.8	26.68	6.26	38.3	31.6	2.18	2.12	0.801
Year	1653.5	591.30	15.39	1507.0	1361.7	88.32	86.55	0.831

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

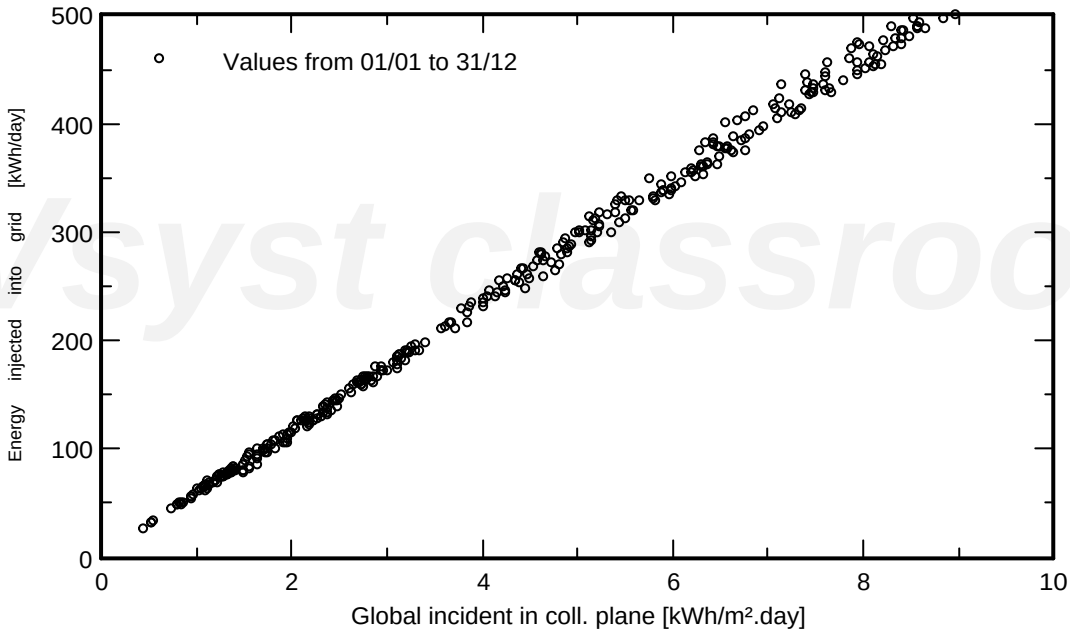
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSE**

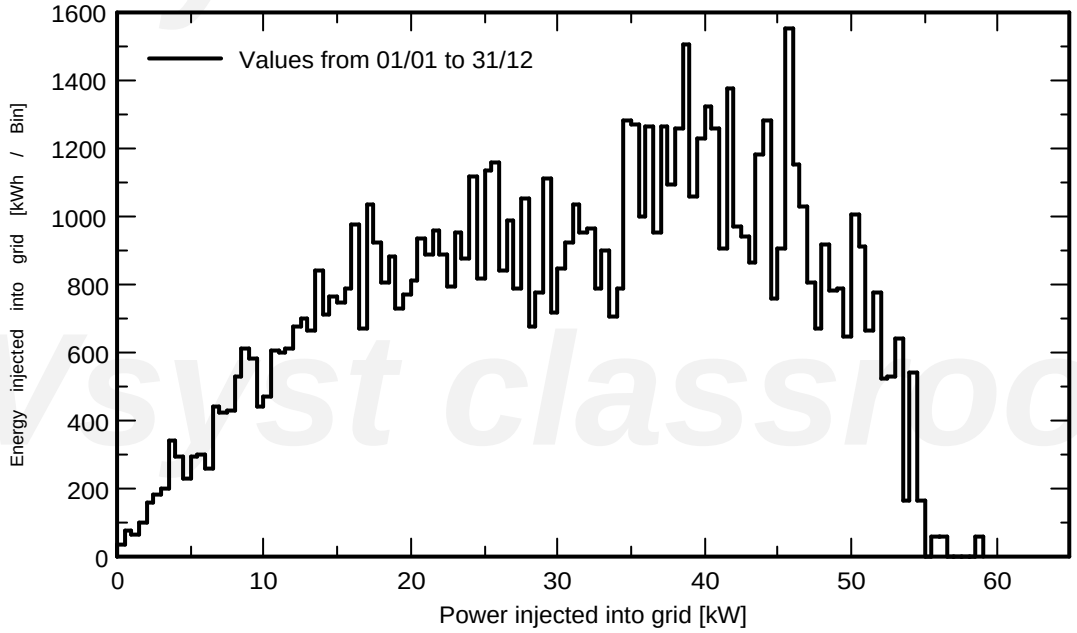
Simulation variant : **ETSE_A**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-175°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

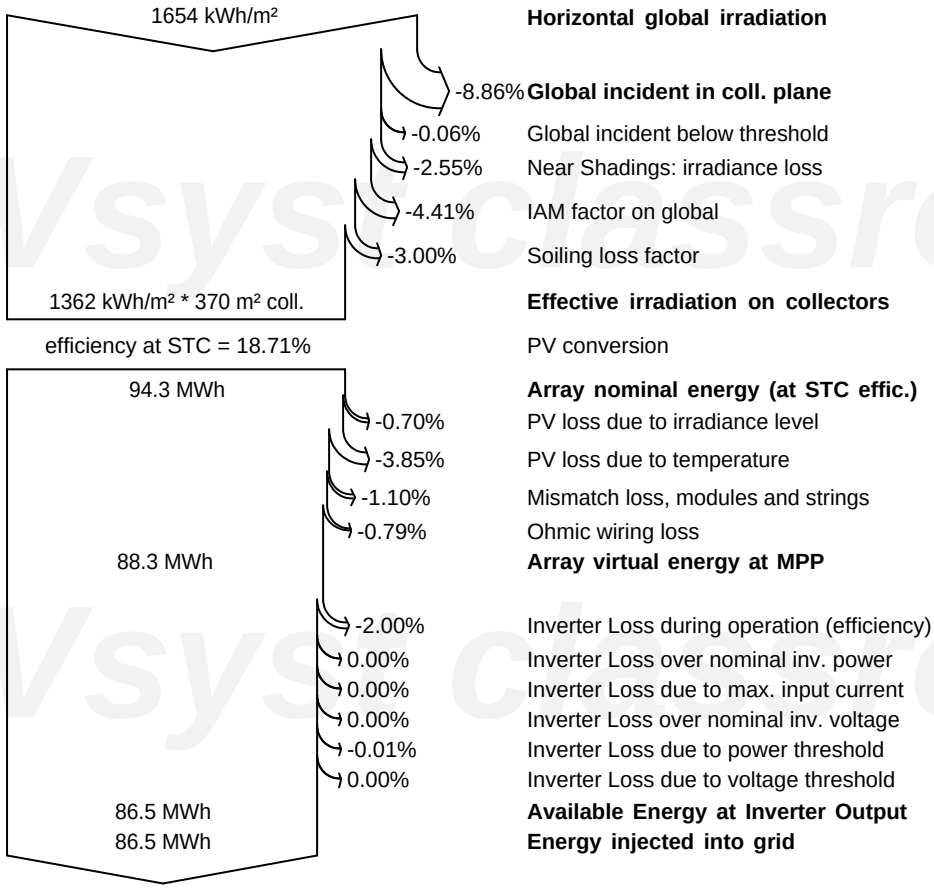
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSE**

Simulation variant : **ETSE_A**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-175°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSE**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSE_B**

Simulation date 02/07/19 20h57

Simulation parameters	System type	**Building system**		
Collector Plane Orientation	Tilt	10°	Azimuth	5°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database	Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "20kW-B1a"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A
Sub-array "20kW-B1b"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A
Sub-array "20kW-B2"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**69 kWp**	Total	216 modules
	Module area	**370 m²**	Cell area	335 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Sub-array "20kW-B1a"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "20kW-B1b"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "20kW-B2"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Total	Nb. of inverters	3	Total Power	60 kWac

PV Array loss factors

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

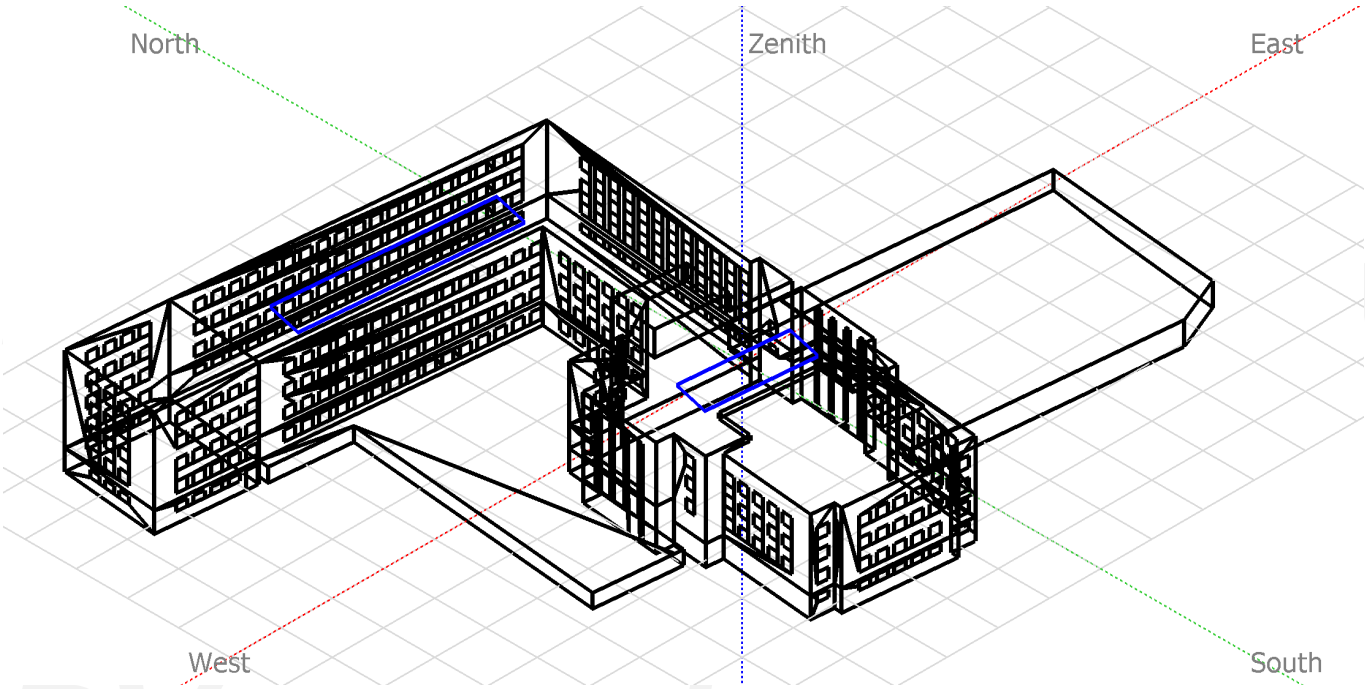
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSE**

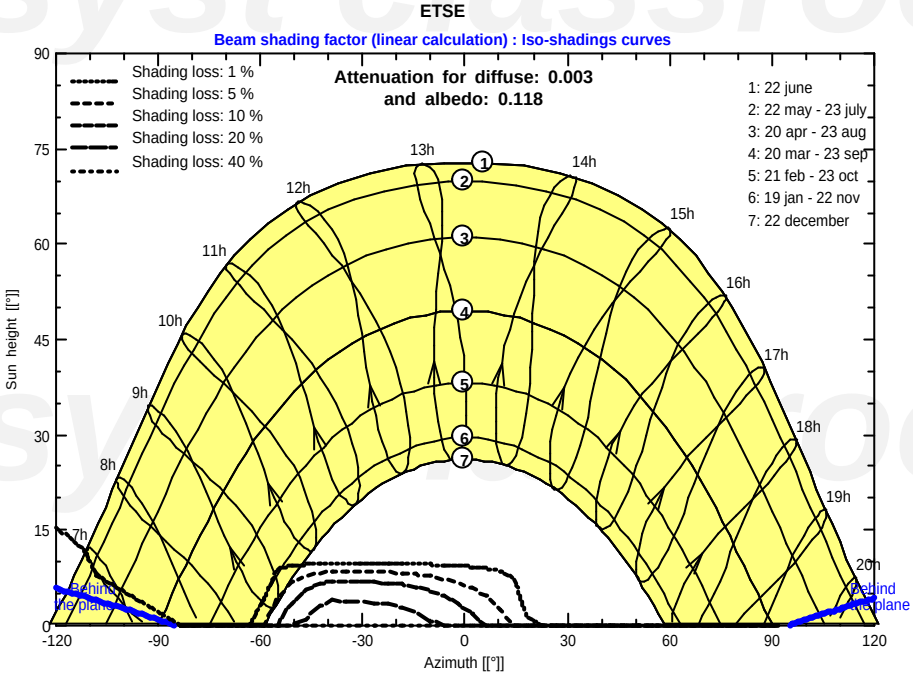
Simulation variant : **ETSE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	5°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSE**

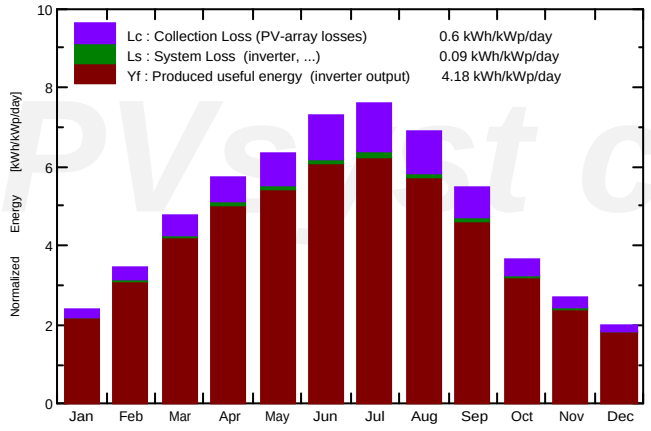
Simulation variant : **ETSE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	5°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

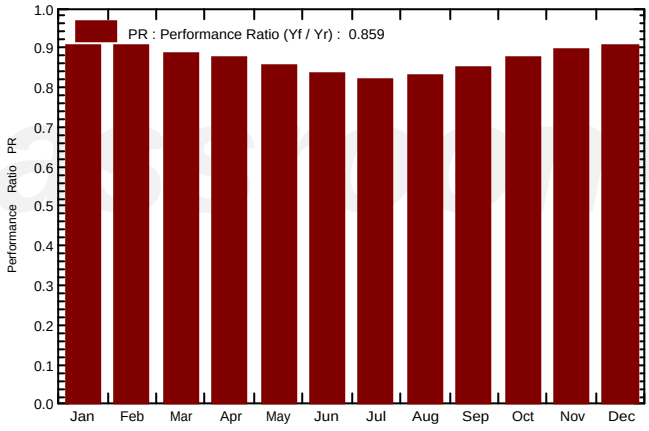
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**105.4 MWh/year**	Specific prod.	1524 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	85.85 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 69.1 kWp



Performance Ratio PR



ETSE_B

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	74.3	68.8	4.75	4.65	0.906
February	82.3	33.44	7.53	96.6	90.4	6.16	6.04	0.904
March	133.1	49.51	10.94	147.3	138.2	9.19	9.01	0.885
April	163.2	67.11	12.92	171.6	161.4	10.60	10.38	0.875
May	193.4	71.91	17.83	197.1	185.3	11.90	11.65	0.855
June	217.2	74.59	24.05	218.3	205.5	12.86	12.59	0.835
July	232.5	56.63	26.69	235.8	222.7	13.67	13.37	0.821
August	204.3	63.22	26.11	213.8	201.4	12.50	12.25	0.829
September	149.8	50.96	21.15	163.9	154.3	9.82	9.62	0.849
October	100.1	43.15	15.58	113.9	106.6	7.03	6.89	0.875
November	66.3	26.99	9.18	80.8	75.2	5.10	5.00	0.895
December	50.8	26.68	6.26	62.3	57.6	3.98	3.90	0.906
Year	1653.5	591.30	15.39	1775.5	1667.4	107.56	105.36	0.859

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

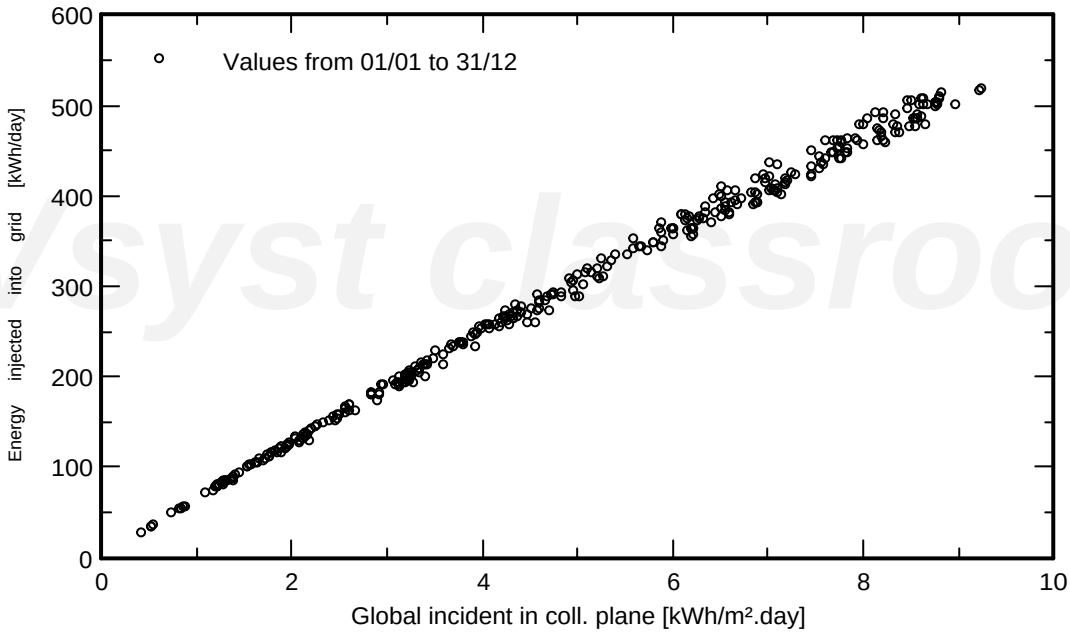
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSE**

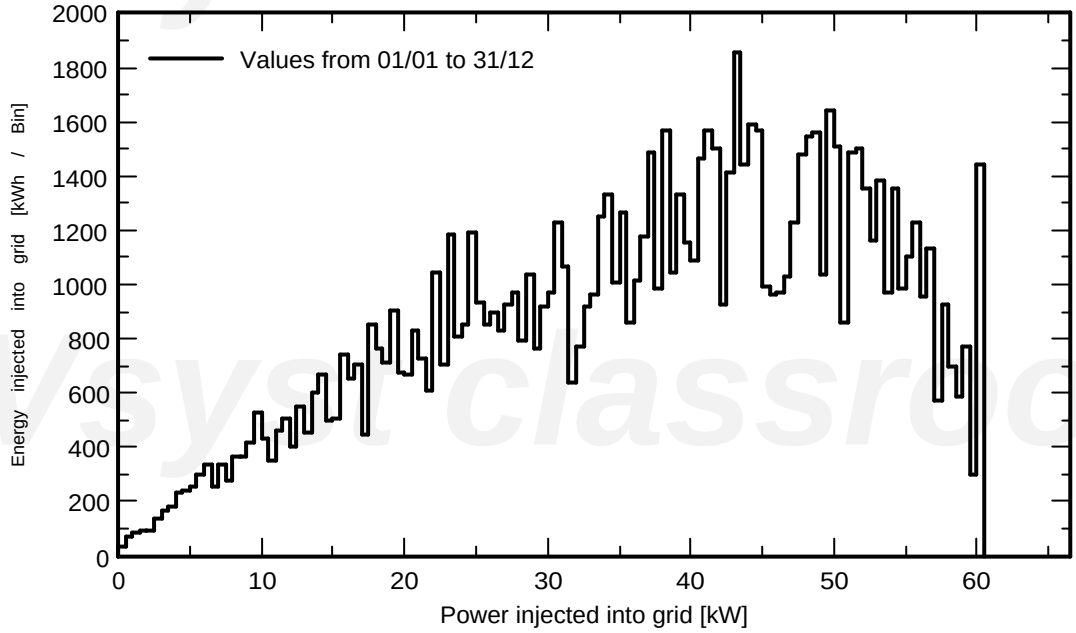
Simulation variant : **ETSE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	5°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

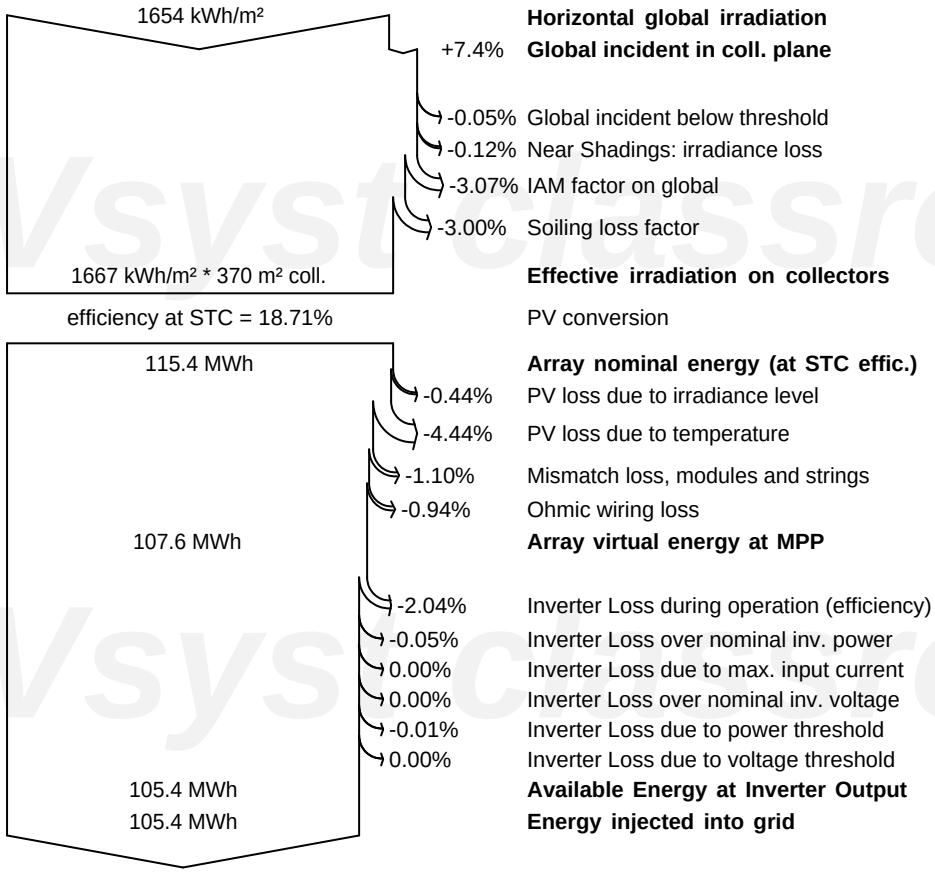
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSE**

Simulation variant : **ETSE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	5°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	216	Pnom total	**69.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSE**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSE_C**

	Simulation date	02/07/19 21h12

Simulation parameters	System type	**Building system**		
Collector Plane Orientation	Tilt	10°	Azimuth	95°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database	Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "15kW-C1.1"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	54	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**17.28 kWp**	At operating cond.	15.70 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	29 A
Sub-array "15kW-C1.2"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	54	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**17.28 kWp**	At operating cond.	15.70 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	29 A
Sub-array "15kW-C2"				
Number of PV modules	In series	20 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	60	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**19.20 kWp**	At operating cond.	17.45 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	609 V	I mpp	29 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**54 kWp**	Total	168 modules
	Module area	**288 m²**	Cell area	260 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	150-800 V	Unit Nom. Power	15.0 kWac
Sub-array "15kW-C1.1"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "15kW-C1.2"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "15kW-C2"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.28
Total	Nb. of inverters	3	Total Power	45 kWac

PV Array loss factors

Grid-Connected System: Simulation parameters

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	315 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	315 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	350 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

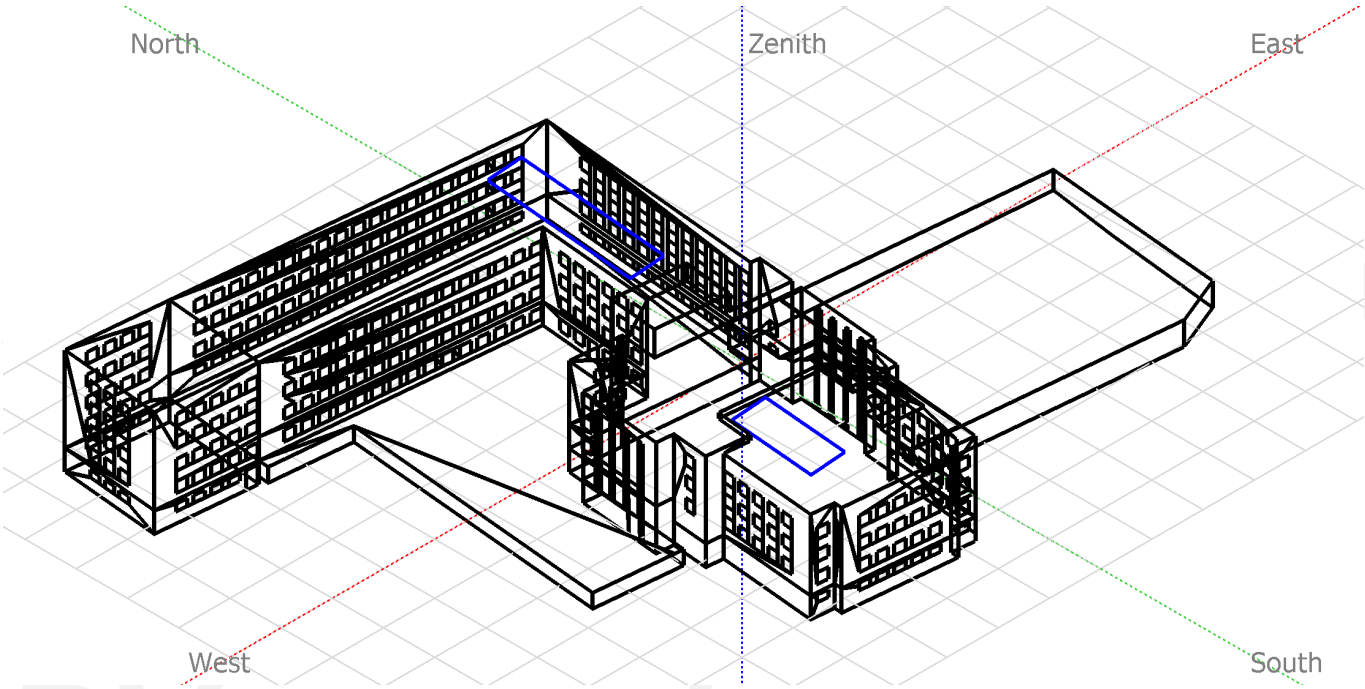
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSE**

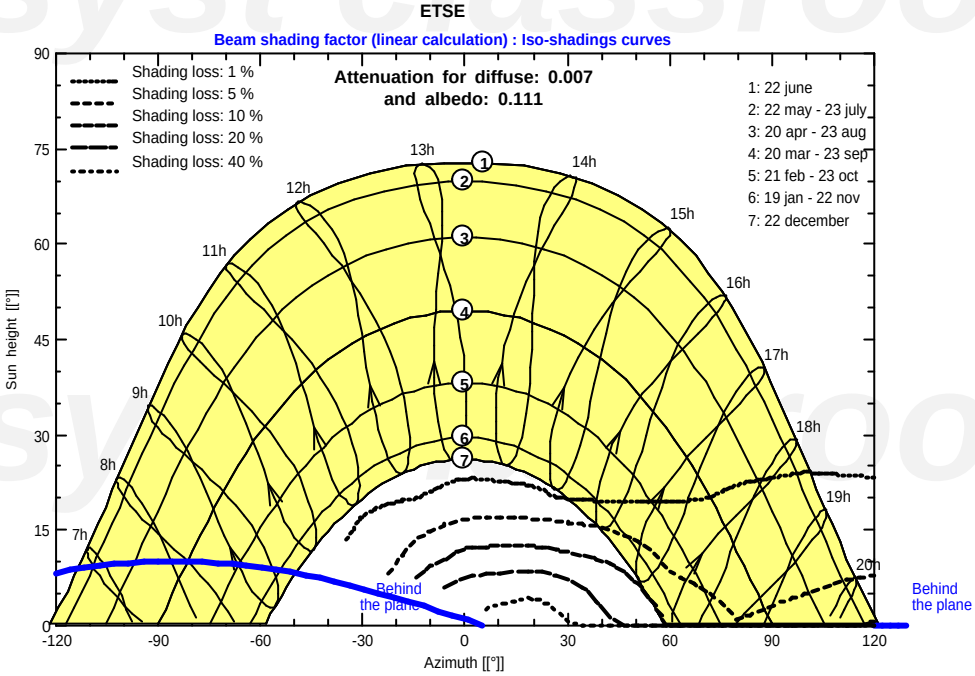
Simulation variant : **ETSE_C**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	95°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



PVsyst Classroom

Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSE**

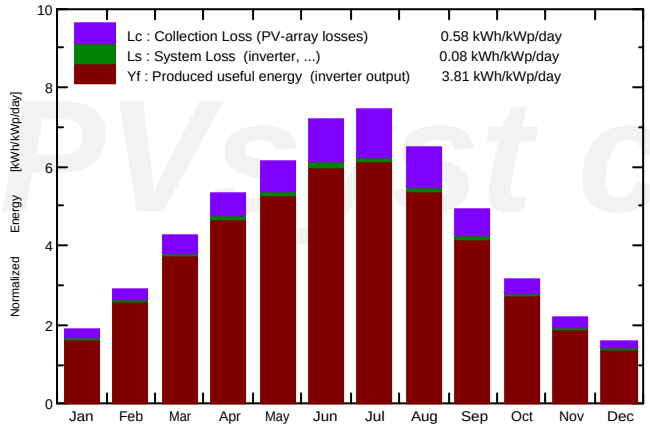
Simulation variant : **ETSE_C**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	95°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

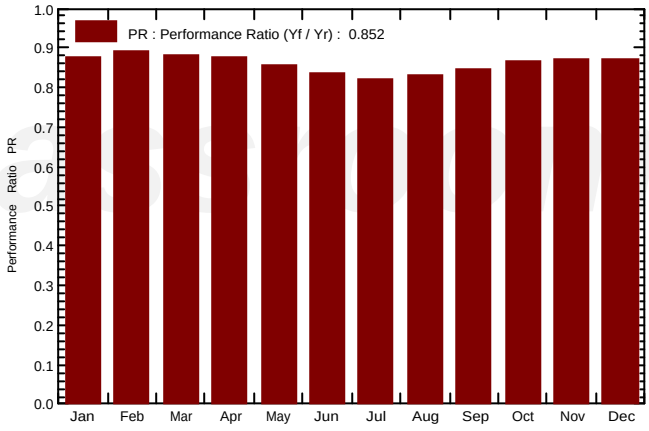
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**74.68 MWh/year**	Specific prod.	1389 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	85.20 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 53.8 kWp



Performance Ratio PR



ETSE_C

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	58.4	52.5	2.82	2.76	0.878
February	82.3	33.44	7.53	81.1	74.6	3.97	3.88	0.890
March	133.1	49.51	10.94	131.5	122.4	6.36	6.24	0.882
April	163.2	67.11	12.92	159.8	149.6	7.67	7.52	0.875
May	193.4	71.91	17.83	191.0	178.9	8.95	8.77	0.854
June	217.2	74.59	24.05	215.4	202.6	9.87	9.67	0.835
July	232.5	56.63	26.69	231.6	218.4	10.43	10.22	0.821
August	204.3	63.22	26.11	200.7	188.5	9.13	8.95	0.829
September	149.8	50.96	21.15	148.0	138.2	6.87	6.73	0.846
October	100.1	43.15	15.58	98.1	90.5	4.66	4.57	0.867
November	66.3	26.99	9.18	65.4	59.2	3.14	3.06	0.871
December	50.8	26.68	6.26	49.2	44.0	2.37	2.31	0.874
Year	1653.5	591.30	15.39	1630.4	1519.3	76.24	74.68	0.852

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

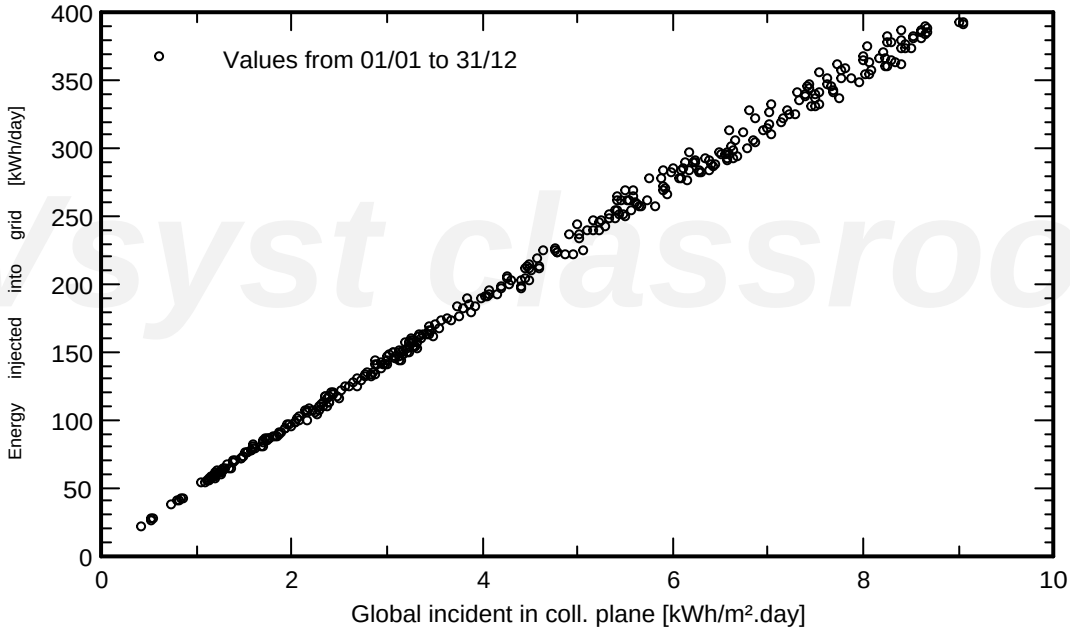
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSE**

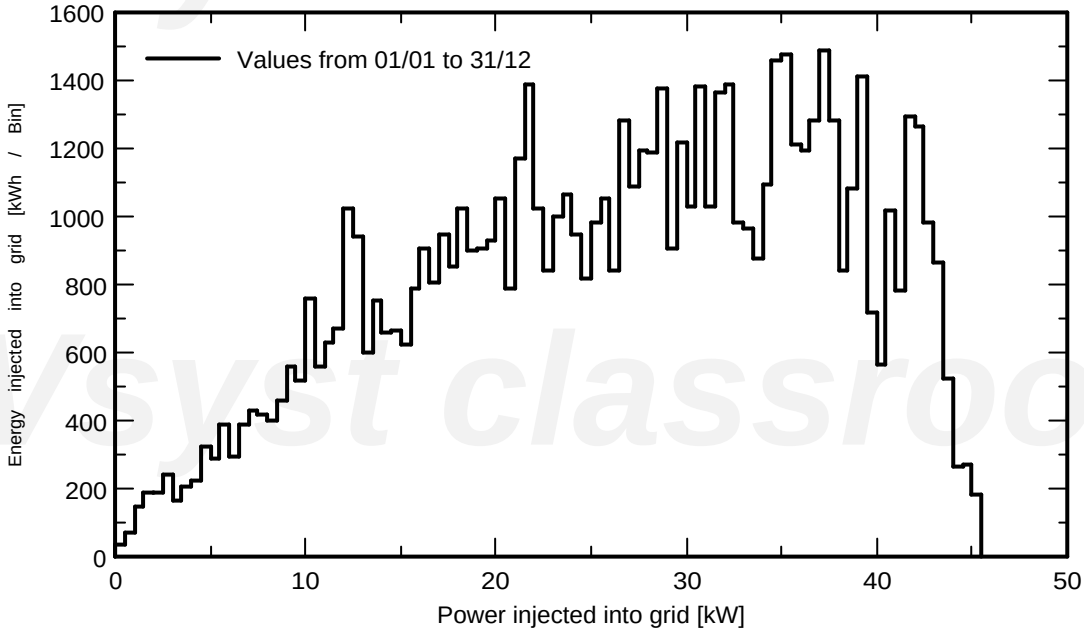
Simulation variant : **ETSE_C**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	95°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

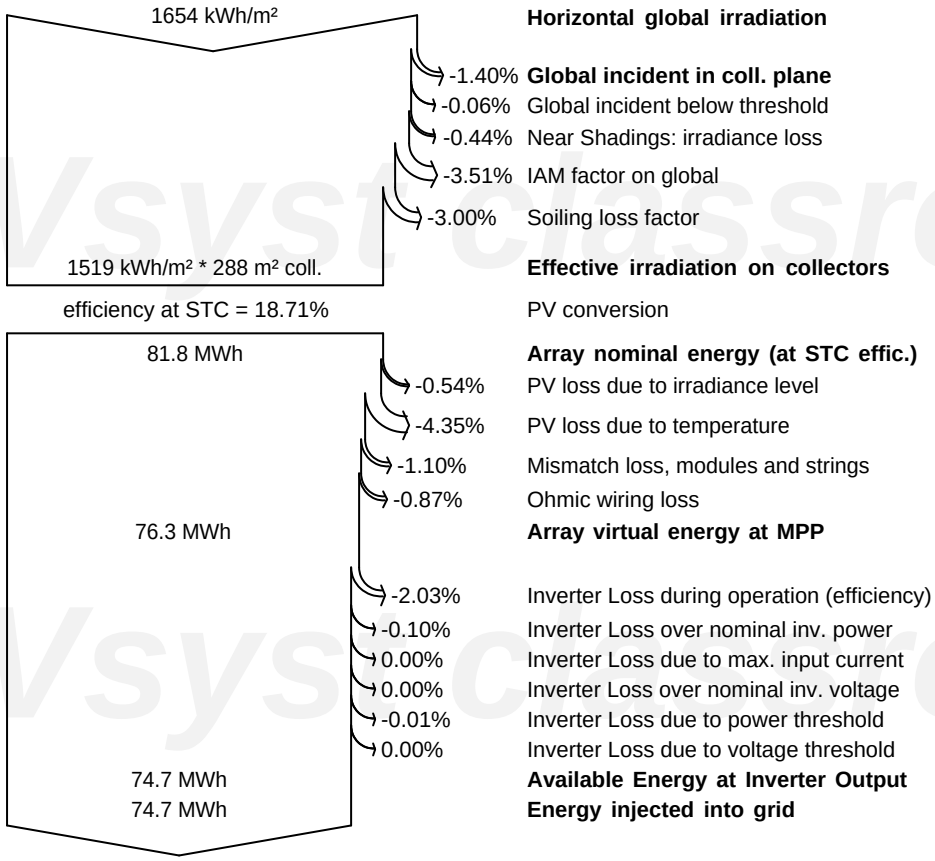
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSE**

Simulation variant : **ETSE_C**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	95°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSE**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSE_D**

Simulation date 02/07/19 21h18

Simulation parameters	System type	**Building system**		
Collector Plane Orientation	Tilt	10°	Azimuth	-85°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database	Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "15kW-D1.1"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	54	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**17.28 kWp**	At operating cond.	15.70 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	29 A
Sub-array "15kW-D1.2"				
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	54	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**17.28 kWp**	At operating cond.	15.70 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	29 A
Sub-array "15kW-D2"				
Number of PV modules	In series	20 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	60	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**19.20 kWp**	At operating cond.	17.45 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	609 V	I mpp	29 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**54 kWp**	Total	168 modules
	Module area	**288 m²**	Cell area	260 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	150-800 V	Unit Nom. Power	15.0 kWac
Sub-array "15kW-D1.1"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "15kW-D1.2"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "15kW-D2"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.28
Total	Nb. of inverters	3	Total Power	45 kWac

PV Array loss factors

Grid-Connected System: Simulation parameters

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	315 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	315 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	350 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

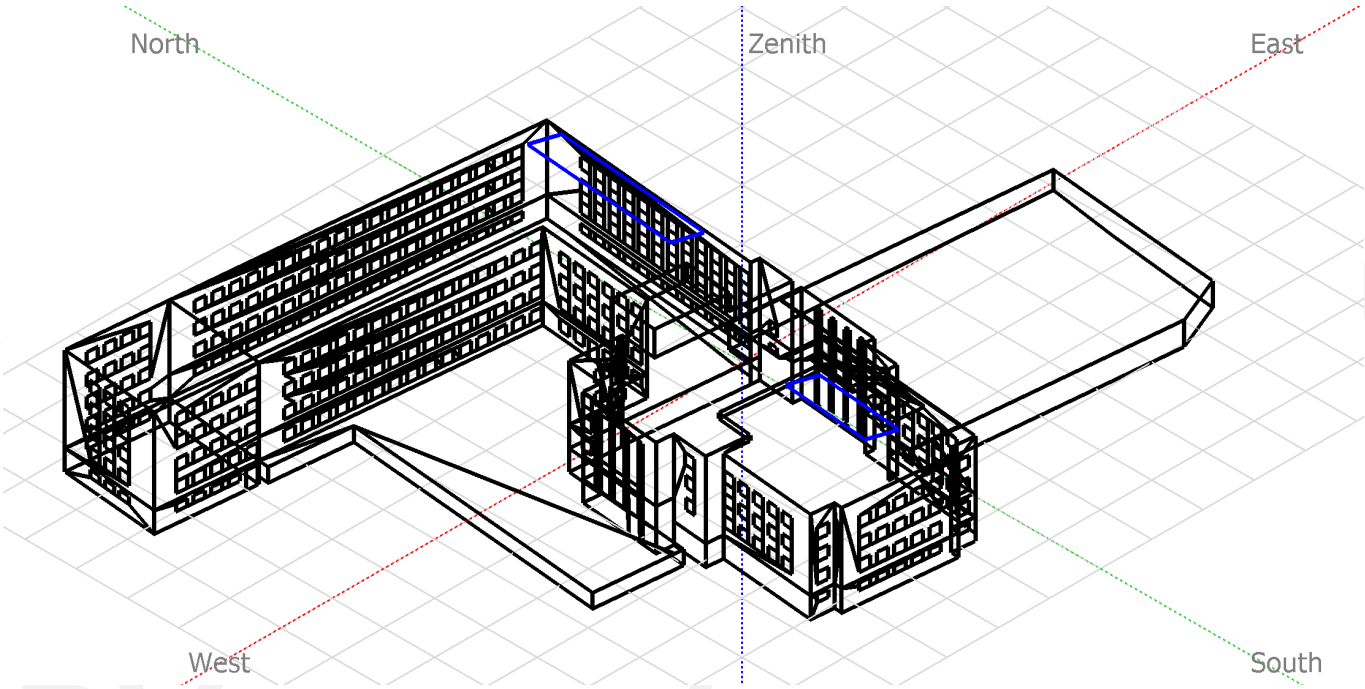
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSE**

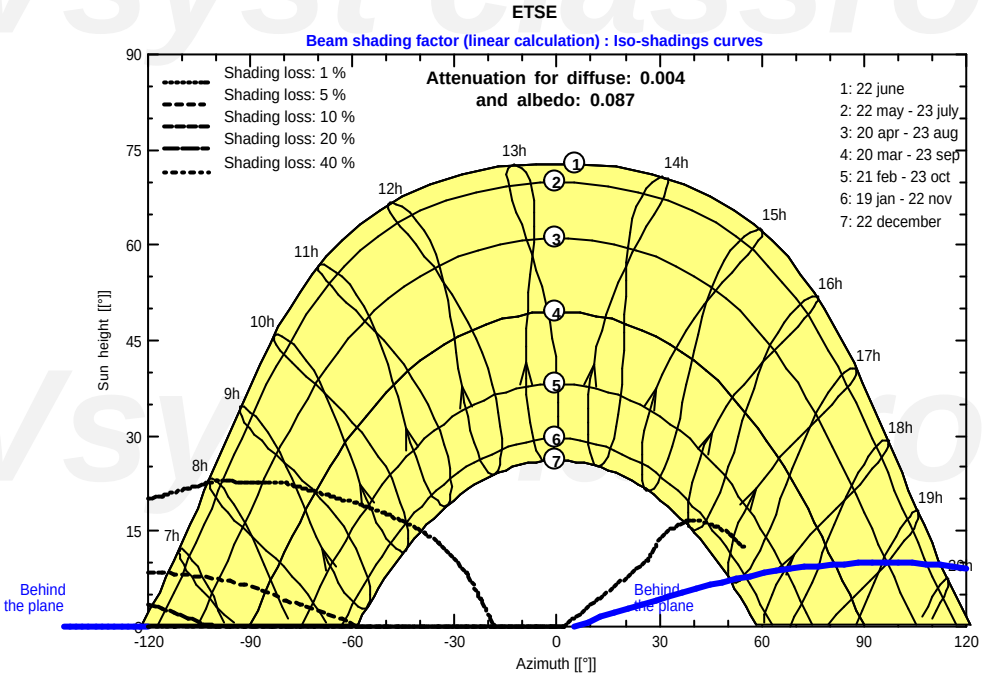
Simulation variant : **ETSE_D**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-85°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



PVsyst Classroom

Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSE**

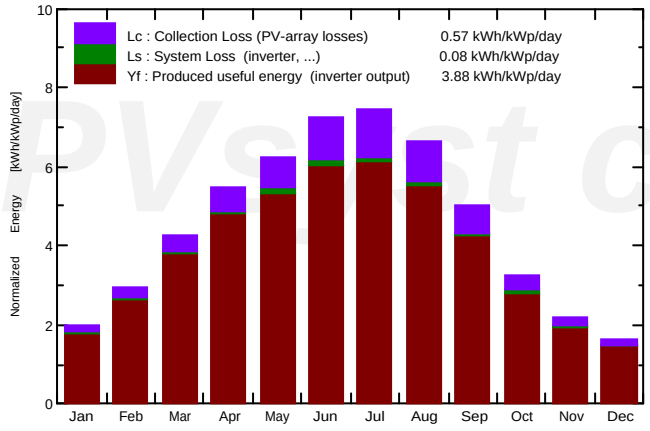
Simulation variant : **ETSE_D**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-85°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

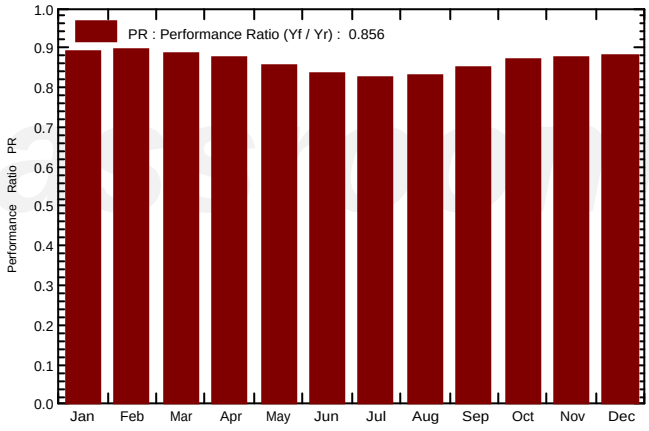
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**76.22 MWh/year**	Specific prod.	1418 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	85.61 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 53.8 kWp



Performance Ratio PR



ETSE_D

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	61.9	56.2	3.03	2.96	0.890
February	82.3	33.44	7.53	82.3	75.8	4.04	3.96	0.894
March	133.1	49.51	10.94	132.8	123.9	6.46	6.33	0.886
April	163.2	67.11	12.92	164.1	153.8	7.90	7.74	0.877
May	193.4	71.91	17.83	193.4	181.8	9.10	8.92	0.858
June	217.2	74.59	24.05	216.7	203.8	9.95	9.75	0.837
July	232.5	56.63	26.69	230.2	217.2	10.40	10.19	0.824
August	204.3	63.22	26.11	205.9	193.7	9.41	9.22	0.833
September	149.8	50.96	21.15	150.1	140.5	7.00	6.86	0.851
October	100.1	43.15	15.58	100.6	93.1	4.81	4.71	0.871
November	66.3	26.99	9.18	66.5	60.5	3.21	3.13	0.877
December	50.8	26.68	6.26	51.6	46.4	2.50	2.44	0.882
Year	1653.5	591.30	15.39	1656.1	1546.8	77.81	76.22	0.856

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

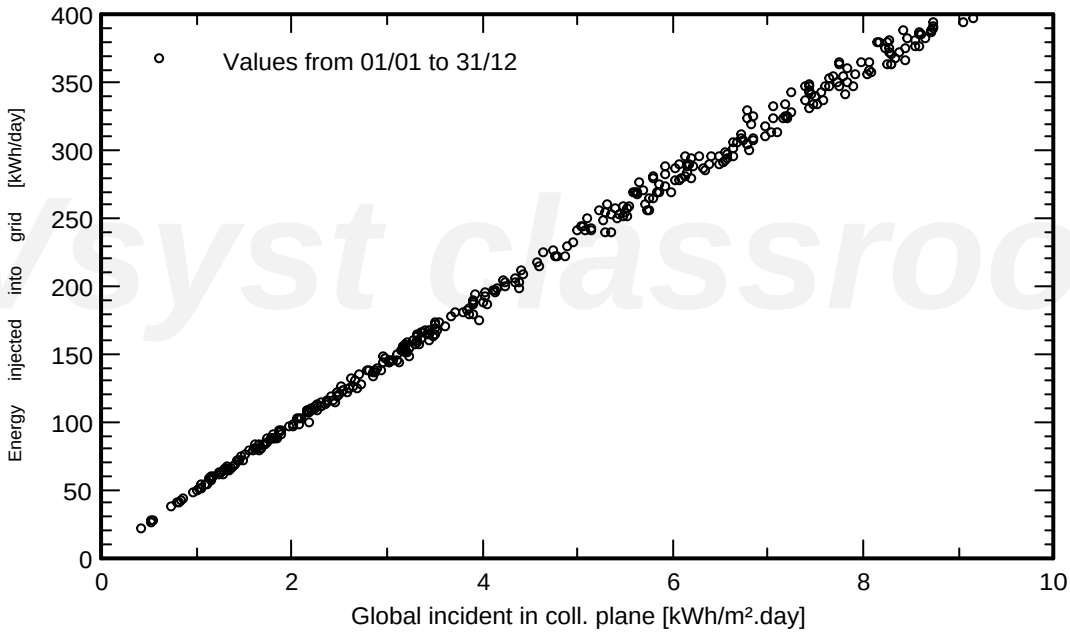
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSE**

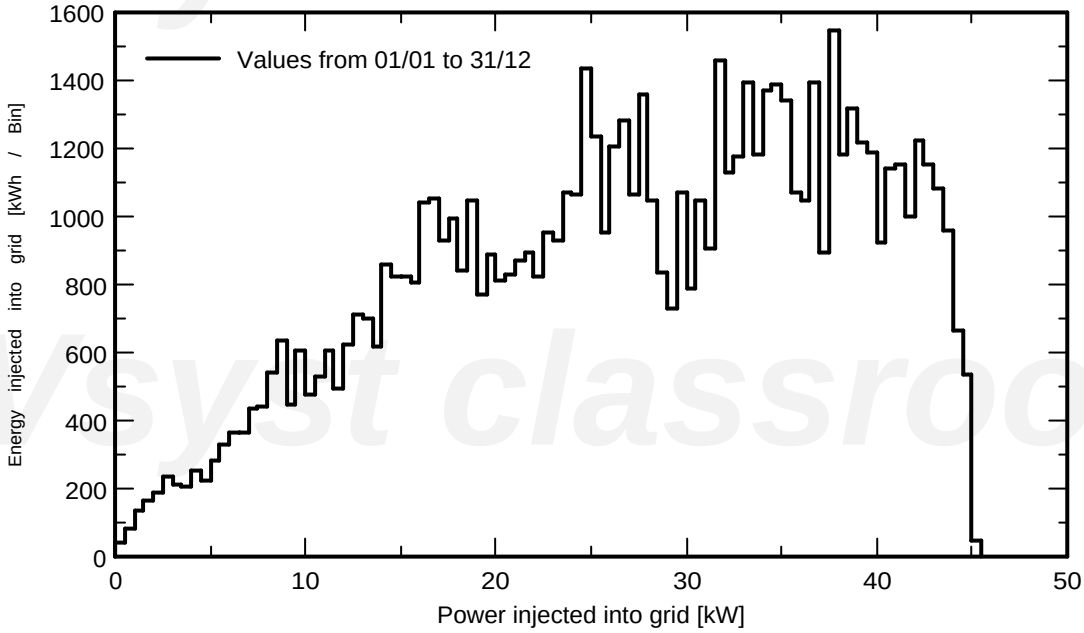
Simulation variant : **ETSE_D**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-85°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

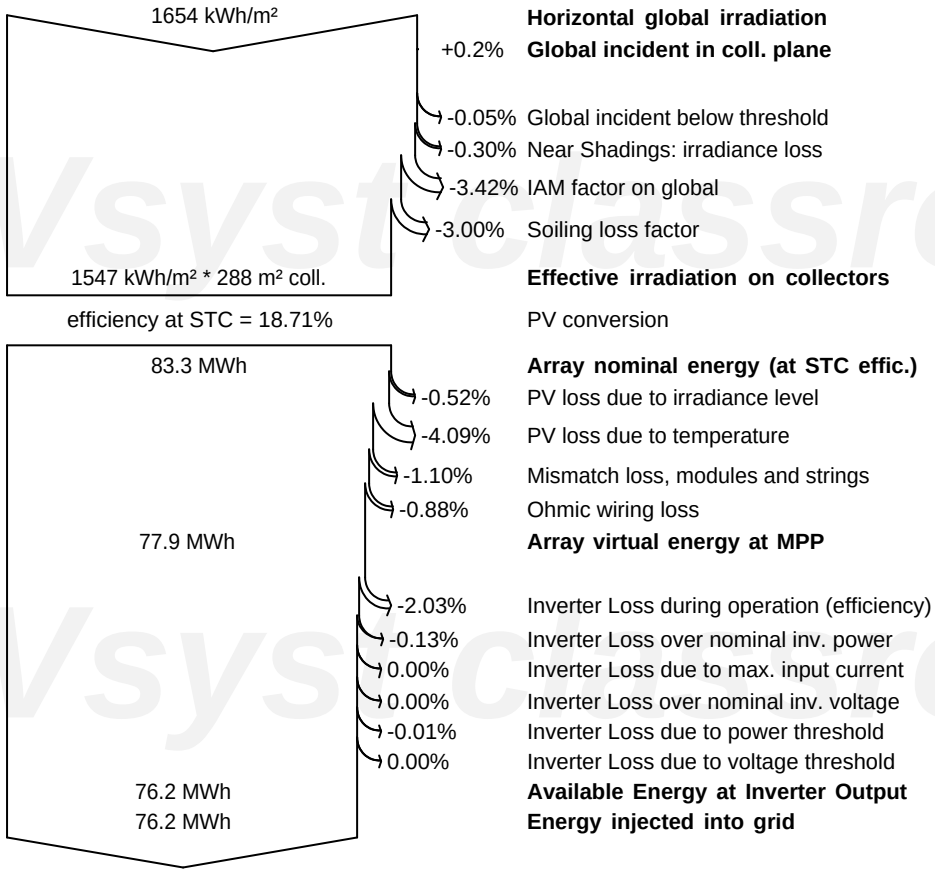
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSE**

Simulation variant : **ETSE_D**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	10°	azimuth	-85°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	168	Pnom total	**53.8 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**45.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSICCP**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSICCP_A1,A3,A4,A5**

Simulation date 02/07/19 18h03

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**		
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	-35°
Sheds configuration	Nb. of sheds	32	Identical arrays	
	Sheds spacing	2.50 m	Collector width	1.04 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.0°	Ground cov. Ratio (GCR)	41.4 %
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (7 kinds of array defined)

PV module Si-mono Model **LG 320 N1K-A5**

Original PVsyst database Manufacturer LG Electronics

Sub-array "20kW-A1.1"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A

Sub-array "20kW-A1.2"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	64	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**20.48 kWp**	At operating cond.	18.61 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	38 A

Sub-array "5kW-A3a"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-A3b"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "15kW-A4"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	48	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**15.36 kWp**	At operating cond.	13.96 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	29 A

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "5kW-A5a"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-A5b"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Total Arrays global power	Nominal (STC)	**82 kWp**	Total	256 modules
	Module area	**439 m²**	Cell area	397 m²

Sub-array "20kW-A1.1" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15

Sub-array "20kW-A1.2" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.02

Sub-array "5kW-A3a" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15

Sub-array "5kW-A3b" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15

Sub-array "15kW-A4" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	150-800 V	Unit Nom. Power	15.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.02

Sub-array "5kW-A5a" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15

Sub-array "5kW-A5b" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15

Total	Nb. of inverters	7	Total Power	75 kWac

PV Array loss factors

PVsyst Classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	210 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	280 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#7	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

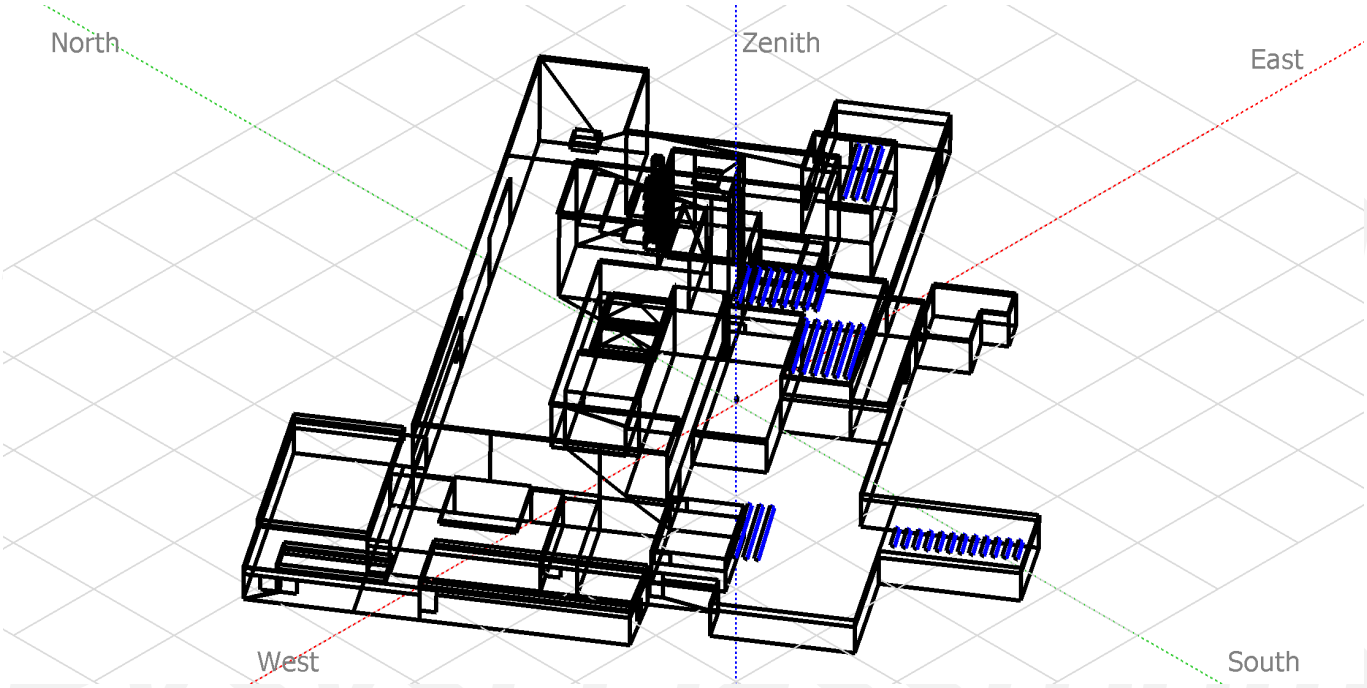
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSICCP**

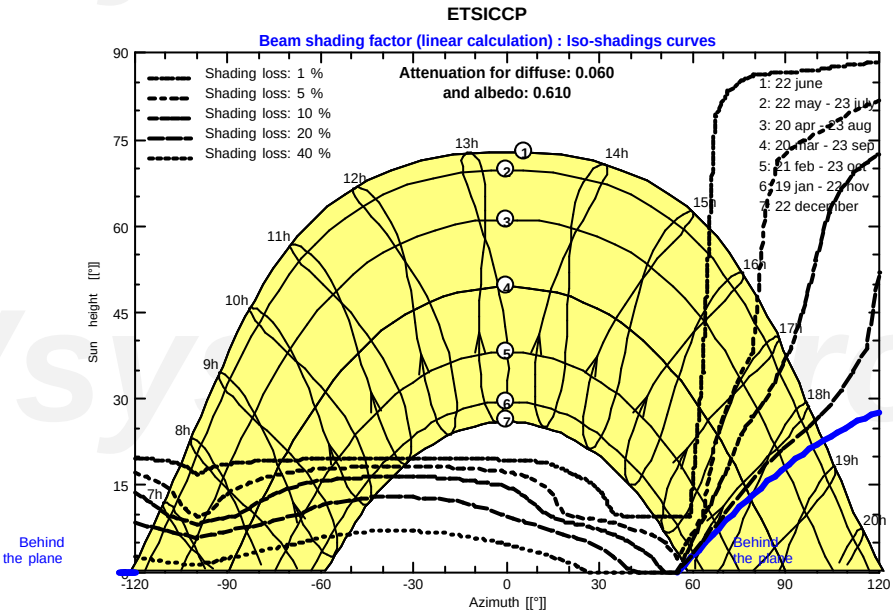
Simulation variant : **ETSICCP_A1,A3,A4,A5**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total	**75.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSICCP**

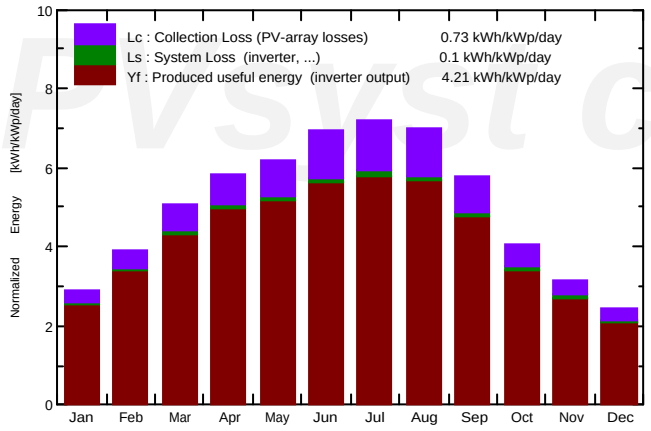
Simulation variant : **ETSICCP_A1,A3,A4,A5**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total	**75.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

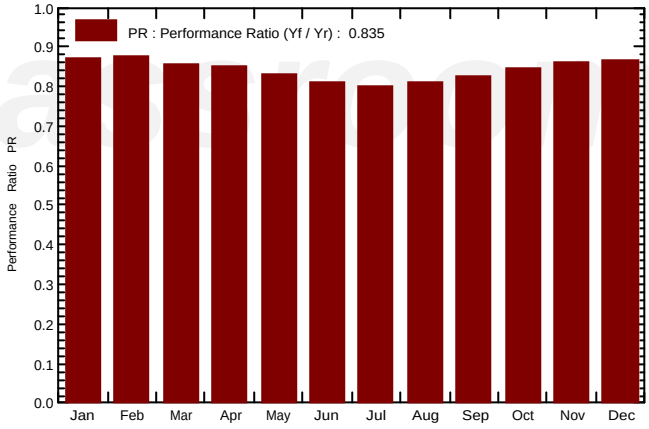
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**125.8 MWh/year**	Specific prod.	1535 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	83.48 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 81.9 kWp



Performance Ratio PR



ETSICCP_A1,A3,A4,A5

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	90.1	80.9	6.57	6.41	0.869
February	82.3	33.44	7.53	109.0	99.7	7.99	7.81	0.875
March	133.1	49.51	10.94	156.6	143.9	11.26	11.01	0.858
April	163.2	67.11	12.92	175.0	160.4	12.45	12.17	0.849
May	193.4	71.91	17.83	192.5	176.4	13.44	13.13	0.833
June	217.2	74.59	24.05	207.8	189.7	14.12	13.80	0.811
July	232.5	56.63	26.69	223.7	206.1	15.04	14.68	0.801
August	204.3	63.22	26.11	216.6	199.8	14.69	14.37	0.810
September	149.8	50.96	21.15	172.9	159.2	11.95	11.68	0.825
October	100.1	43.15	15.58	125.7	114.8	8.92	8.71	0.846
November	66.3	26.99	9.18	94.5	85.8	6.84	6.67	0.862
December	50.8	26.68	6.26	75.2	67.2	5.47	5.34	0.867
Year	1653.5	591.30	15.39	1839.4	1683.7	128.73	125.78	0.835

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

PVsyst Classroom

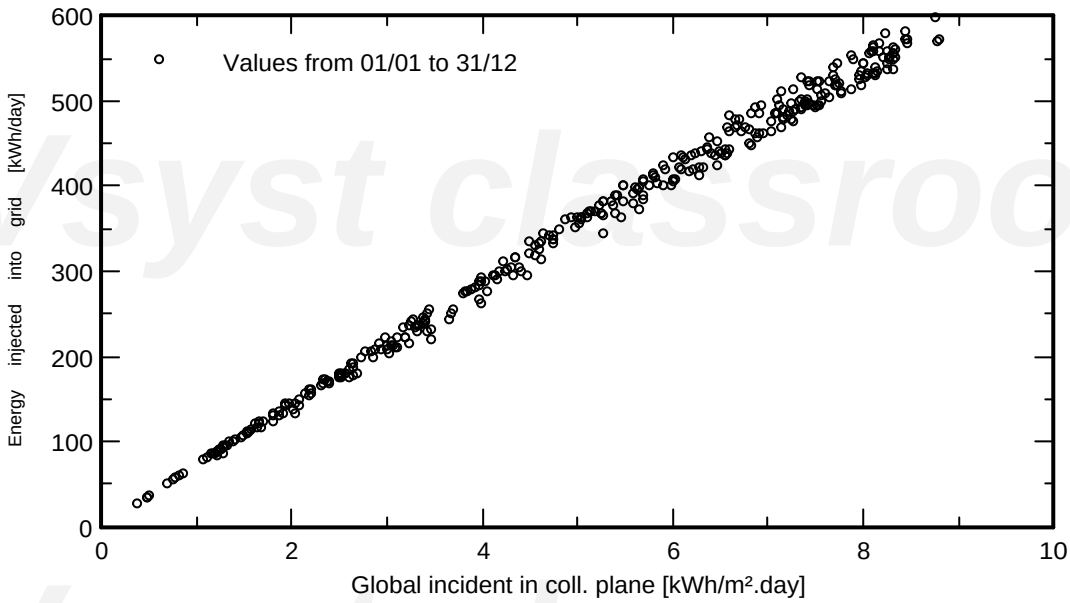
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSICCP**

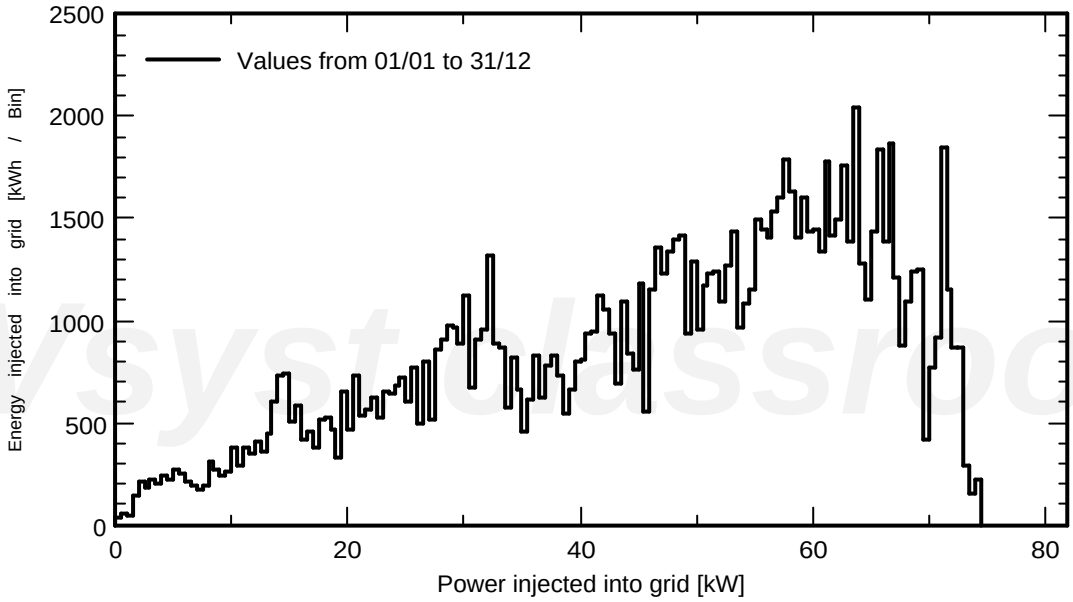
Simulation variant : **ETSICCP_A1,A3,A4,A5**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total	**75.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

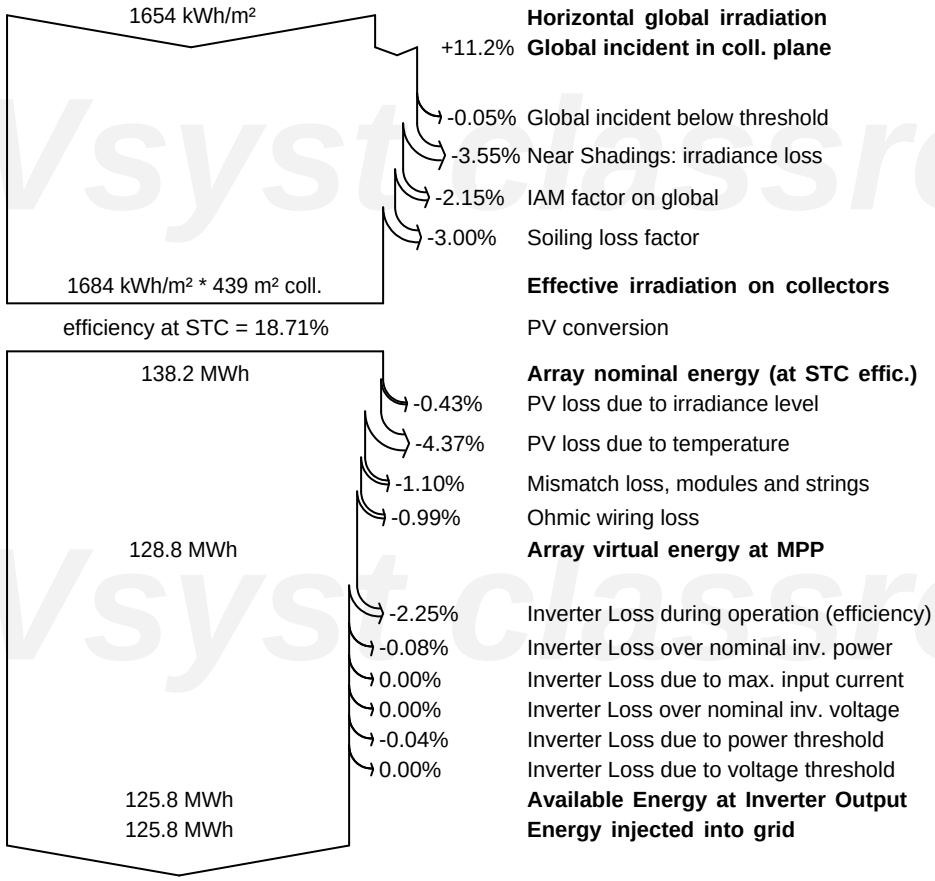
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSICCP**

Simulation variant : **ETSICCP_A1,A3,A4,A5**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	256	Pnom total	**81.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total	**75.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSICCP**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSICCP_A2**

	Simulation date	02/07/19 18h13

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**			
Collector Plane Orientation	Tilt	30°		Azimuth	-35°
Sheds configuration	Nb. of sheds	4		Identical arrays	
	Sheds spacing	4.00 m		Collector width	1.71 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.8°		Ground cov. Ratio (GCR)	42.6 %
Models used	Transposition	Perez		Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
User's needs :	Unlimited load (grid)				

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database		Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "20kW-A2.1"					
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	548 V	I mpp	38 A
Sub-array "5kW-A2.2a"					
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	548 V	I mpp	9.6 A
Sub-array "5kW-A2.2b"					
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	548 V	I mpp	9.6 A
Total	Arrays global power	Nominal (STC)	**35 kWp**	Total	108 modules
		Module area	**185 m²**	Cell area	167 m²

Sub-array "20kW-A2.1" : Inverter		Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database		Manufacturer	SMA		
Characteristics		Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack		Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
				Pnom ratio	1.15

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "5kW-A2.2a" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-A2.2b" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Total	Nb. of inverters	3	Total Power	30 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

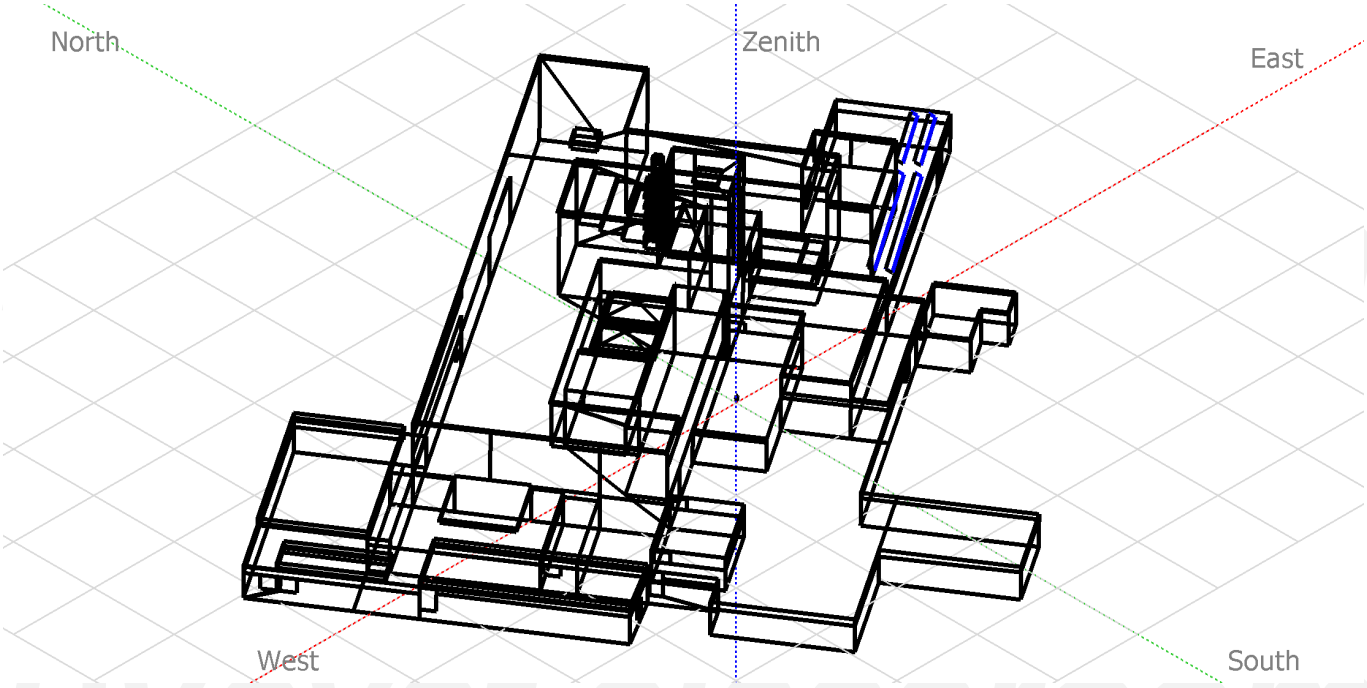
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSICCP**

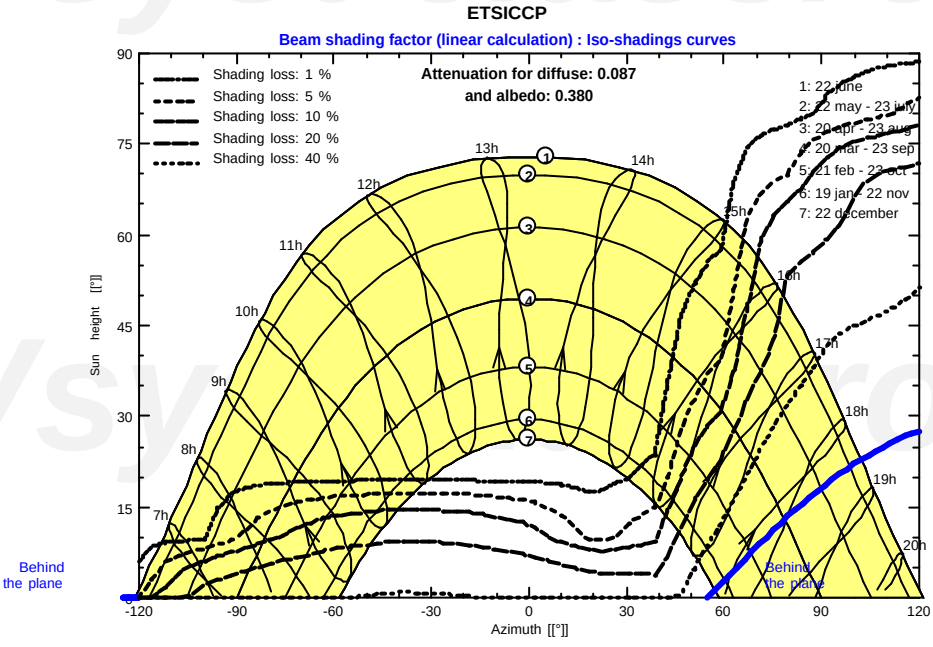
Simulation variant : **ETSICCP_A2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSICCP**

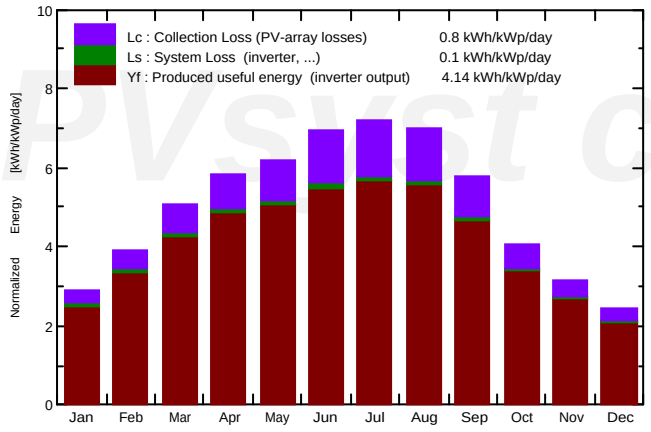
Simulation variant : **ETSICCP_A2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

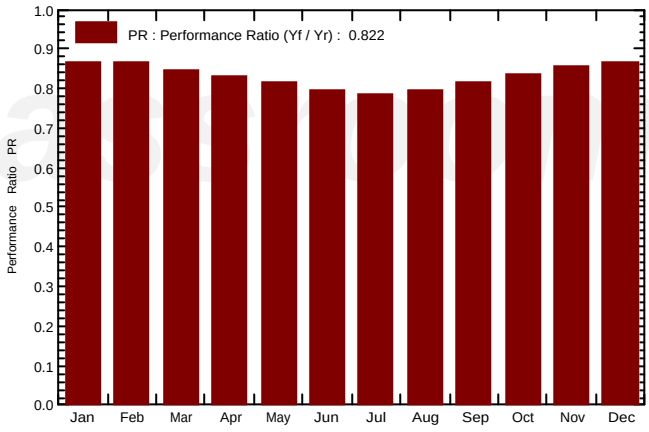
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**52.27 MWh/year**	Specific prod.	1512 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	82.22 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 34.6 kWp



Performance Ratio PR



ETSICCP_A2

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	90.1	80.6	2.762	2.697	0.866
February	82.3	33.44	7.53	109.0	98.7	3.335	3.259	0.865
March	133.1	49.51	10.94	156.6	142.1	4.684	4.579	0.846
April	163.2	67.11	12.92	175.0	157.9	5.155	5.039	0.833
May	193.4	71.91	17.83	192.5	173.2	5.561	5.432	0.817
June	217.2	74.59	24.05	207.8	185.5	5.829	5.698	0.794
July	232.5	56.63	26.69	223.7	201.6	6.207	6.062	0.784
August	204.3	63.22	26.11	216.6	196.5	6.099	5.965	0.797
September	149.8	50.96	21.15	172.9	157.1	4.973	4.860	0.813
October	100.1	43.15	15.58	125.7	113.6	3.723	3.638	0.838
November	66.3	26.99	9.18	94.5	85.3	2.867	2.795	0.856
December	50.8	26.68	6.26	75.2	67.0	2.301	2.245	0.864
Year	1653.5	591.30	15.39	1839.4	1659.2	53.495	52.269	0.822

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

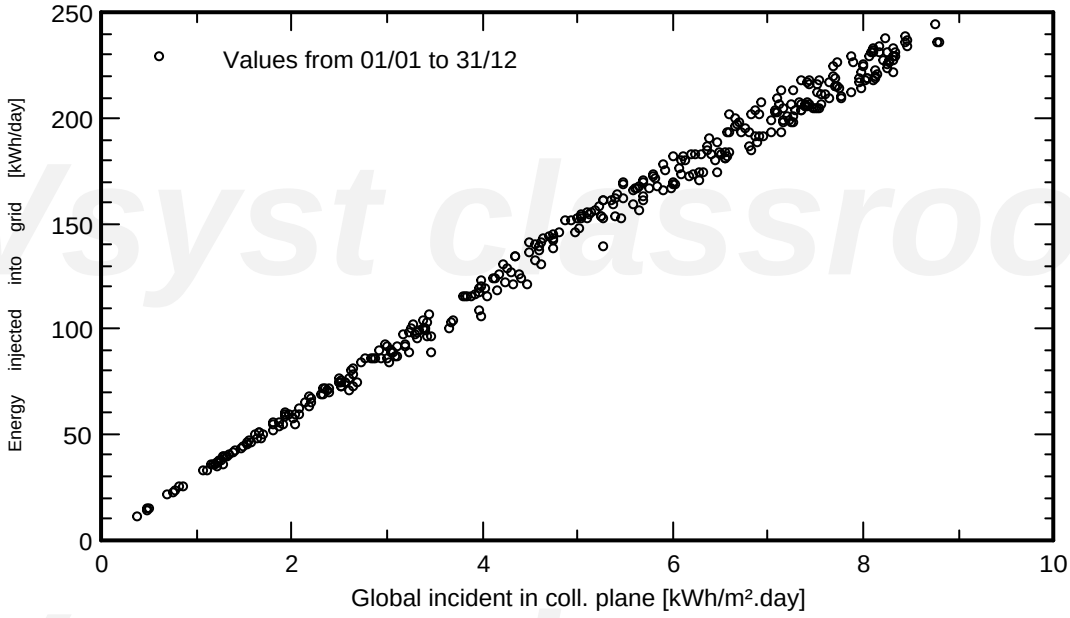
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSICCP**

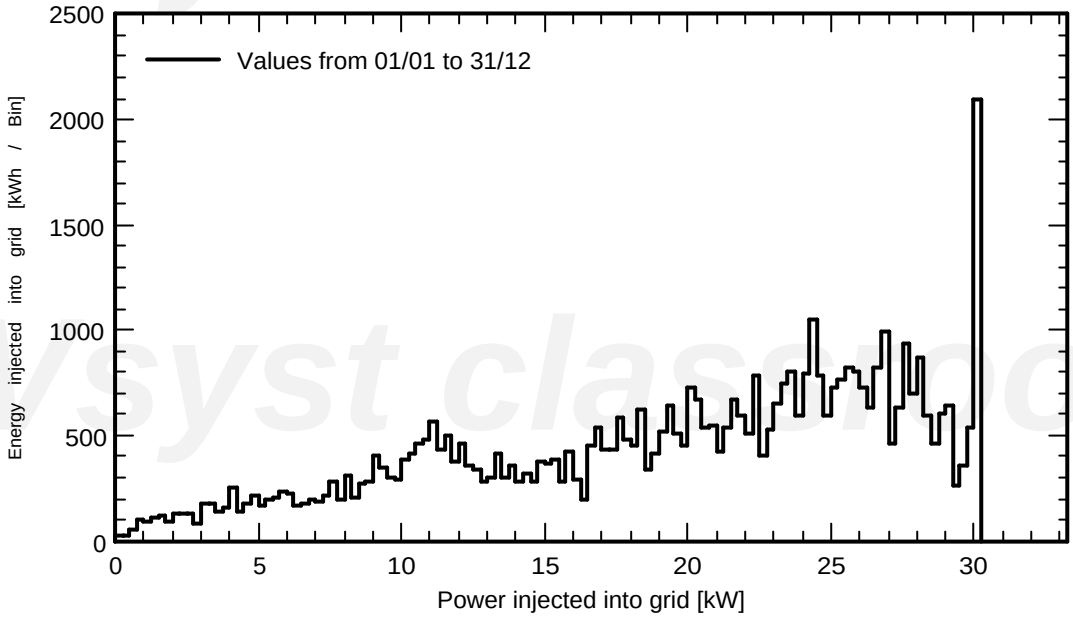
Simulation variant : **ETSICCP_A2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

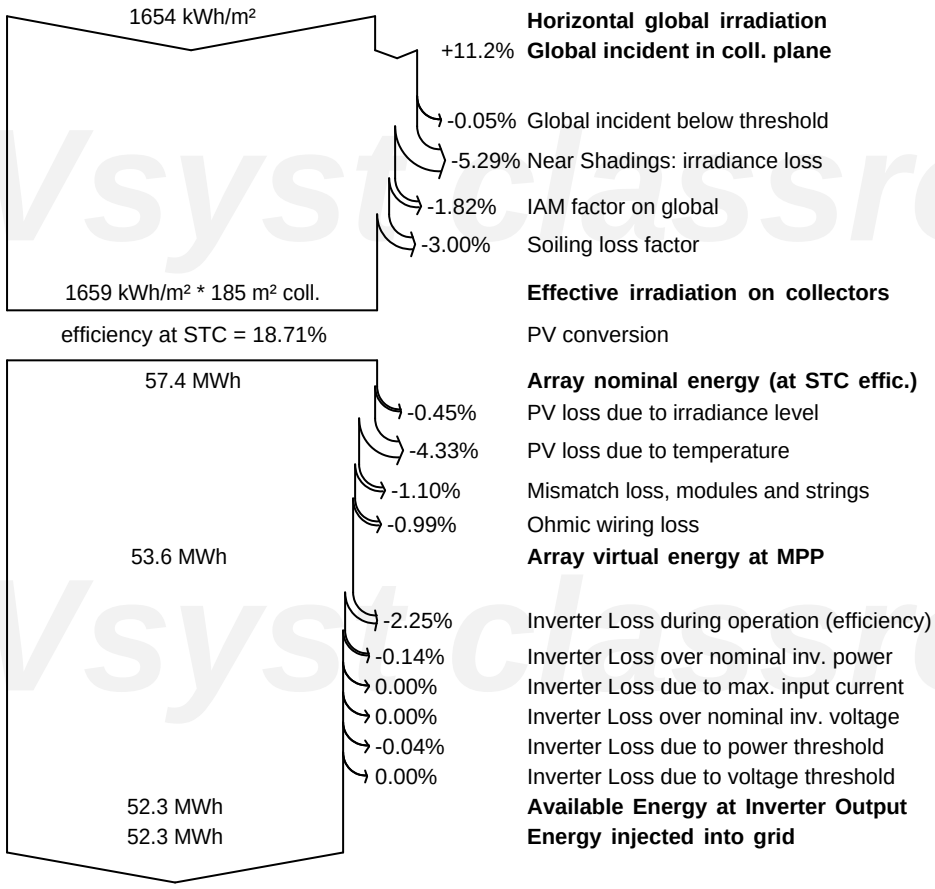
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSICCP**

Simulation variant : **ETSICCP_A2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSICCP**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSICCP_B**

	Simulation date	02/07/19 18h54

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**			
Collector Plane Orientation	Tilt	30°		Azimuth	-35°
Sheds configuration	Nb. of sheds	15		Identical arrays	
	Sheds spacing	2.50 m		Collector width	1.04 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.0°		Ground cov. Ratio (GCR)	41.4 %
Models used	Transposition	Perez		Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
User's needs :	Unlimited load (grid)				

PV Arrays Characteristics (6 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**	
Original PVsyst database		Manufacturer	LG Electronics	

Sub-array "20kW-B1.1"

Number of PV modules	In series	22 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	66	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond.	19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	29 A

Sub-array "15kW-B1.2"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	48	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**15.36 kWp**	At operating cond.	13.96 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	29 A

Sub-array "5kW-B1.3"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-B2"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-B3a"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "5kW-B3b"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**58 kWp**	Total	180 modules
	Module area	**308 m²**	Cell area	279 m²

Sub-array "20kW-B1.1" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Sub-array "15kW-B1.2" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	150-800 V	Unit Nom. Power	15.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Sub-array "5kW-B1.3" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-B2" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Sub-array "5kW-B3a" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Sub-array "5kW-B3b" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Total	Nb. of inverters	6	Total Power	55 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	280 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom
PVsyst classroom
PVsyst classroom
PVsyst classroom

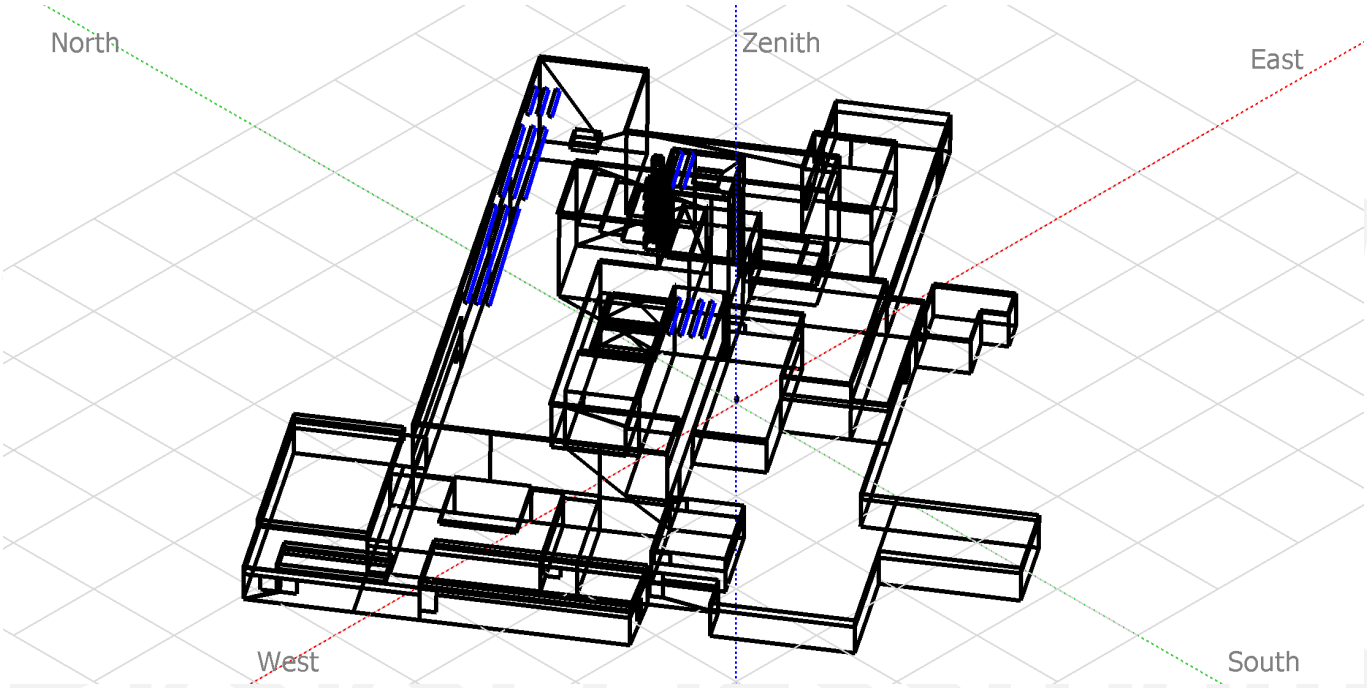
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSICCP**

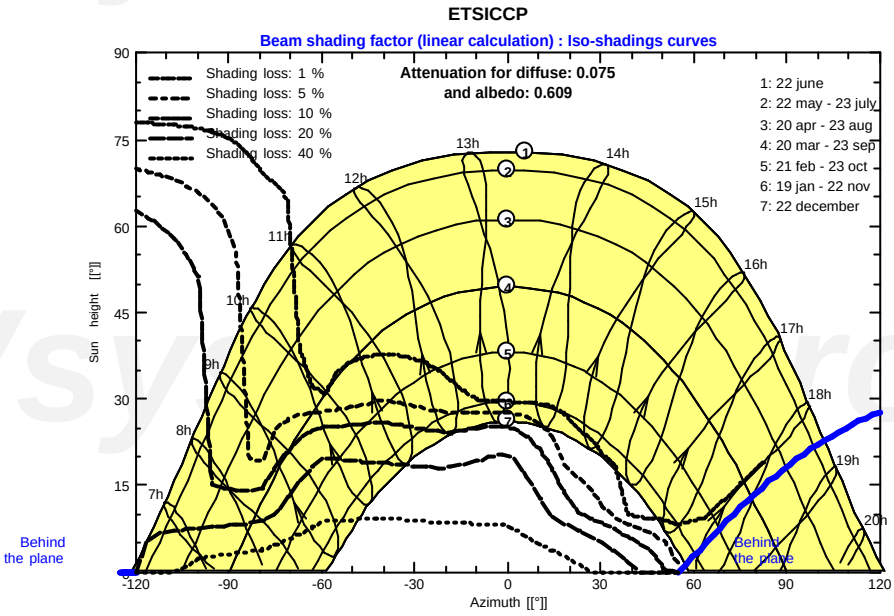
Simulation variant : **ETSICCP_B**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	180	Pnom total	**57.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSICCP**

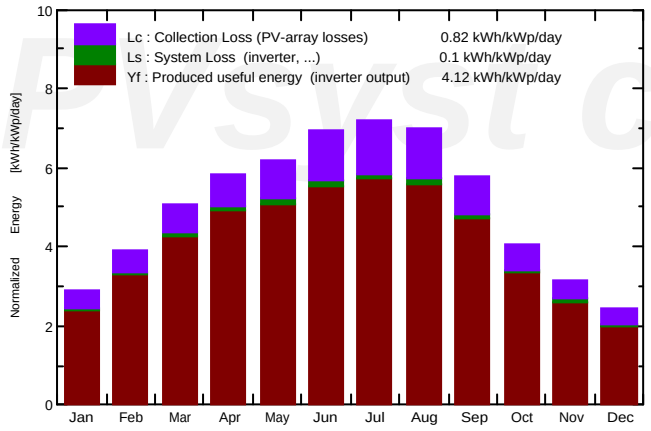
Simulation variant : **ETSICCP_B**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	180	Pnom total	**57.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

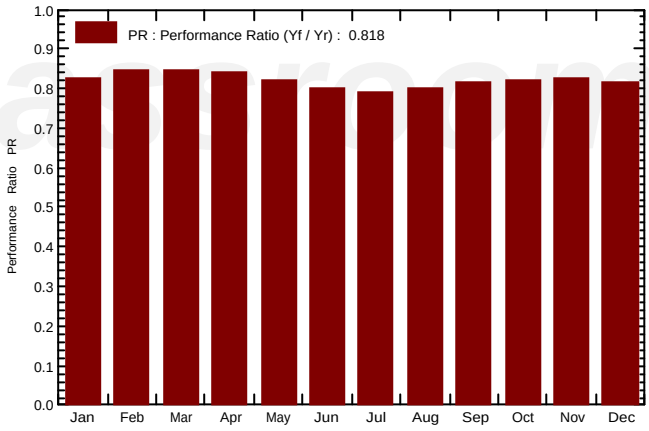
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**86.67 MWh/year**	Specific prod.	1505 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	81.80 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 57.6 kWp



Performance Ratio PR



ETSICCP_B

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	90.1	76.9	4.40	4.28	0.826
February	82.3	33.44	7.53	109.0	96.6	5.45	5.31	0.847
March	133.1	49.51	10.94	156.6	141.7	7.81	7.63	0.846
April	163.2	67.11	12.92	175.0	158.7	8.69	8.48	0.841
May	193.4	71.91	17.83	192.5	173.9	9.33	9.10	0.821
June	217.2	74.59	24.05	207.8	186.9	9.79	9.56	0.799
July	232.5	56.63	26.69	223.7	203.5	10.45	10.20	0.791
August	204.3	63.22	26.11	216.6	197.5	10.22	9.99	0.801
September	149.8	50.96	21.15	172.9	157.4	8.31	8.12	0.815
October	100.1	43.15	15.58	125.7	111.7	6.11	5.96	0.823
November	66.3	26.99	9.18	94.5	82.5	4.63	4.50	0.827
December	50.8	26.68	6.26	75.2	63.4	3.64	3.54	0.817
Year	1653.5	591.30	15.39	1839.4	1650.7	88.81	86.67	0.818

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

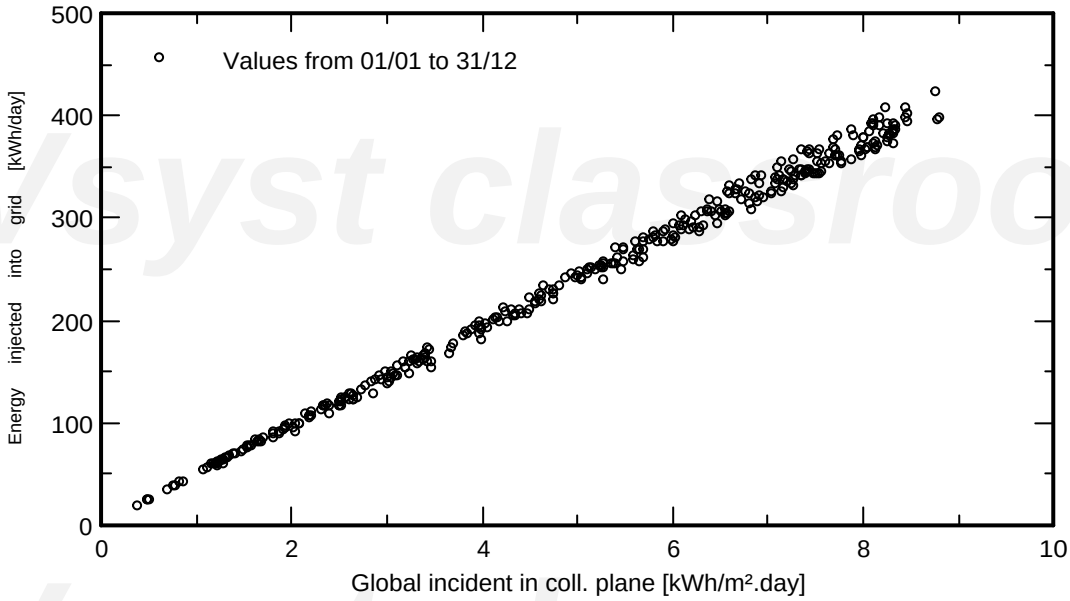
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSICCP**

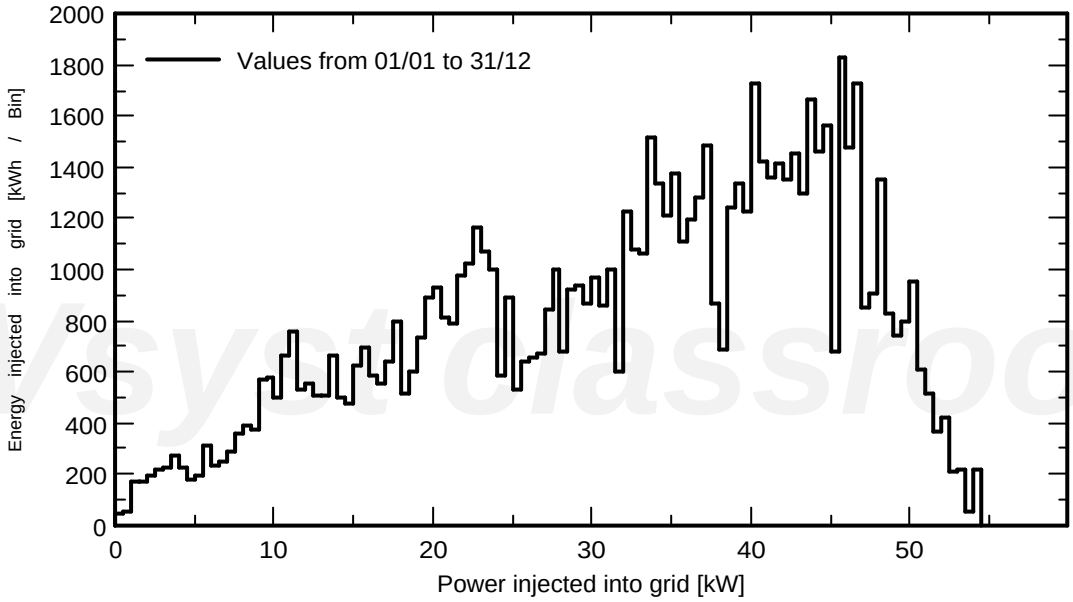
Simulation variant : **ETSICCP_B**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	180	Pnom total	**57.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

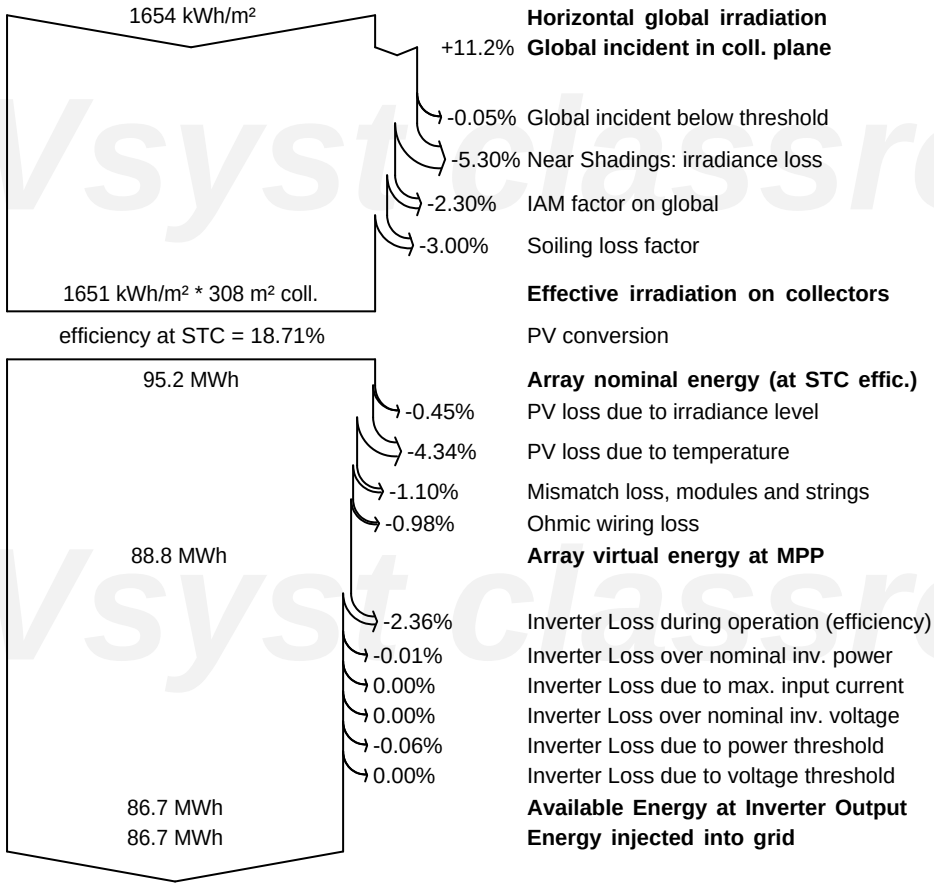
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSICCP**

Simulation variant : **ETSICCP_B**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	180	Pnom total	**57.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20		5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**55.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSICCP**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSICCP_C1,C2**

Simulation date 02/07/19 20h01

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**		
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	-35°
Sheds configuration	Nb. of sheds	19	Identical arrays	
	Sheds spacing	2.50 m	Collector width	1.04 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.1°	Ground cov. Ratio (GCR)	41.4 %
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (6 kinds of array defined)

PV module Si-mono Model **LG 320 N1K-A5**

Original PVsyst database Manufacturer LG Electronics

Sub-array "5kW-C1.1"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C1.2a"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C1.2b"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C1.3"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C1.4"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "5kW-C2"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**34 kWp**	Total	106 modules
	Module area	**182 m²**	Cell area	164 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Sub-array "5kW-C1.1"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C1.2a"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C1.2b"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C1.3"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C1.4"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C2"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Total	Nb. of inverters	6	Total Power	30 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

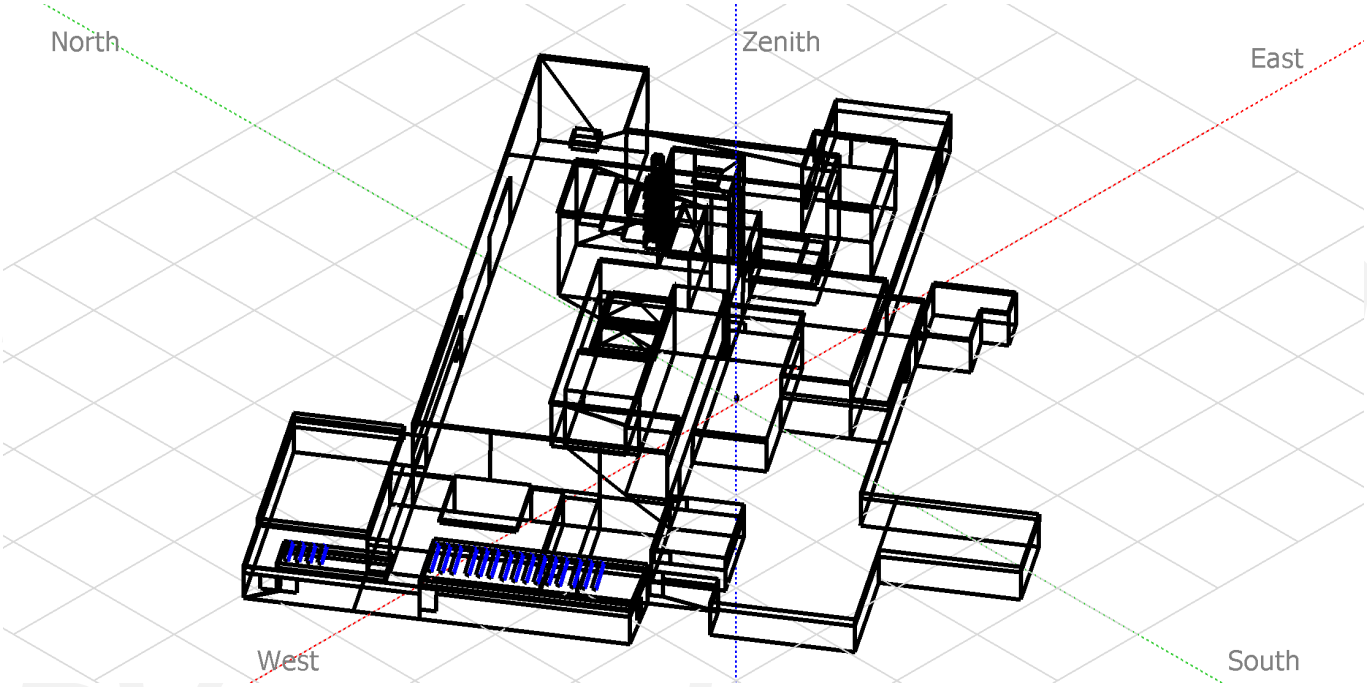
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSICCP**

Simulation variant : **ETSICCP_C1,C2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	106	Pnom total	**33.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

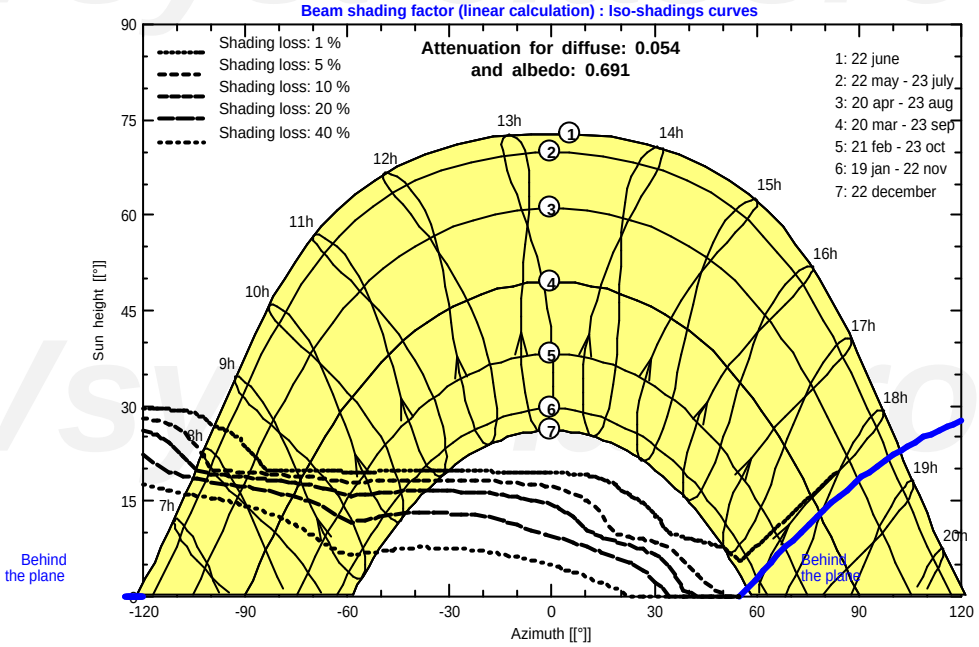
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

ETSICCP

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSICCP**

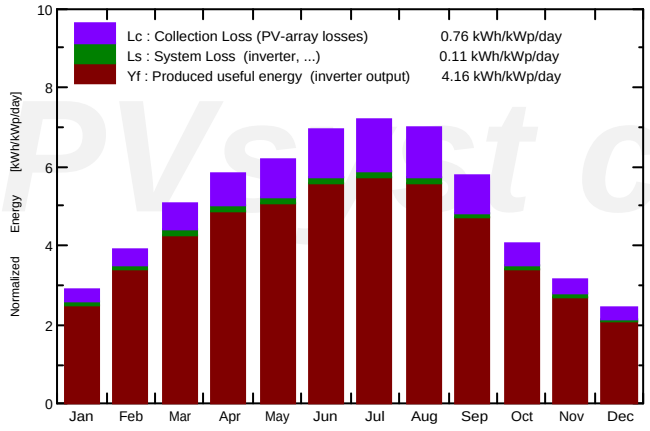
Simulation variant : **ETSICCP_C1,C2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	106	Pnom total	**33.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

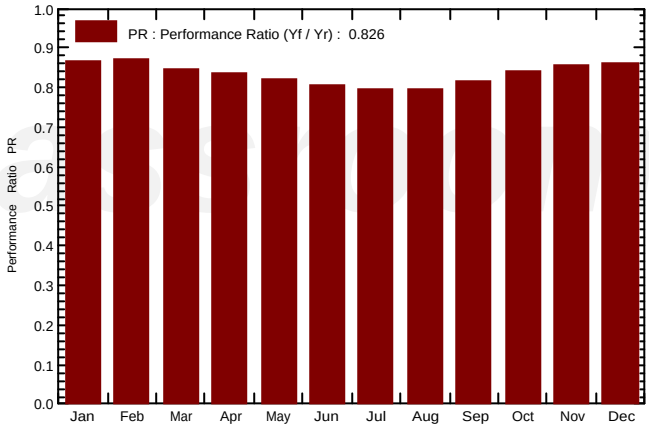
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**51.52 MWh/year**	Specific prod.	1519 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	82.58 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 33.9 kWp



Performance Ratio PR



ETSICCP_C1,C2

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	90.1	80.9	2.722	2.641	0.865
February	82.3	33.44	7.53	109.0	99.8	3.312	3.221	0.872
March	133.1	49.51	10.94	156.6	142.8	4.621	4.502	0.847
April	163.2	67.11	12.92	175.0	158.9	5.092	4.962	0.836
May	193.4	71.91	17.83	192.5	174.9	5.506	5.359	0.821
June	217.2	74.59	24.05	207.8	188.7	5.812	5.665	0.804
July	232.5	56.63	26.69	223.7	204.7	6.179	6.019	0.793
August	204.3	63.22	26.11	216.6	197.4	6.004	5.858	0.798
September	149.8	50.96	21.15	172.9	158.0	4.907	4.781	0.815
October	100.1	43.15	15.58	125.7	114.3	3.675	3.576	0.839
November	66.3	26.99	9.18	94.5	85.9	2.833	2.742	0.856
December	50.8	26.68	6.26	75.2	67.2	2.266	2.194	0.861
Year	1653.5	591.30	15.39	1839.4	1673.7	52.929	51.520	0.826

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

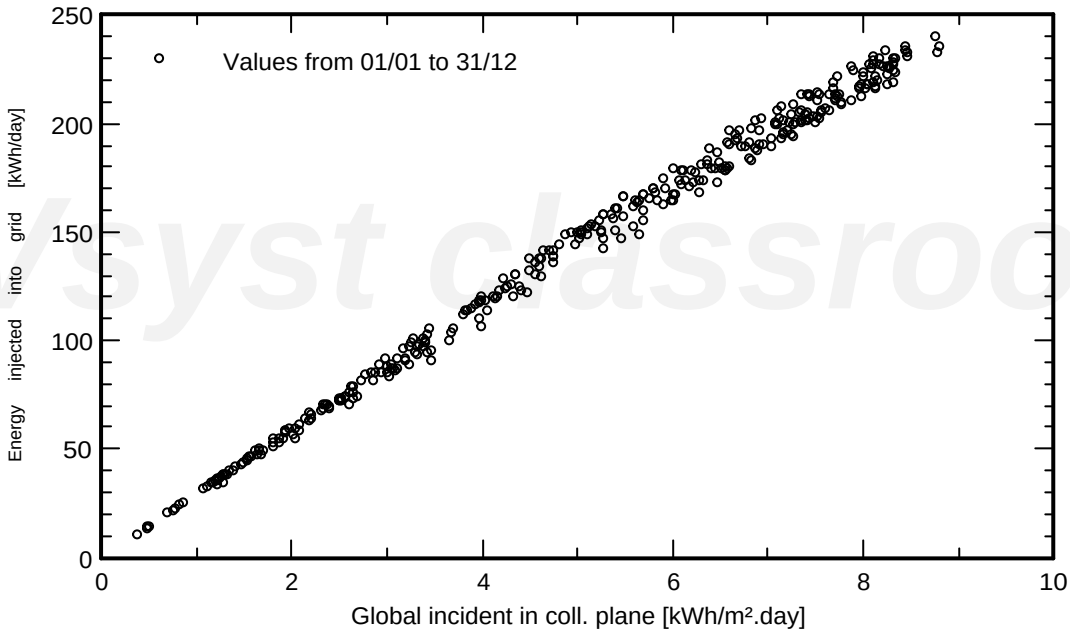
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSICCP**

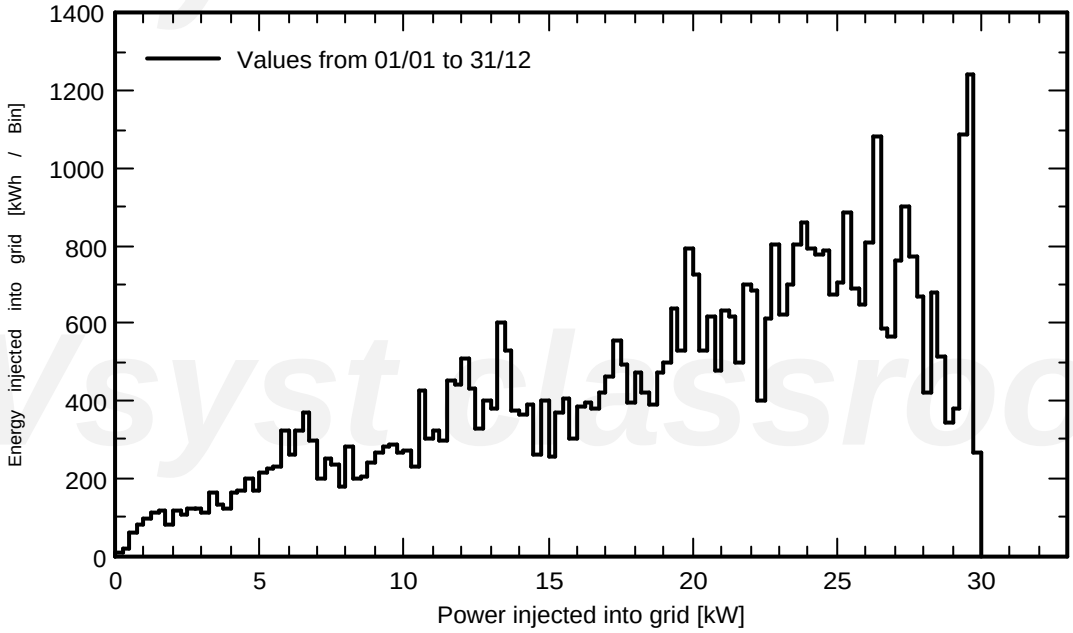
Simulation variant : **ETSICCP_C1,C2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	106	Pnom total	**33.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

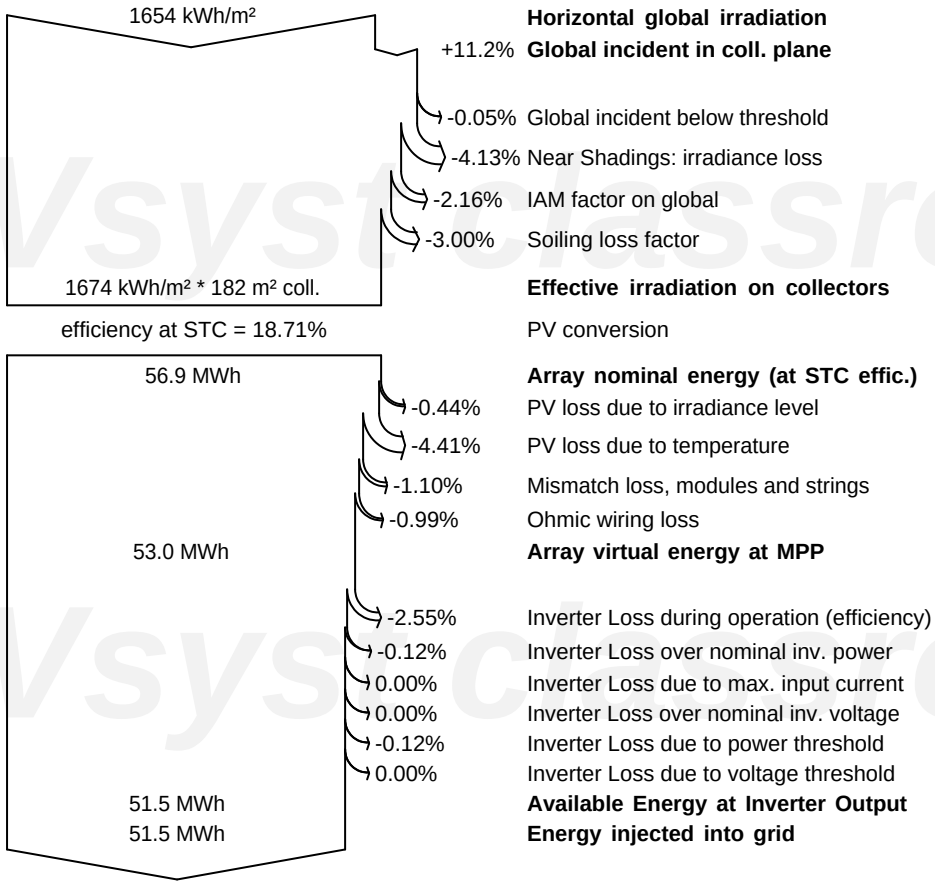
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSICCP**

Simulation variant : **ETSICCP_C1,C2**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	106	Pnom total	**33.9 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSICCP**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSICCP_C3**

Simulation date 02/07/19 20h16

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**		
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	-35°
Sheds configuration	Nb. of sheds	18	Identical arrays	
	Sheds spacing	4.00 m	Collector width	1.71 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.8°	Ground cov. Ratio (GCR)	42.6 %
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (6 kinds of array defined)

PV module Si-mono Model **LG 320 N1K-A5**

Original PVsyst database Manufacturer LG Electronics

Sub-array "5kW-C3.1a"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C3.1b"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C3.2a"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C3.2b"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "5kW-C3.3a"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "5kW-C3.3b"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**35 kWp**	Total	108 modules
	Module area	**185 m²**	Cell area	167 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Sub-array "5kW-C3.1a"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C3.1b"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C3.2a"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C3.2b"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C3.3a"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C3.3b"	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Total	Nb. of inverters	6	Total Power	30 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

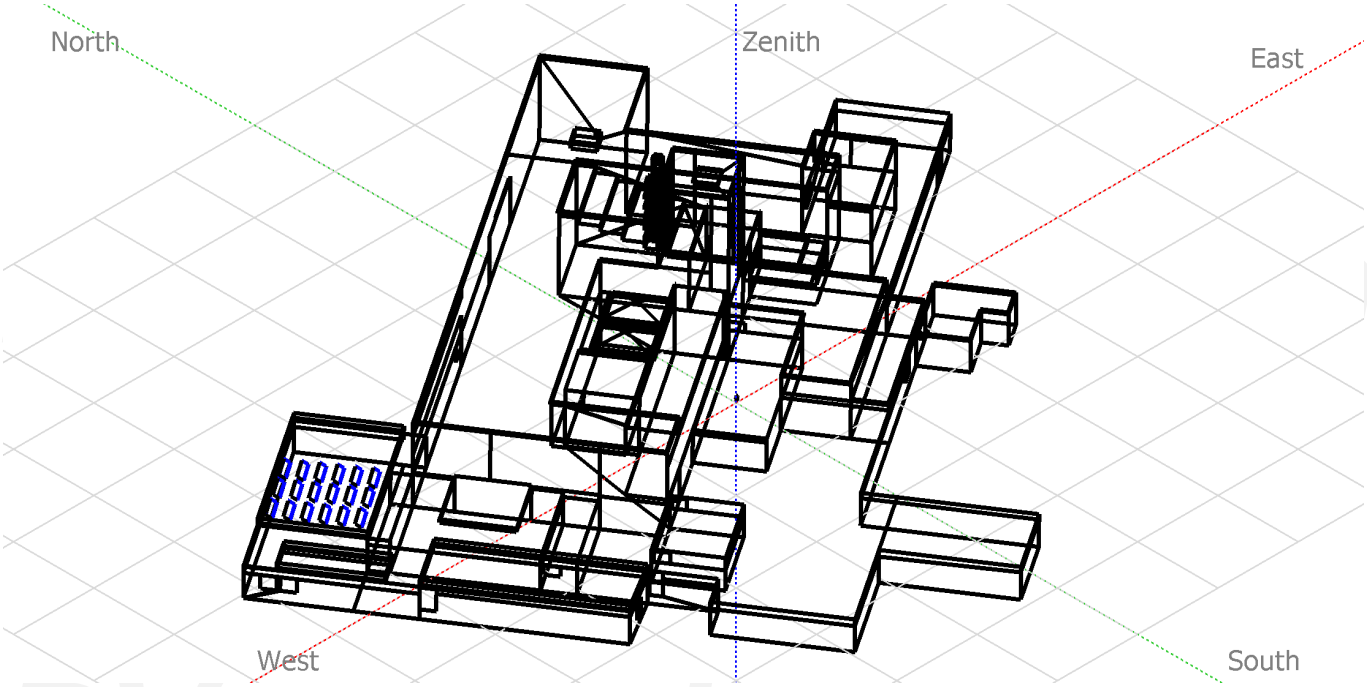
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSICCP**

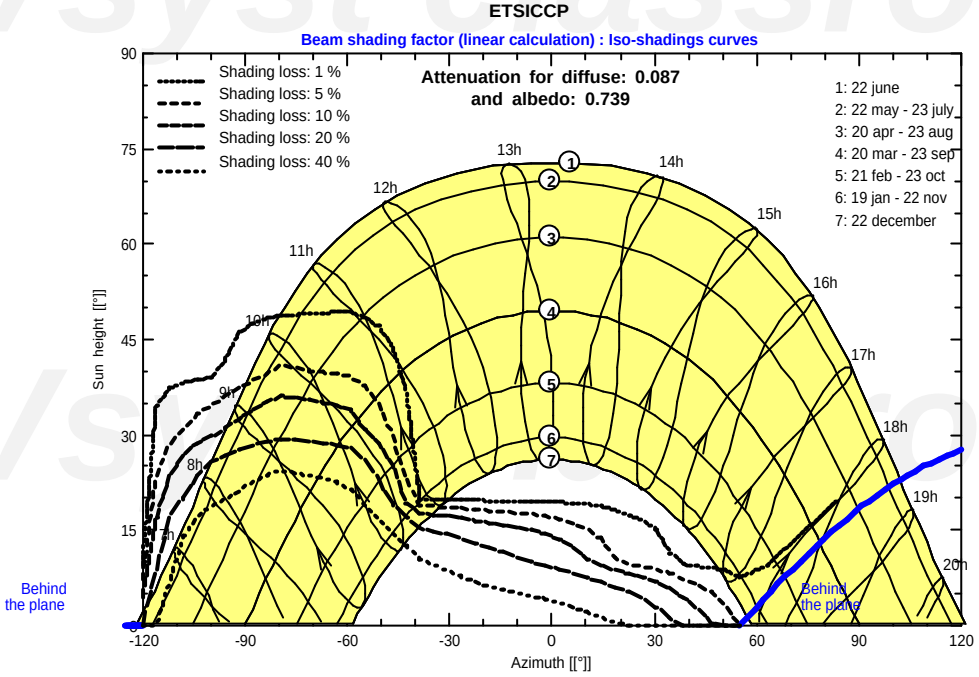
Simulation variant : **ETSICCP_C3**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSICCP**

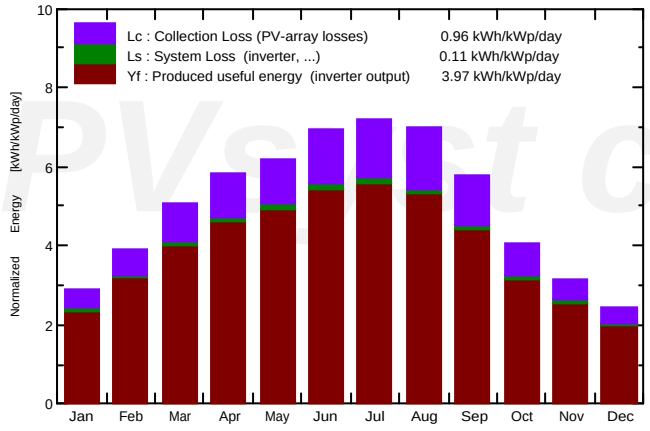
Simulation variant : **ETSICCP_C3**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

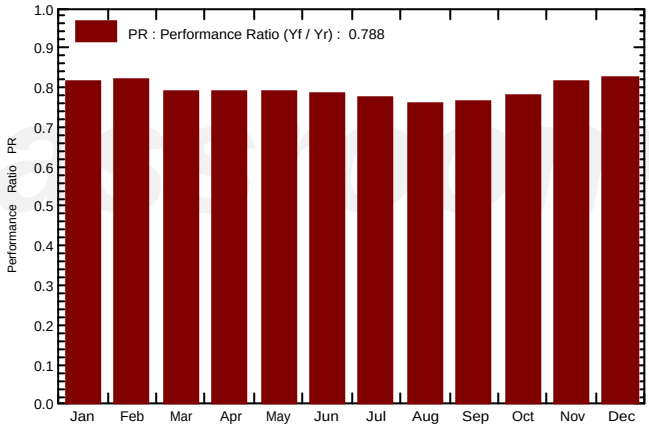
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**50.08 MWh/year**	Specific prod.	1449 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	78.78 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 34.6 kWp



Performance Ratio PR



ETSICCP_C3

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	90.1	76.5	2.617	2.537	0.815
February	82.3	33.44	7.53	109.0	94.0	3.174	3.085	0.819
March	133.1	49.51	10.94	156.6	133.5	4.396	4.280	0.791
April	163.2	67.11	12.92	175.0	150.7	4.919	4.791	0.792
May	193.4	71.91	17.83	192.5	168.6	5.413	5.268	0.792
June	217.2	74.59	24.05	207.8	184.7	5.800	5.655	0.788
July	232.5	56.63	26.69	223.7	199.8	6.149	5.990	0.775
August	204.3	63.22	26.11	216.6	188.4	5.841	5.697	0.761
September	149.8	50.96	21.15	172.9	148.6	4.700	4.576	0.766
October	100.1	43.15	15.58	125.7	106.7	3.491	3.394	0.781
November	66.3	26.99	9.18	94.5	82.0	2.753	2.663	0.816
December	50.8	26.68	6.26	75.2	64.6	2.217	2.144	0.826
Year	1653.5	591.30	15.39	1839.4	1597.9	51.470	50.081	0.788

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

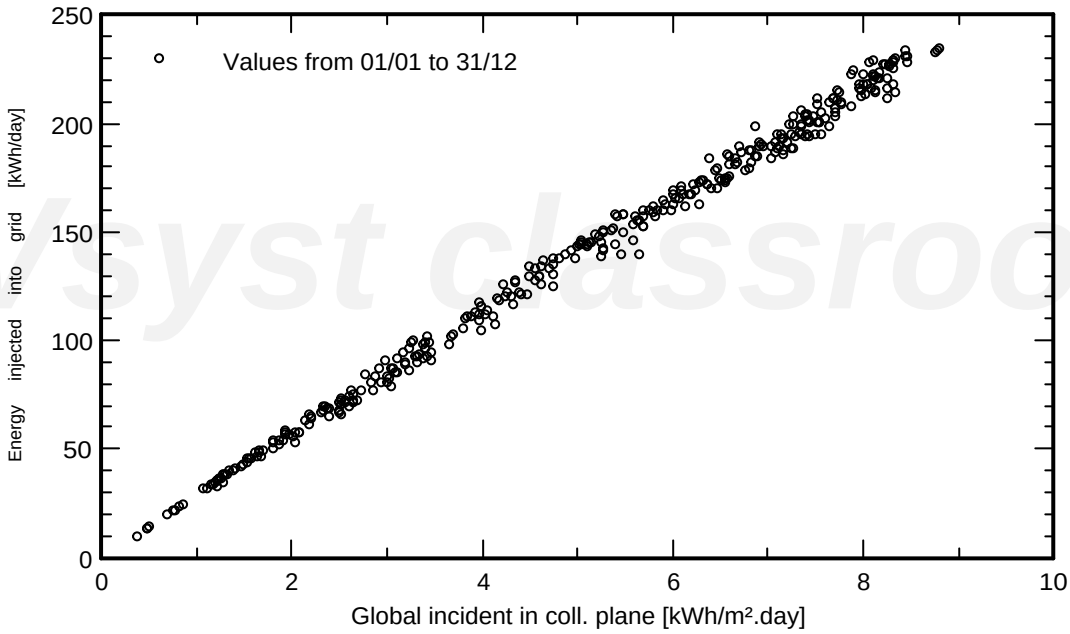
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSICCP**

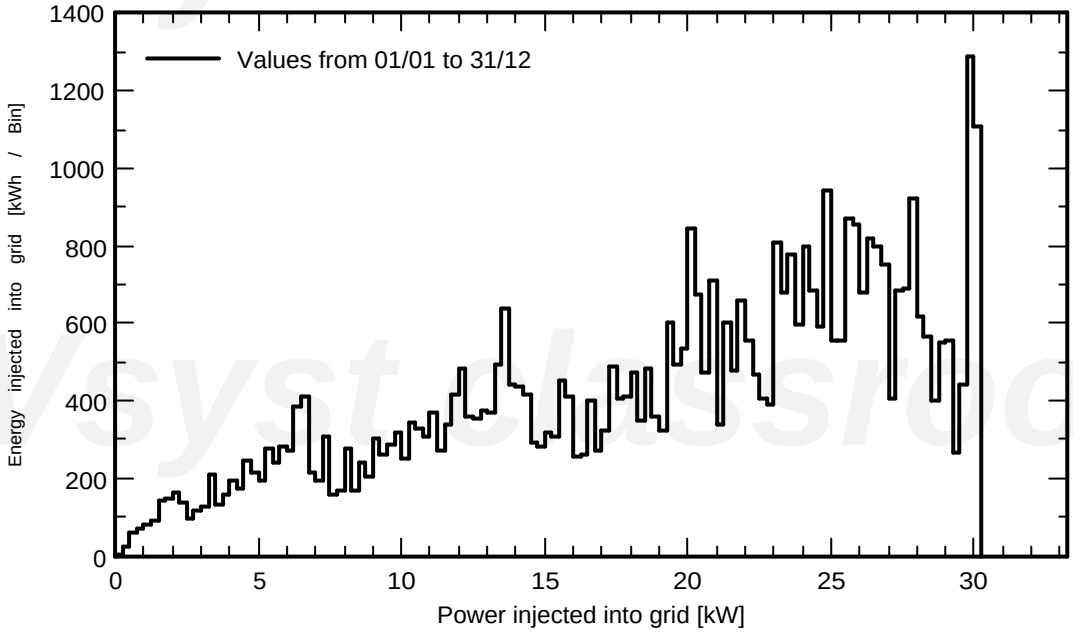
Simulation variant : **ETSICCP_C3**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

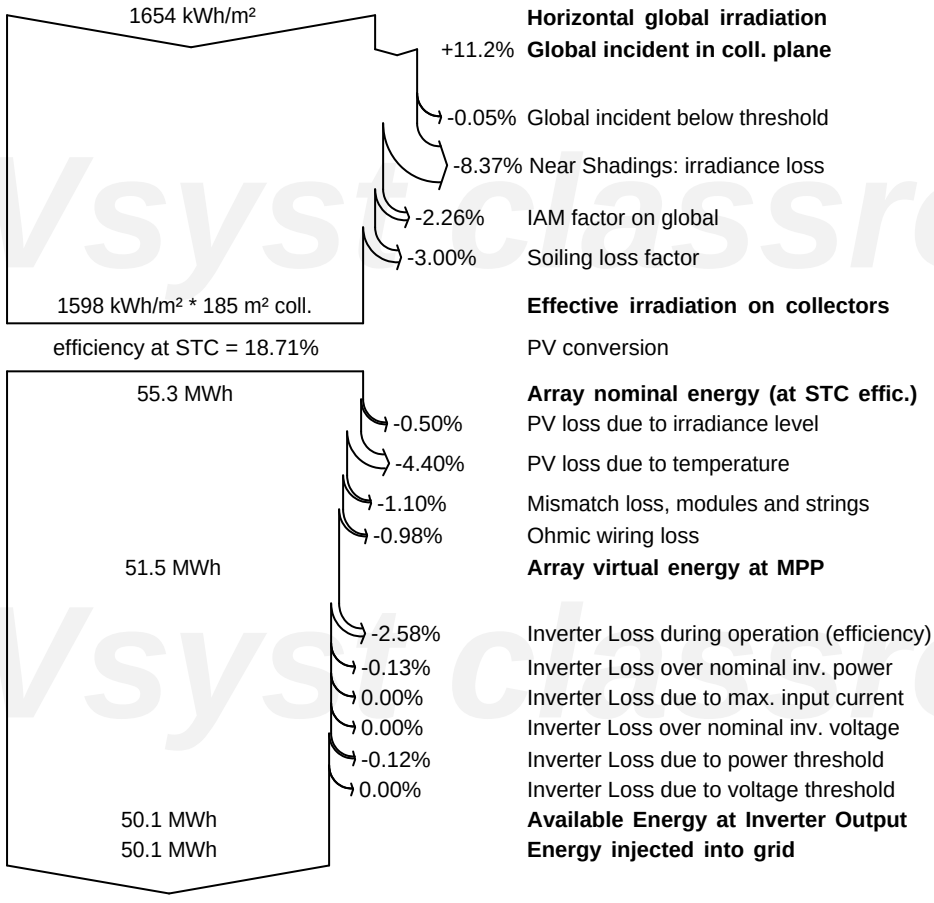
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSICCP**

Simulation variant : **ETSICCP_C3**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-35°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	108	Pnom total	**34.6 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**30.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSIAE**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSIAE_edificiosAyC**

	Simulation date	25/06/19 11h48

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**			
Collector Plane Orientation	Tilt	30°		Azimuth	-30°
Sheds configuration	Nb. of sheds	27		Identical arrays	
	Sheds spacing	2.50 m		Collector width	1.04 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.1°		Ground cov. Ratio (GCR)	41.4 %
Models used	Transposition	Perez		Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
User's needs :	Unlimited load (grid)				

PV Arrays Characteristics (6 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**	
Original PVsyst database		Manufacturer	LG Electronics	

Sub-array "5kW-A1.1"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	9.6 A

Sub-array "15kW-A1.2yA1.3"

Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	48	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**15.36 kWp**	At operating cond.	13.96 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	487 V	I mpp	29 A

Sub-array "20kW-A2"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A

Sub-array "20kW-C1"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**23.04 kWp**	At operating cond.	20.94 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	38 A

Sub-array "5kW-C2.1"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "5kW-C2.2"

Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	18	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**5.76 kWp**	At operating cond.	5.23 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	548 V	I mpp	9.6 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**78 kWp**	Total	244 modules
	Module area	**418 m²**	Cell area	378 m²

Sub-array "5kW-A1.1" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Sub-array "15kW-A1.2yA1.3" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 15000TL-10**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	150-800 V	Unit Nom. Power	15.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.80	Total Power	15.0 kWac
			Pnom ratio	1.02
Sub-array "20kW-A2" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "20kW-C1" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C2.1" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Sub-array "5kW-C2.2" : Inverter	Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
			Pnom ratio	1.15
Total	Nb. of inverters	6	Total Power	70 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	280 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	236 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6	946 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom
PVsyst classroom
PVsyst classroom
PVsyst classroom

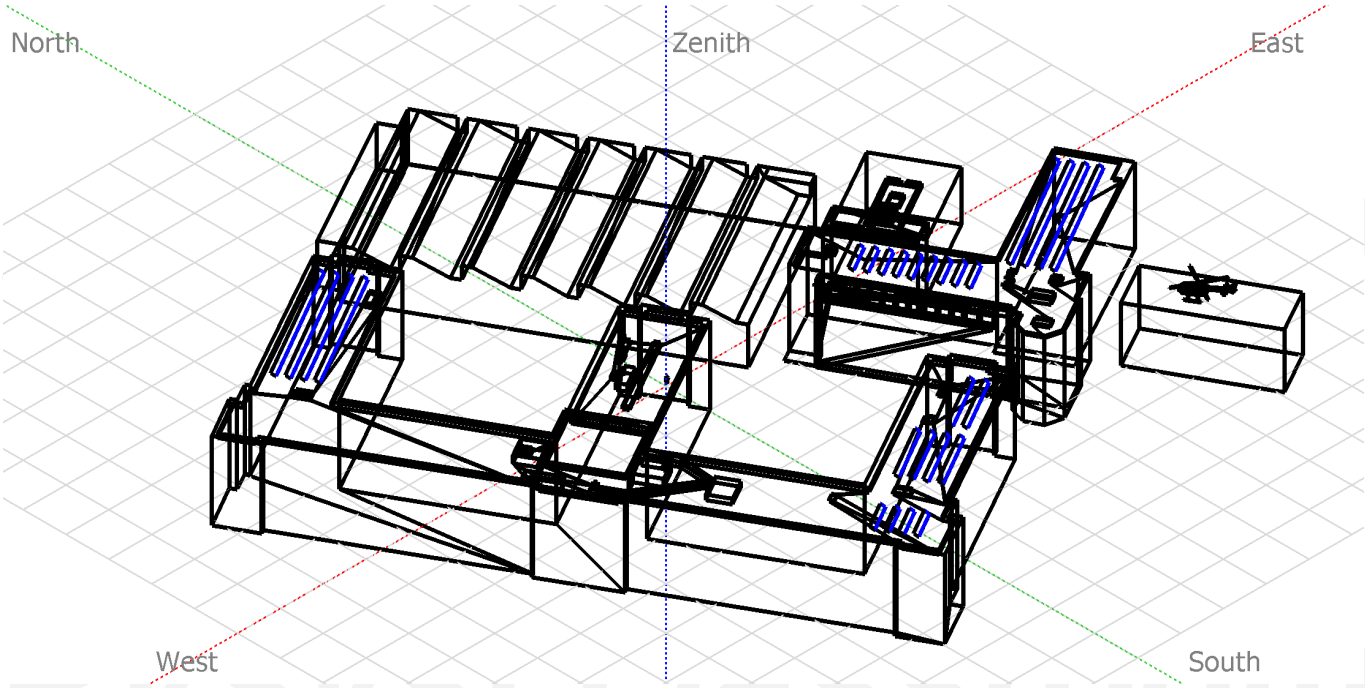
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSIAE**

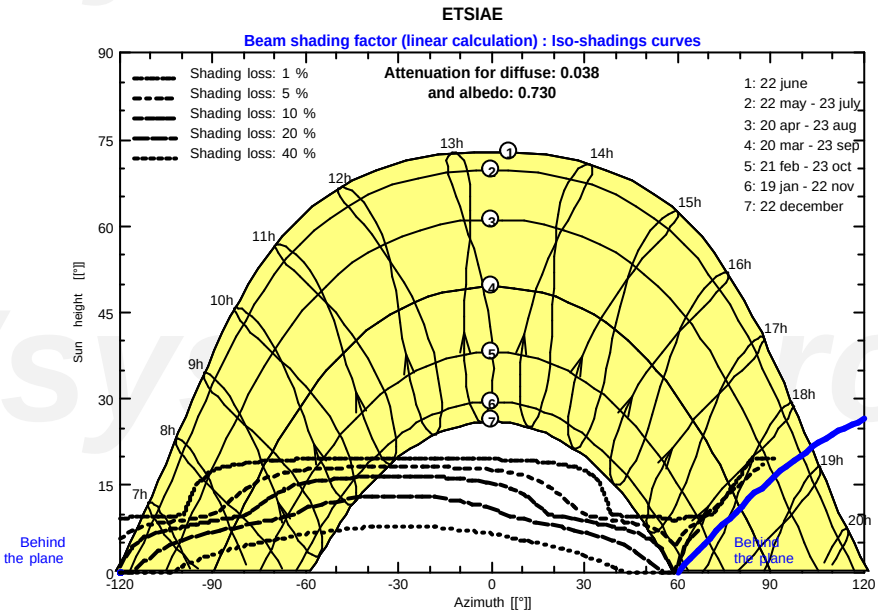
Simulation variant : **ETSIAE_edificiosAyC**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	244	Pnom total	**78.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**70.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSIAE**

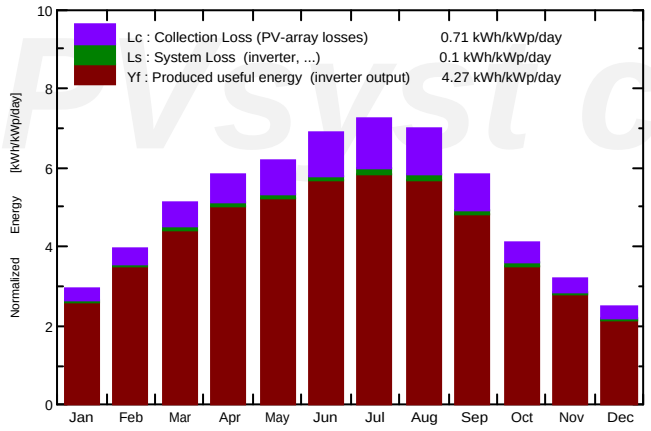
Simulation variant : **ETSIAE_edificiosAyC**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**			
Near Shadings	Linear shadings				
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-30°	
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp	
PV Array	Nb. of modules	244	Pnom total	**78.1 kWp**	
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac	
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac	
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac	
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**70.0 kW ac**	
User's needs	Unlimited load (grid)				

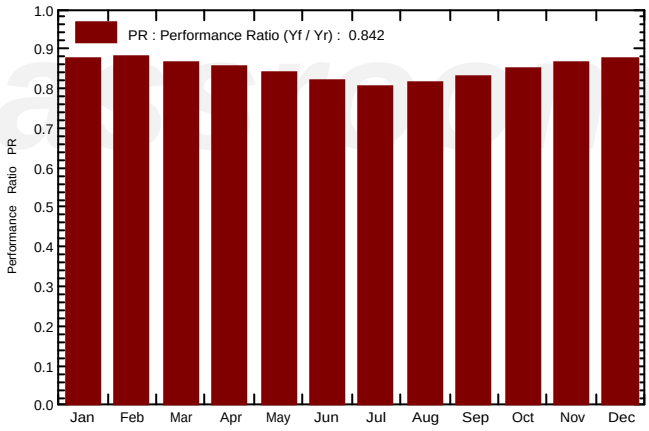
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**121.8 MWh/year**	Specific prod.	1560 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	84.17 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 78.1 kWp



Performance Ratio PR



ETSIAE_edificiosAyC

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	91.9	83.2	6.43	6.29	0.877
February	82.3	33.44	7.53	111.1	102.5	7.82	7.65	0.882
March	133.1	49.51	10.94	158.4	146.7	10.93	10.69	0.864
April	163.2	67.11	12.92	175.6	162.4	11.99	11.73	0.856
May	193.4	71.91	17.83	192.2	177.8	12.90	12.61	0.840
June	217.2	74.59	24.05	207.5	191.3	13.57	13.27	0.819
July	232.5	56.63	26.69	224.2	208.1	14.47	14.14	0.808
August	204.3	63.22	26.11	216.9	201.5	14.12	13.81	0.815
September	149.8	50.96	21.15	174.6	162.0	11.58	11.32	0.831
October	100.1	43.15	15.58	127.7	117.5	8.69	8.50	0.853
November	66.3	26.99	9.18	96.7	88.5	6.71	6.55	0.868
December	50.8	26.68	6.26	76.7	69.2	5.37	5.24	0.875
Year	1653.5	591.30	15.39	1853.5	1710.8	124.58	121.81	0.842

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

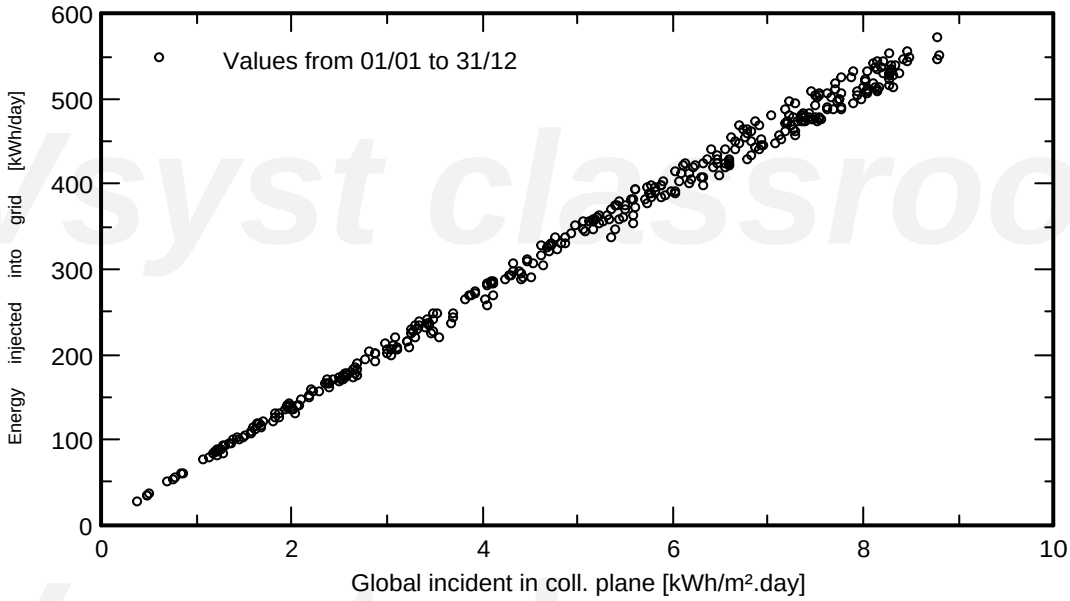
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSIAE**

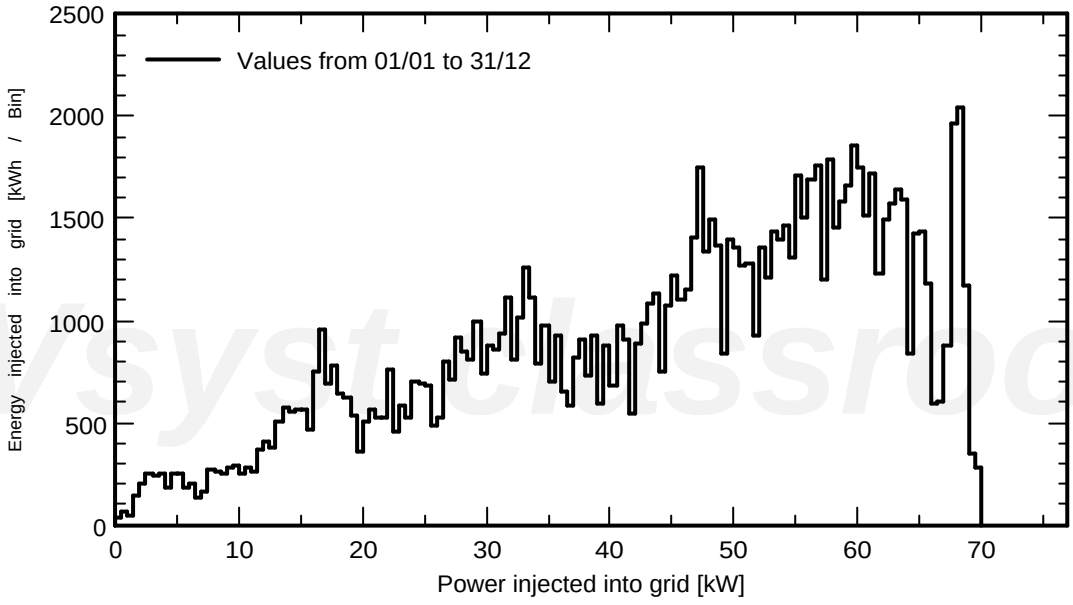
Simulation variant : **ETSIAE_edificiosAyC**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	244	Pnom total	**78.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**70.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

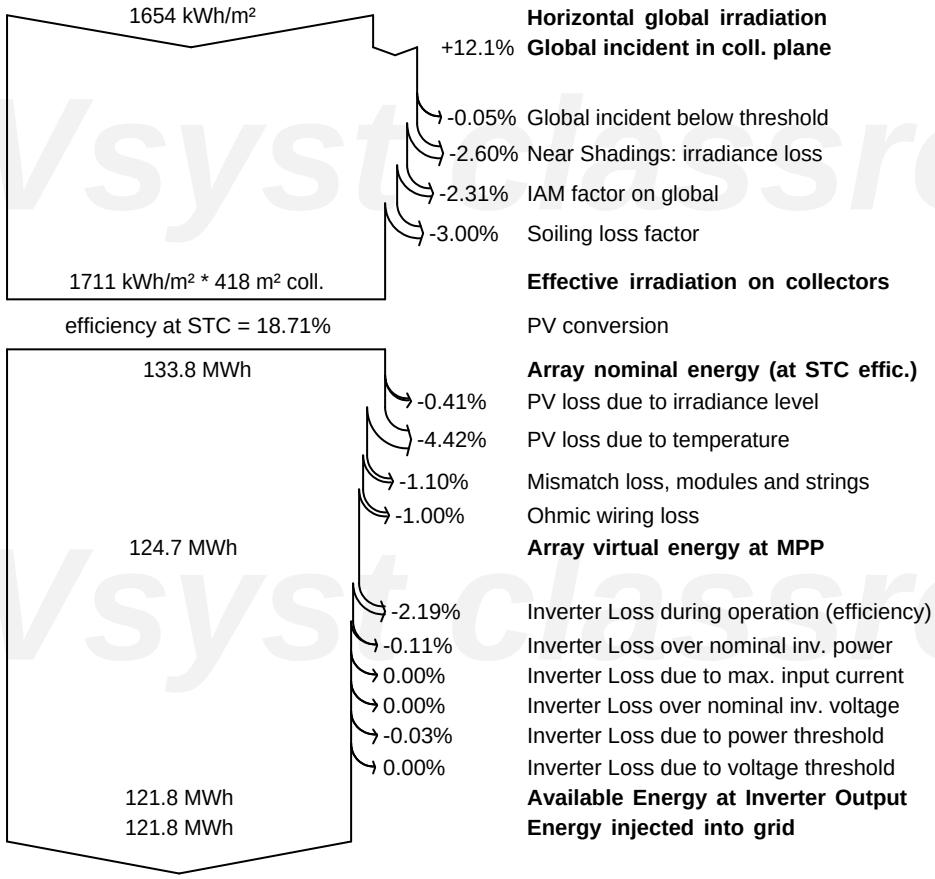
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSIAE**

Simulation variant : **ETSIAE_edificiosAyC**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	244	Pnom total	**78.1 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 15000TL-10	Pnom	15.00 kW ac
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30	Pnom	20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**70.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSIAE**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSIAE_B**

Simulation date 01/07/19 21h03

Simulation parameters	System type	**Building system**		
Collector Plane Orientation	Tilt	24°	Azimuth	-30°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (5 kinds of array defined)

PV module Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database	Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "20kW-B1"				
Number of PV modules	In series	22 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	66	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond.	19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	29 A
Sub-array "20kW-B2"				
Number of PV modules	In series	22 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	66	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond.	19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	29 A
Sub-array "20kW-B3"				
Number of PV modules	In series	22 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	66	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond.	19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	29 A
Sub-array "20kW-B4"				
Number of PV modules	In series	22 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	66	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond.	19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	29 A
Sub-array "20kW-B5"				
Number of PV modules	In series	22 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	66	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond.	19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	670 V	I mpp	29 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	**106 kWp**	Total	330 modules
	Module area	**565 m²**	Cell area	511 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**		
Original PVsyst database	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "20kW-B1"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Sub-array "20kW-B2"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Sub-array "20kW-B3"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Sub-array "20kW-B4"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Sub-array "20kW-B5"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Total	Nb. of inverters	5	Total Power	100 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

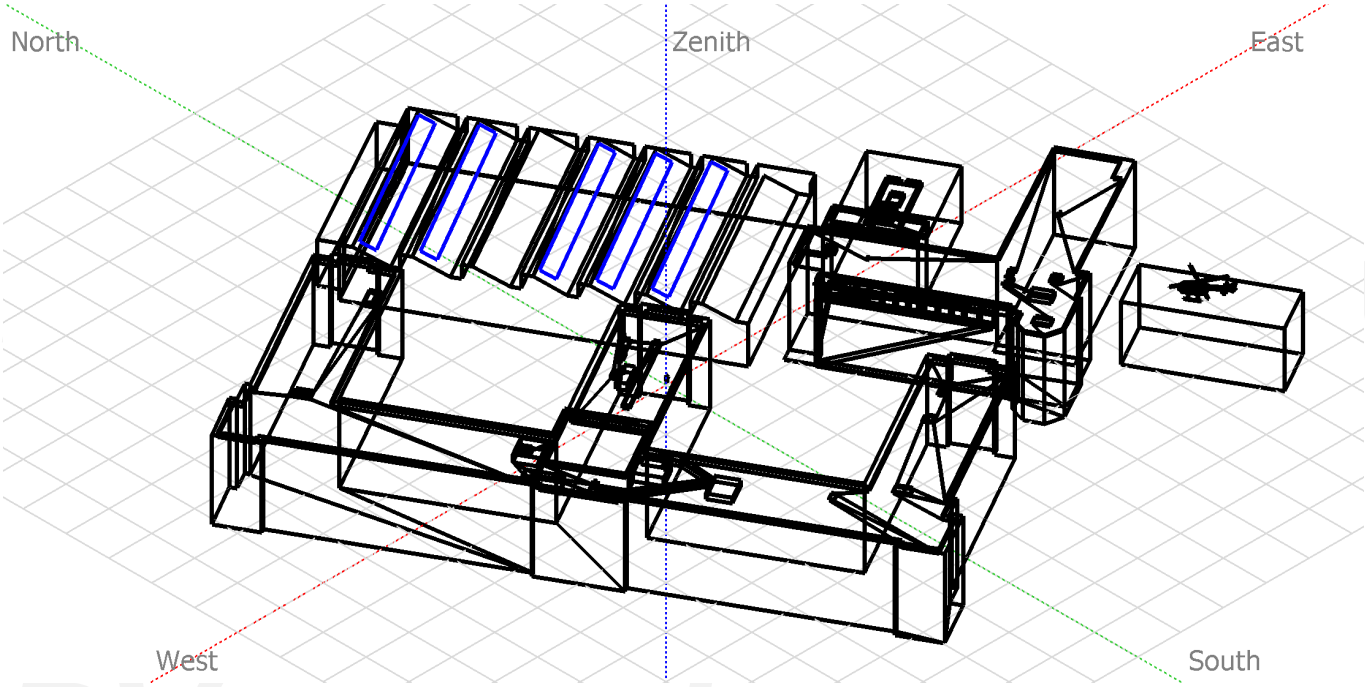
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSIAE**

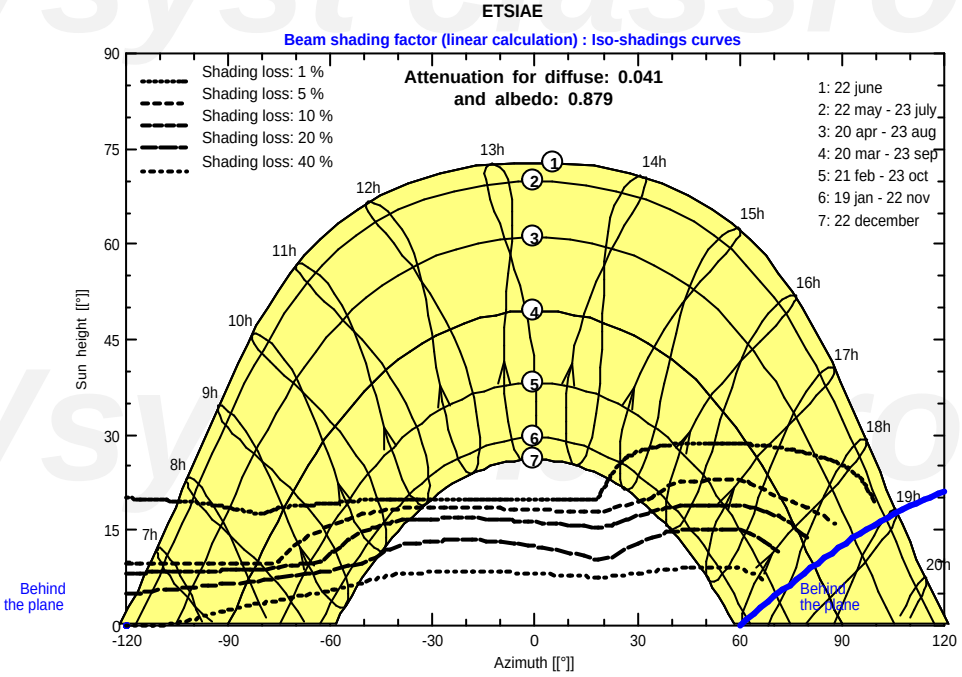
Simulation variant : **ETSIAE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	24°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	330	Pnom total	**106 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	**100 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSIAE**

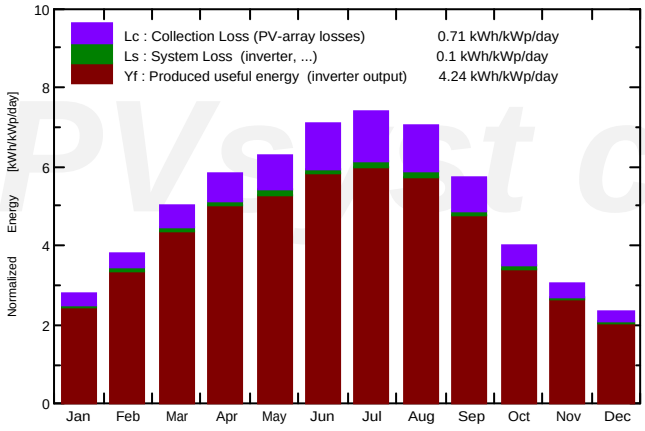
Simulation variant : **ETSIAE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	24°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	330	Pnom total	**106 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	**100 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

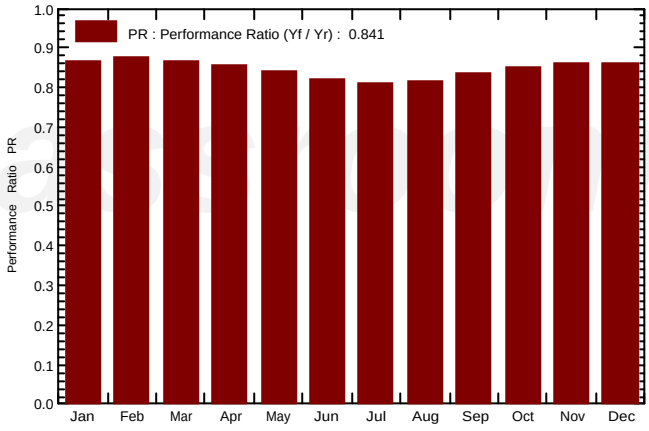
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**163.6 MWh/year**	Specific prod.	1549 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	84.09 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 106 kWp



Performance Ratio PR



ETSIAE_B

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	87.0	77.9	8.18	7.97	0.868
February	82.3	33.44	7.53	107.1	98.4	10.18	9.94	0.879
March	133.1	49.51	10.94	155.6	144.2	14.59	14.25	0.868
April	163.2	67.11	12.92	175.7	162.4	16.30	15.93	0.859
May	193.4	71.91	17.83	195.4	180.6	17.74	17.34	0.840
June	217.2	74.59	24.05	212.7	196.4	18.82	18.41	0.820
July	232.5	56.63	26.69	229.5	213.4	20.05	19.61	0.809
August	204.3	63.22	26.11	218.0	202.4	19.18	18.78	0.816
September	149.8	50.96	21.15	172.3	159.9	15.50	15.16	0.834
October	100.1	43.15	15.58	124.2	114.0	11.44	11.18	0.852
November	66.3	26.99	9.18	92.1	83.4	8.59	8.37	0.861
December	50.8	26.68	6.26	72.7	64.7	6.80	6.63	0.863
Year	1653.5	591.31	15.39	1842.3	1697.6	167.35	163.59	0.841

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

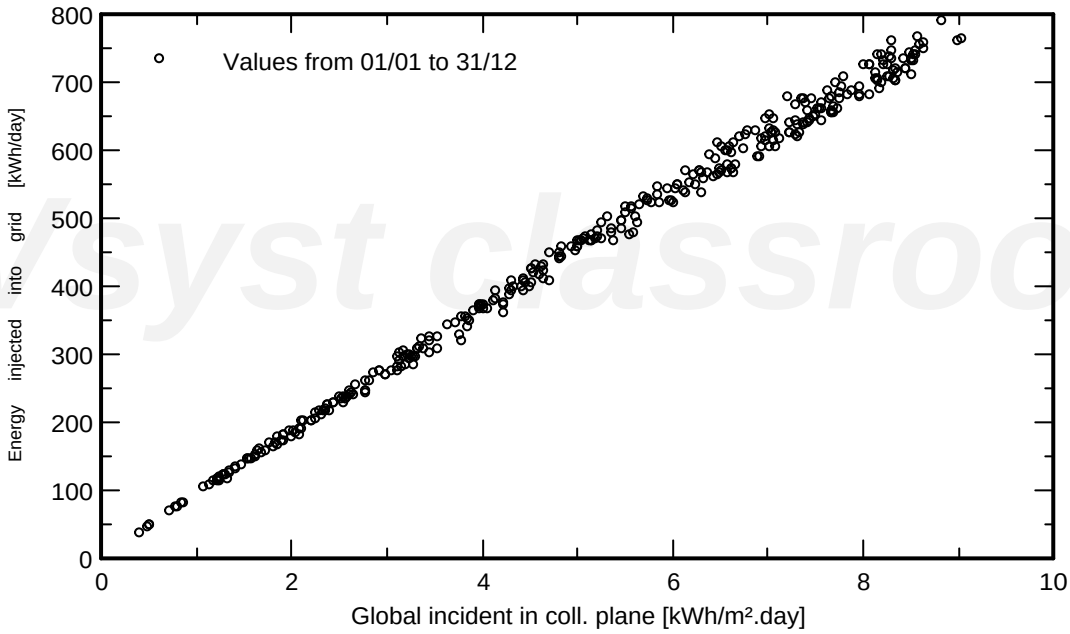
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSIAE**

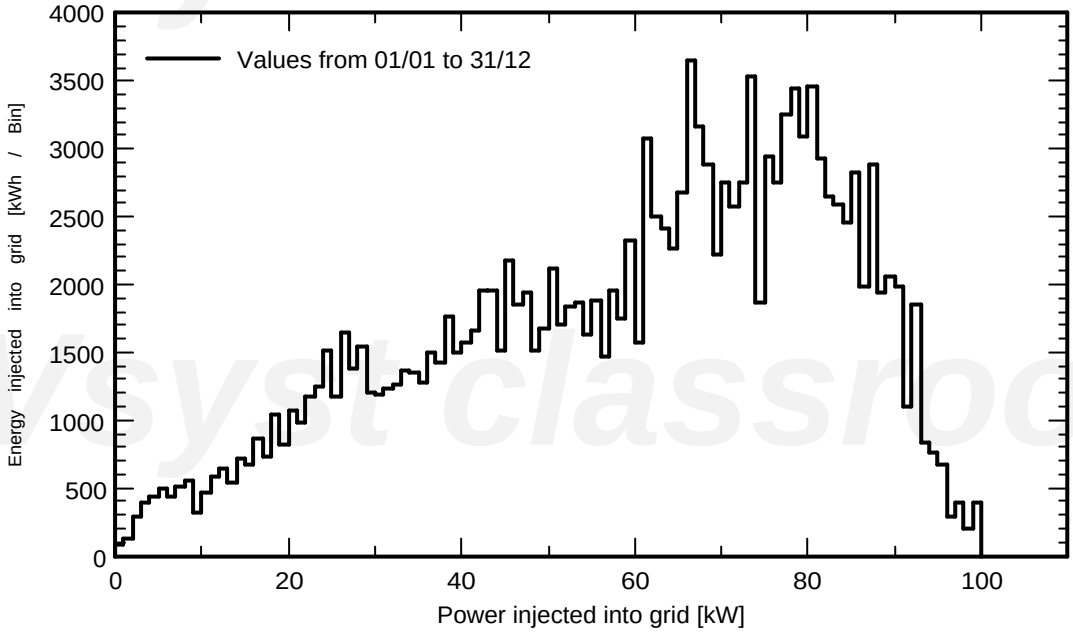
Simulation variant : **ETSIAE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	24°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	330	Pnom total	**106 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	**100 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

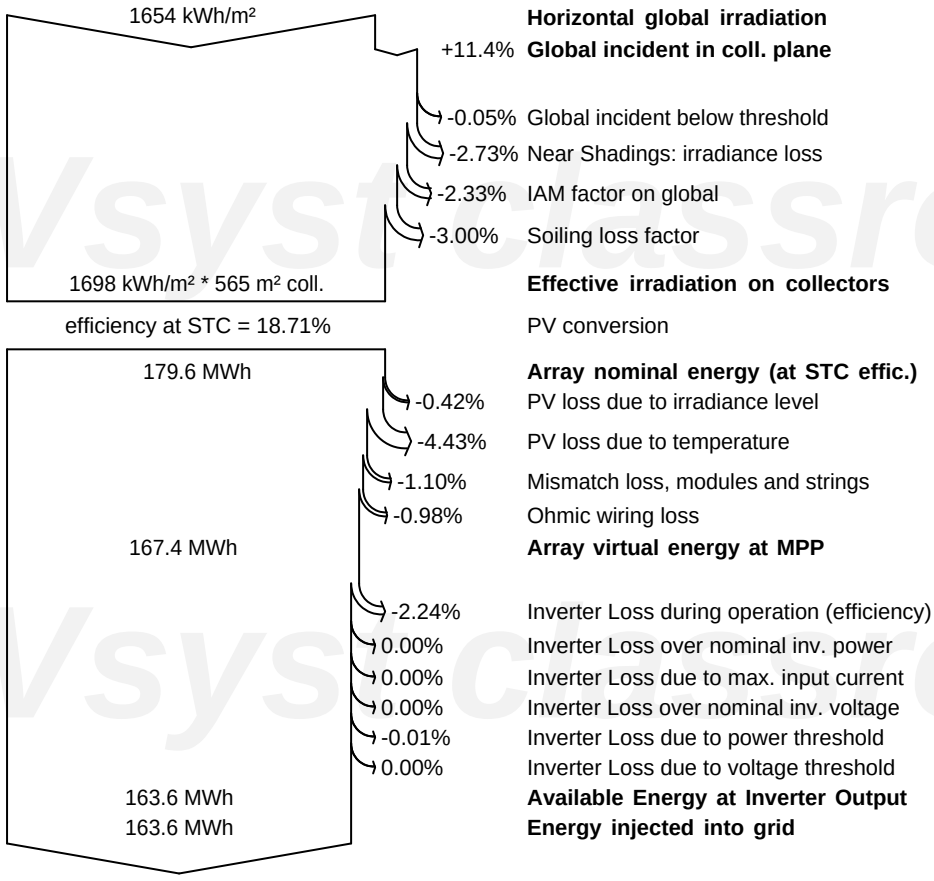
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSIAE**

Simulation variant : **ETSIAE_B**

Main system parameters	System type	**Building system**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	24°	azimuth	-30°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	330	Pnom total	**106 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	**100 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSIN**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSIN_A**

	Simulation date	24/06/19 18h29

Simulation parameters	System type	**Sheds, single array**		
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	-40°
Sheds configuration	Nb. of sheds	9	Single array	
	Sheds spacing	3.75 m	Collector width	1.71 m
Inactive band	Top	0.02 m	Bottom	0.02 m
Shading limit angle	Limit profile angle	20.9°	Ground cov. Ratio (GCR)	45.5 %
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**	
Original PVsyst database		Manufacturer	LG Electronics	
Sub-array "20kW-1"				
Number of PV modules		In series	22 modules	In parallel 3 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	66	Unit Nom. Power 320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond. 19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	670 V	I mpp 29 A
Sub-array "20kW-2"				
Number of PV modules		In series	22 modules	In parallel 3 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	66	Unit Nom. Power 320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond. 19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	670 V	I mpp 29 A
Sub-array "20kW-3"				
Number of PV modules		In series	22 modules	In parallel 3 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	66	Unit Nom. Power 320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**21.12 kWp**	At operating cond. 19.19 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	670 V	I mpp 29 A
Total	Arrays global power	Nominal (STC)	**63 kWp**	Total 198 modules
		Module area	**339 m²**	Cell area 307 m²

Inverter		Model	**Sunny Tripower 20000TL-30**	
Original PVsyst database		Manufacturer	SMA	
Characteristics		Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power 20.0 kWac
Sub-array "20kW-1"		Nb. of inverters	1 units	Total Power 20 kWac
				Pnom ratio 1.06
Sub-array "20kW-2"		Nb. of inverters	1 units	Total Power 20 kWac
				Pnom ratio 1.06

PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "20kW-3"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.06
Total	Nb. of inverters	3	Total Power	60 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	385 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

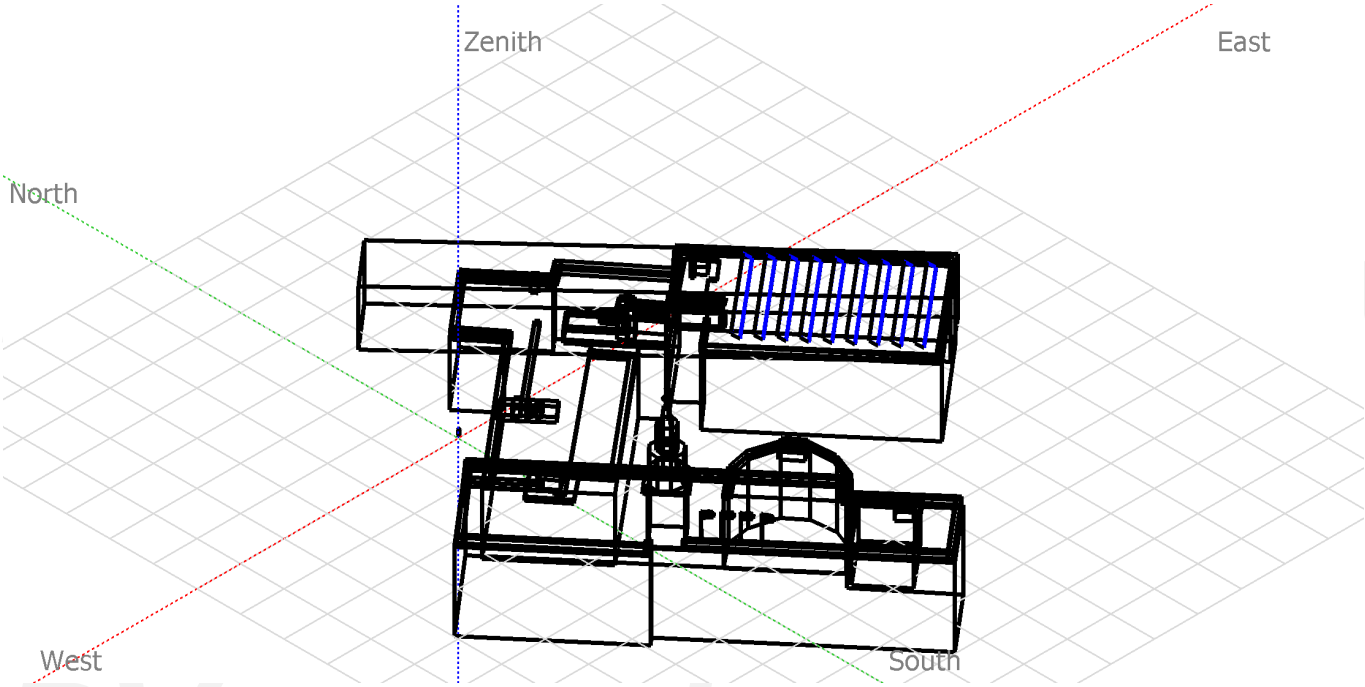
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSIN**

Simulation variant : **ETSIN_A**

Main system parameters	System type	**Sheds, single array**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	198	Pnom total	**63.4 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

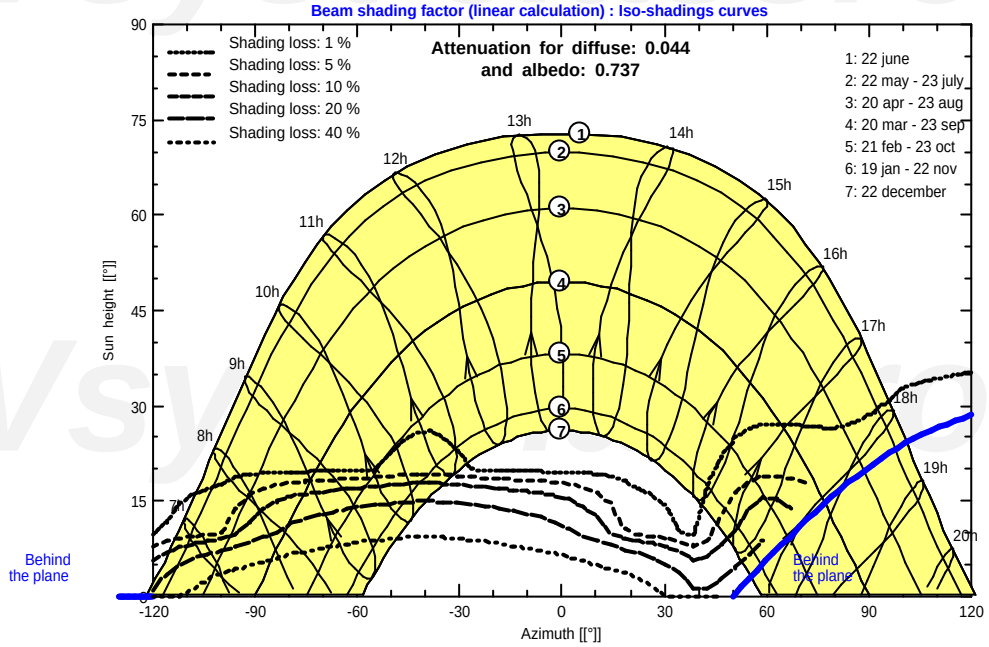
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

ETSIN

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves



PVsyst Classroom

Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSIN**

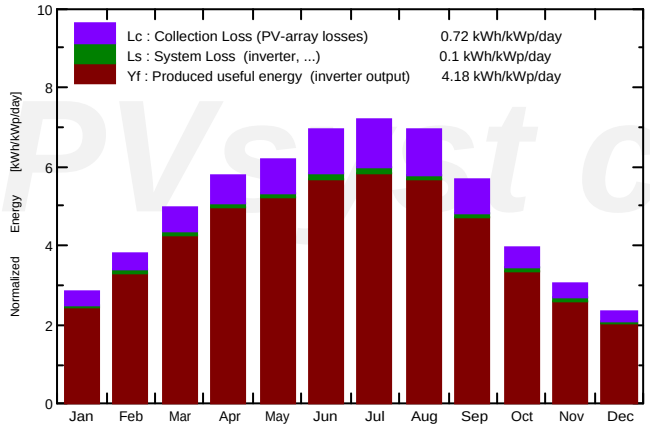
Simulation variant : **ETSIN_A**

Main system parameters	System type	**Sheds, single array**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	198	Pnom total	**63.4 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

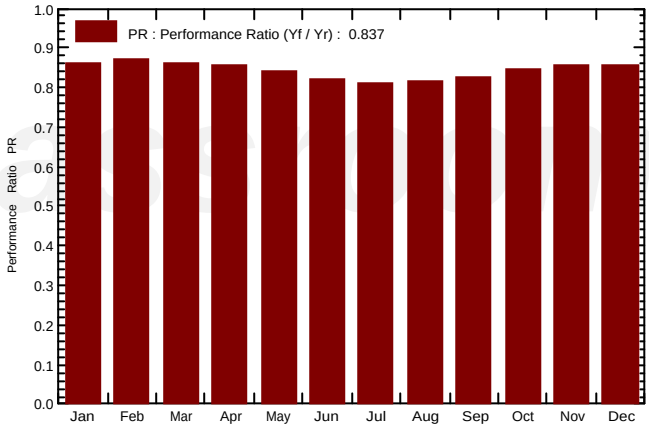
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**96.78 MWh/year**	Specific prod.	1527 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	83.75 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 63.4 kWp



Performance Ratio PR



ETSIN_A

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	88.0	78.1	4.91	4.79	0.859
February	82.3	33.44	7.53	106.6	97.1	6.02	5.88	0.871
March	133.1	49.51	10.94	154.6	142.0	8.61	8.42	0.859
April	163.2	67.11	12.92	174.1	160.3	9.66	9.44	0.855
May	193.4	71.91	17.83	192.5	177.6	10.48	10.24	0.840
June	217.2	74.59	24.05	208.4	192.2	11.07	10.83	0.820
July	232.5	56.63	26.69	223.8	207.9	11.74	11.49	0.810
August	204.3	63.22	26.11	216.0	200.1	11.39	11.15	0.815
September	149.8	50.96	21.15	170.9	157.5	9.16	8.96	0.827
October	100.1	43.15	15.58	123.5	112.6	6.77	6.61	0.845
November	66.3	26.99	9.18	92.1	82.9	5.12	4.99	0.855
December	50.8	26.68	6.26	73.4	64.9	4.09	3.99	0.857
Year	1653.5	591.31	15.39	1823.9	1673.2	99.02	96.78	0.837

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

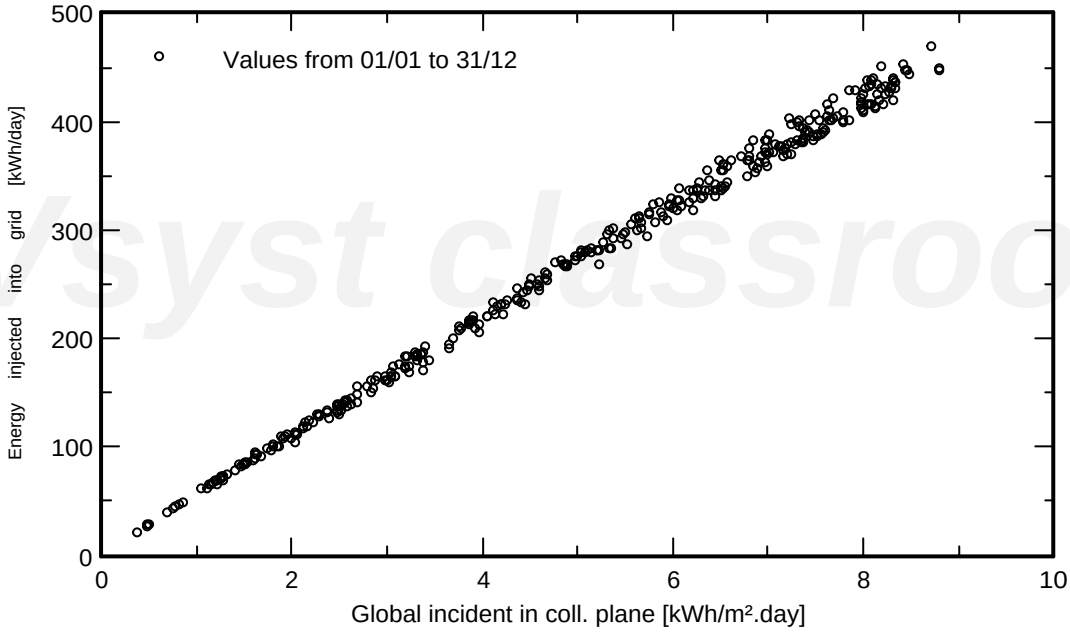
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSIN**

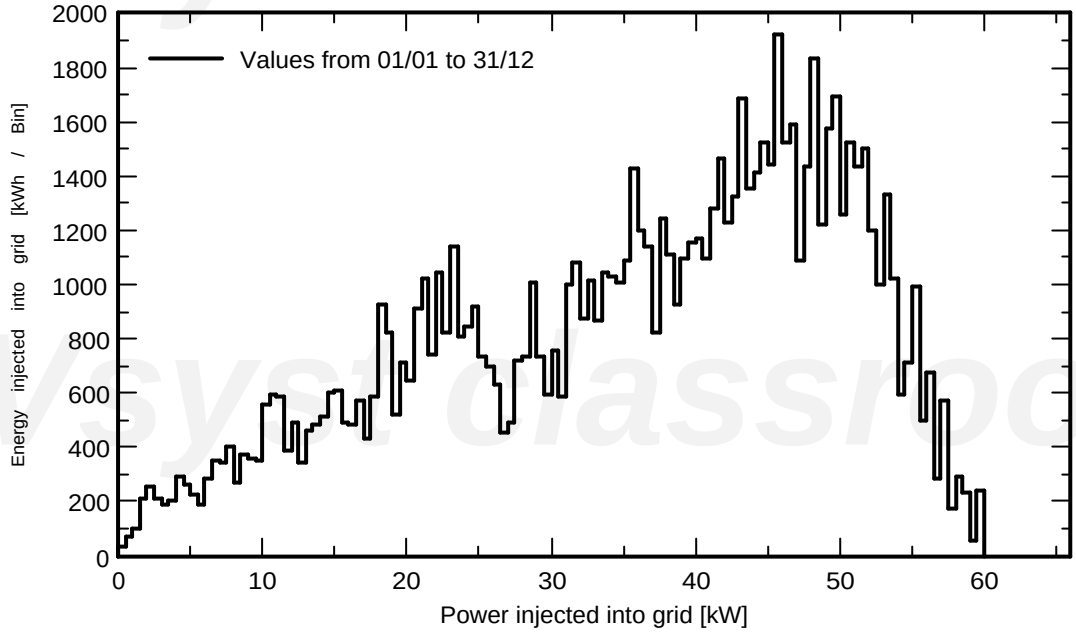
Simulation variant : **ETSIN_A**

Main system parameters	System type	**Sheds, single array**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	198	Pnom total	**63.4 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

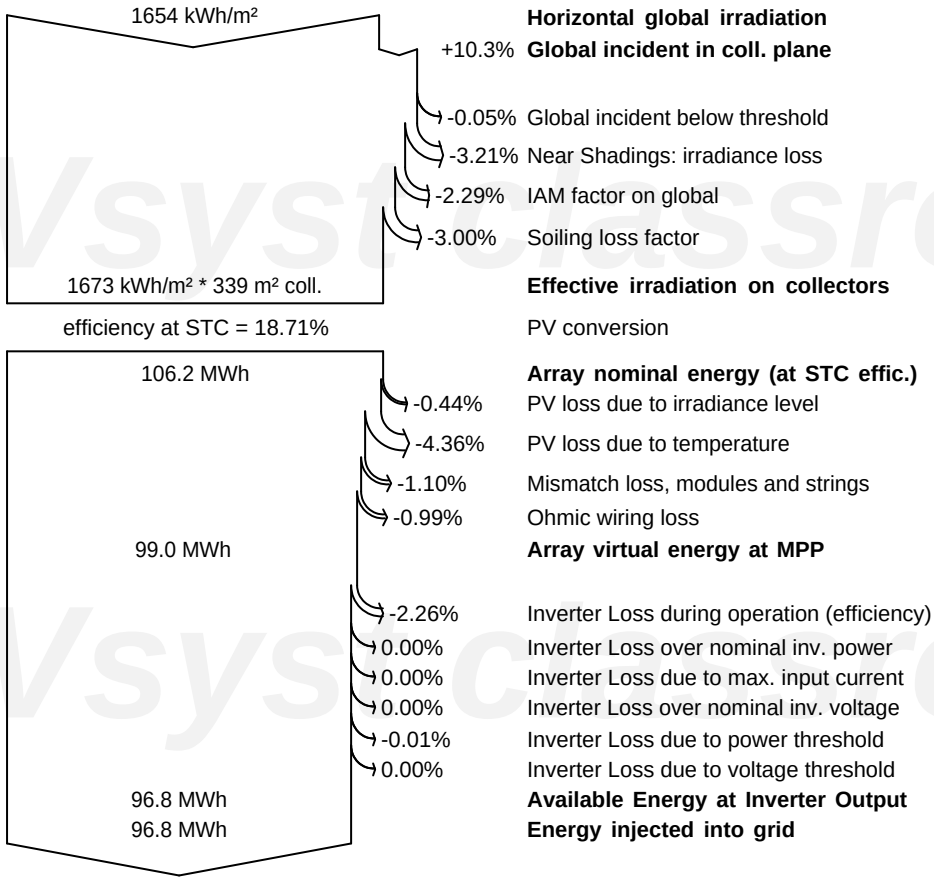
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSIN**

Simulation variant : **ETSIN_A**

Main system parameters	System type	**Sheds, single array**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	198	Pnom total	**63.4 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		20.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**60.0 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **ETSIN**

Geographical Site	**Madrid AEMET**		Country	**Spain**
Situation	Latitude	40.45° N	Longitude	-3.72° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	681 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	**Madrid University**	Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

Simulation variant : **ETSIN_C**

	Simulation date	25/06/19 12h03

Simulation parameters	System type	**Sheds on a building**			
Collector Plane Orientation	Tilt	30°		Azimuth	-40°
Sheds configuration	Nb. of sheds	6		Identical arrays	
	Sheds spacing	2.50 m		Collector width	1.04 m
Shading limit angle	Limit profile angle	18.2°		Ground cov. Ratio (GCR)	41.4 %
Models used	Transposition	Perez		Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
User's needs :	Unlimited load (grid)				

PV Arrays Characteristics (2 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	**LG 320 N1K-A5**		
Original PVsyst database		Manufacturer	LG Electronics		
Sub-array "5kW-C1"					
Number of PV modules		In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Sub-array "5kW-C2"					
Number of PV modules		In series	16 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	16	Unit Nom. Power	320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond.	4653 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	487 V	I mpp	9.6 A
Total	Arrays global power	Nominal (STC)	**10 kWp**	Total	32 modules
		Module area	**54.8 m²**	Cell area	49.6 m²

Inverter		Model	**Sunny Tripower 5000TL-20**		
Original PVsyst database		Manufacturer	SMA		
Characteristics		Operating Voltage	245-800 V	Unit Nom. Power	5.00 kWac
Sub-array "5kW-C1"		Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
				Pnom ratio	1.02
Sub-array "5kW-C2"		Nb. of inverters	1 * MPPT 0.52	Total Power	5.0 kWac
				Pnom ratio	1.02
Total		Nb. of inverters	2	Total Power	10 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s

PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

Grid-Connected System: Simulation parameters

Wiring Ohmic Loss	Array#1	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	841 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst classroom

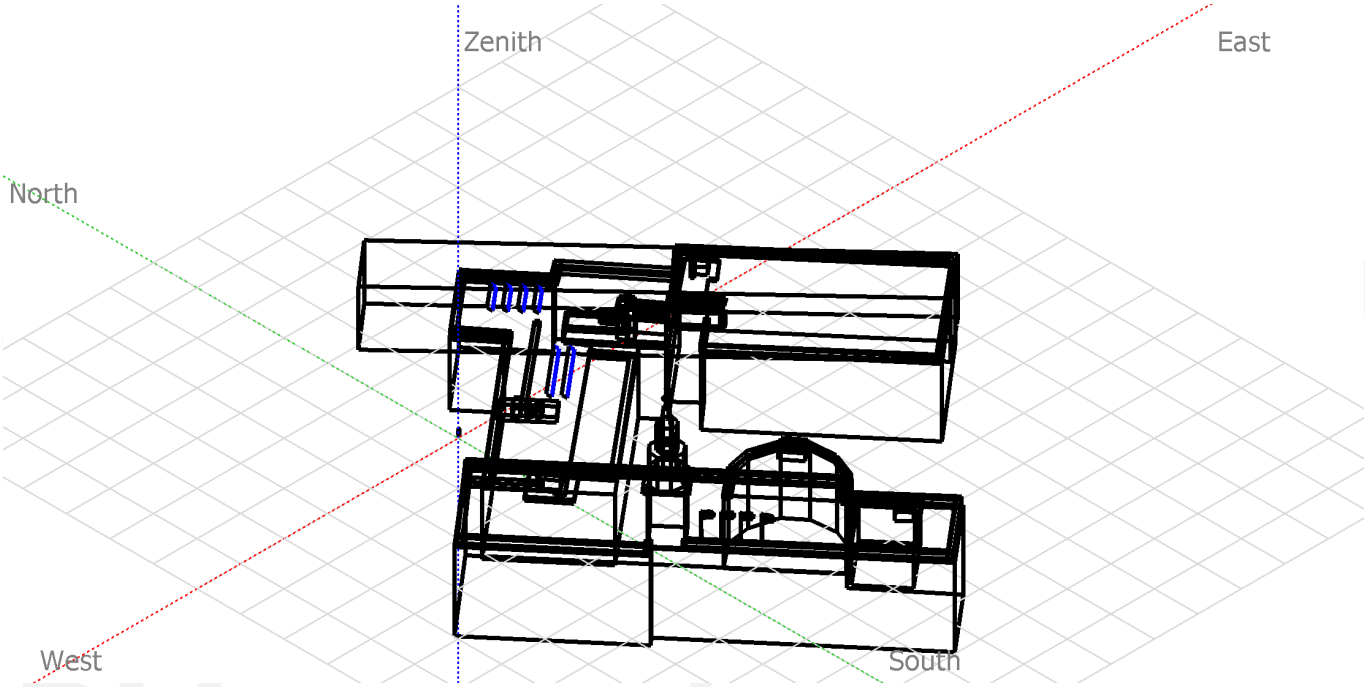
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : **ETSIN**

Simulation variant : **ETSIN_C**

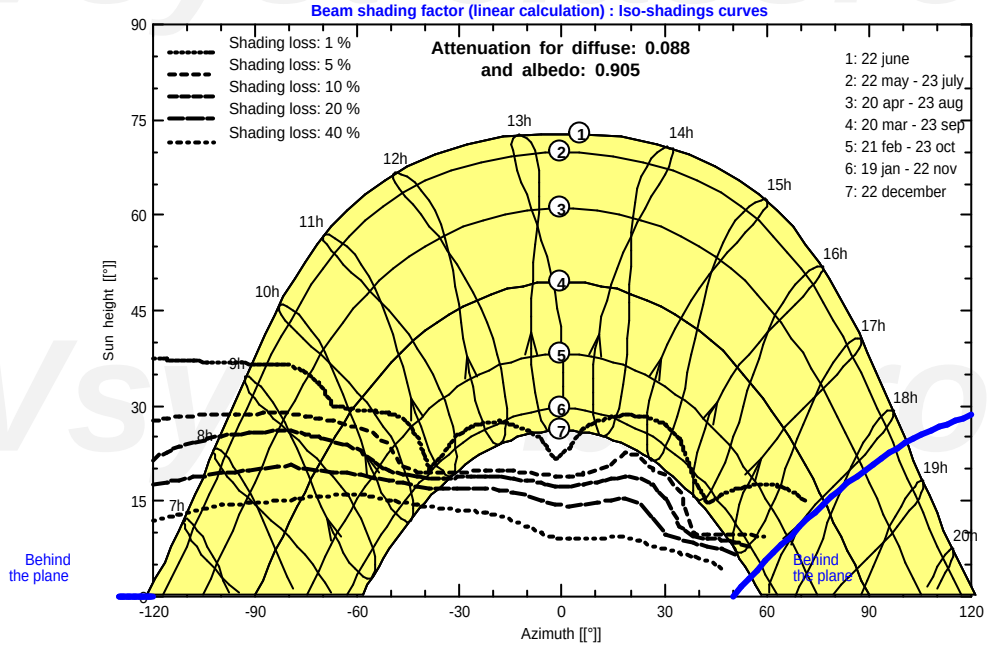
Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	32	Pnom total	**10.24 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

ETSIN



Grid-Connected System: Main results

Project : **ETSIN**

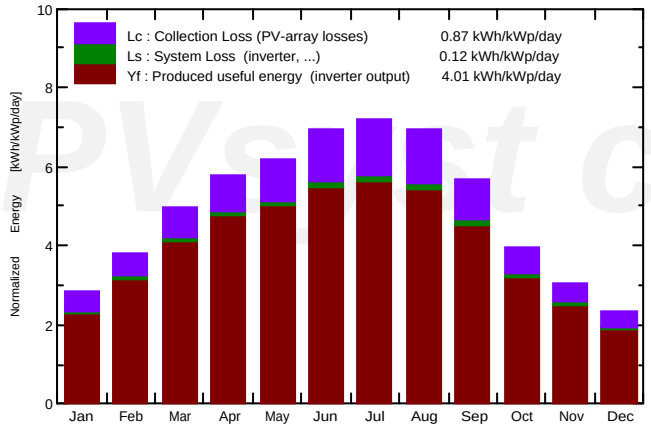
Simulation variant : **ETSIN_C**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	32	Pnom total	**10.24 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

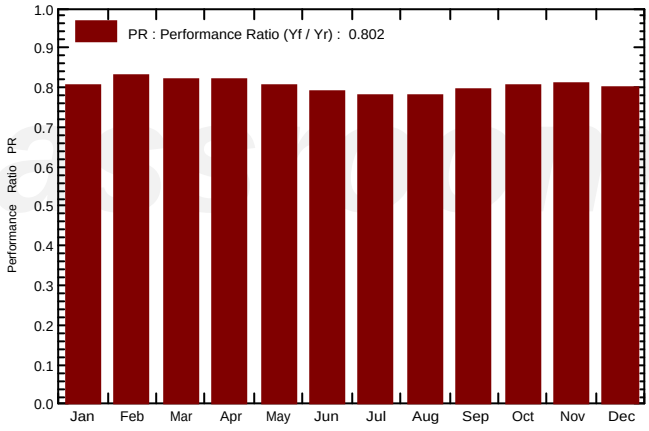
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**14.97 MWh/year**	Specific prod.	1462 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	80.16 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 10.24 kWp



Performance Ratio PR



ETSIN_C

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	60.5	27.12	5.90	88.0	74.0	0.752	0.727	0.807
February	82.3	33.44	7.53	106.6	93.4	0.936	0.909	0.833
March	133.1	49.51	10.94	154.6	136.6	1.339	1.303	0.823
April	163.2	67.11	12.92	174.1	154.3	1.502	1.462	0.820
May	193.4	71.91	17.83	192.5	171.4	1.634	1.588	0.805
June	217.2	74.59	24.05	208.4	186.1	1.733	1.687	0.790
July	232.5	56.63	26.69	223.8	202.0	1.844	1.793	0.783
August	204.3	63.22	26.11	216.0	192.9	1.774	1.728	0.781
September	149.8	50.96	21.15	170.9	151.9	1.427	1.388	0.793
October	100.1	43.15	15.58	123.5	107.9	1.048	1.017	0.804
November	66.3	26.99	9.18	92.1	79.6	0.793	0.766	0.812
December	50.8	26.68	6.26	73.4	61.3	0.624	0.603	0.802
Year	1653.5	591.30	15.39	1823.9	1611.4	15.406	14.971	0.802

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

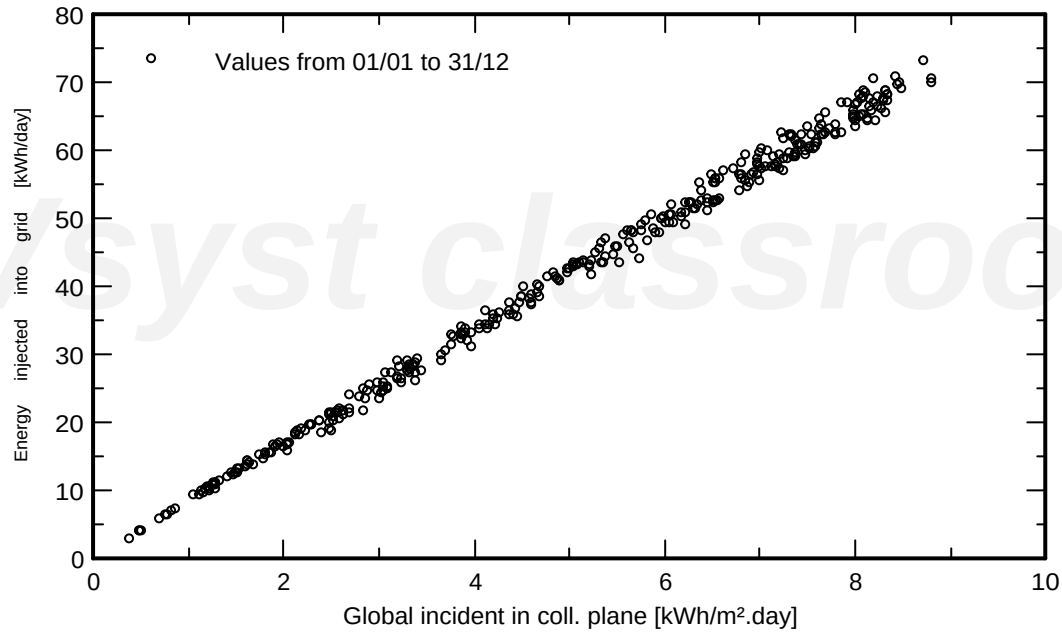
Grid-Connected System: Special graphs

Project : **ETSIN**

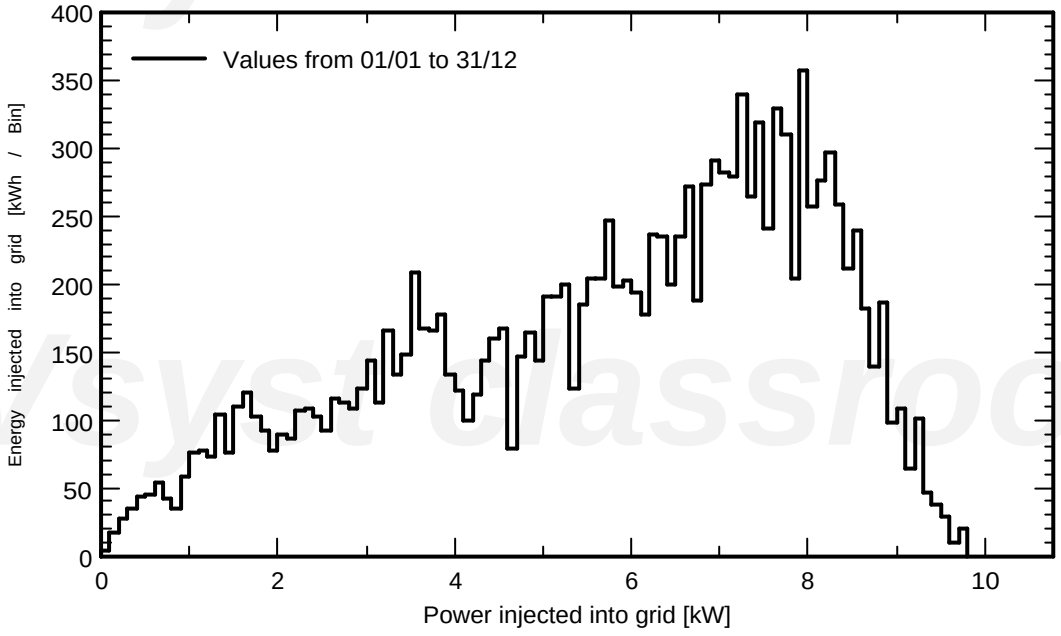
Simulation variant : **ETSIN_C**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	32	Pnom total	**10.24 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsyst Classroom License, Instituto de Energia Solar - Universidad Politecnica de Madrid (Spain)

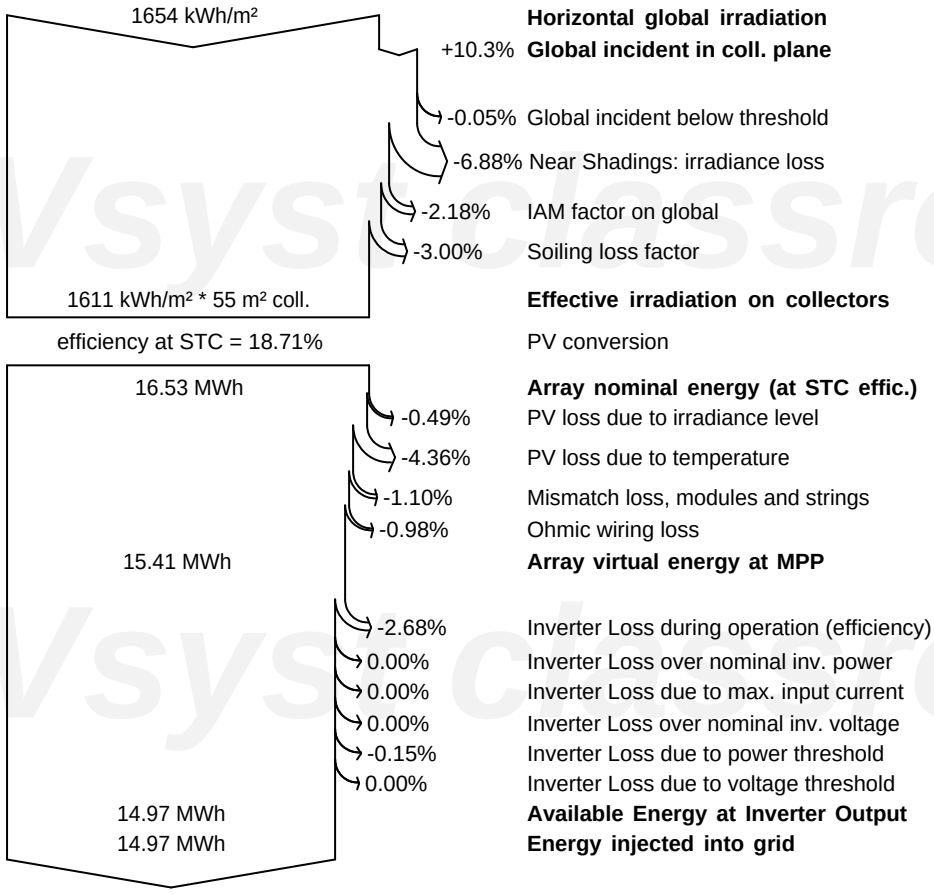
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **ETSIN**

Simulation variant : **ETSIN_C**

Main system parameters	System type	**Sheds on a building**		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	-40°
PV modules	Model	LG 320 N1K-A5	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	32	Pnom total	**10.24 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower 5000TL-20	Pnom	5.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	2.0	Pnom total	**10.00 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVsyst classroom