

Ingeniería Eléctrica
2020-2021

Trabajo Fin de Grado

“Estudio autoconsumo colectivo y
comunidades energéticas para la
reducción de la pobreza energética
en dos barrios de Getafe”

Adelaida Parreño Rodríguez

Tutor

Mónica Chinchilla Sánchez

Leganés, 12 de julio de 2021



[Incluir en el caso del interés de su publicación en el archivo abierto]

Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento
– No Comercial – Sin Obra Derivada**

RESUMEN

El estudio realizado expone el esclarecimiento y análisis de las comunidades energéticas en la actualidad, además del estudio realizado para la reducción de la pobreza energética con la implantación de una comunidad energética. Tras el estudio comparativo entre la producción de energía de cuatro edificios municipales en Getafe para la selección de uno de ellos como productor energético.

La comunidad energética con autoconsumo colectivo final cuenta con una instalación de 95kWp ubicada en la cubierta del Centro Cívico Margaritas. Un 77% de la potencia instalada es para 100 viviendas y el resto es para cubrir el 60% de las necesidades del edificio municipal.

Las 100 viviendas están compuestas por cuatro perfiles distintos de consumo de energía horario anual, a las que les corresponden dos paneles por vivienda. Dos de ellos son de perfiles de datos reales no vulnerables, una de PVPC y otra perteneciente al mercado libre. Tendrán una cuota mensual de 5,3€/mes, con lo que el 77% de la inversión inicial que tienen asignada las 100 viviendas, estará amortizada en 15 años y una vez terminado ese plazo la cuota mensual se suprimirá.

Las 30 viviendas restantes son consideradas de pobreza energética y no se les cobrará la cuota mensual. Estas viviendas que cuentan con dos perfiles distintos, vivienda con 2 personas y vivienda con 4, ambas de tarifa PVPC, se les reduce la factura eléctrica en comparación a sin autoconsumo, (teniendo en cuenta la tarifa vigente de PVPC desde el 1 de junio de 2021) en 15,69 €/mes en el caso del perfil de la vivienda de 2 convivientes y 16,4€/ mes si se trata del perfil de la vivienda de 4 personas.

La divulgación del modelo realizado al igual que el conocimiento de las comunidades energéticas será divulgado a los posibles participantes mediante centros formativos, información divulgativa, participación en talleres o cualquier otro medio que sea facilitador de la propuesta.

Palabras clave

Comunidades energéticas, Pobreza energética, Ahorro energético, Autoconsumo colectivo.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Mónica Chinchilla, por la motivación, dedicación y pasión que me ha mostrado e inculcado. Ha sido un orgullo y una maravillosa experiencia que recordaré con mucho cariño. Gracias por descubrirme nuevos mundos en el sector energético.

A mis abuelos porque son el ejemplo del cariño puro.

Gracias a mis amigos por ser esa segunda familia.

Mis queridos hermanos no pueden faltar y son el movimiento que no para nunca, gracias por esas ganas de hacer cada momento único (en todos los sentidos).

A mis grandes modelos, mis padres, a los que me llenan cada día.

A mi padre por enseñarme la paciencia y el equilibrio entre el corazón y lo sensato.

A mi madre por asombrarme cada día con su capacidad de investigación y percepción, por su curiosidad, pero sobre todo por su apoyo día tras día.

BIBLIOGRAFÍA

1.	Introducción	1
1.1.	Objetivo.....	1
2.	Autoconsumo COLECTIVO	3
2.1.	Modalidades de autoconsumo colectivo.....	3
2.2.	Factores implicados	5
2.3.	Energía renovable solar fotovoltaica	6
3.	comunidades energéticas	10
3.1.	Definiciones de Comunidades Energéticas.....	10
3.2.	Similitudes entre las CER y CEE	12
3.3.	Diferencias entre las CER y CEE	13
3.4.	Problemas o barreras identificados en el desarrollo de las CEE, basados en la experiencia en el entorno internacional.....	14
3.5.	Retos de las CEE	14
3.6.	Recomendaciones del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para promover las CCE.....	17
3.7.	CCEE en el contexto de España.....	18
3.8.	Medidas específicas para la divulgación y crecimiento de las CCE.	21
3.10.	Entidades susceptibles de ser forma jurídica para las CCEE en España.	22
3.9.	Recomendaciones del Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA).....	23
3.10.	Casos reales de comunidades energéticas	24
4.	Otros conceptos y tecnologías	27
5.	Pobreza energética.....	31
5.1.	Indicadores utilizados para la medición de la pobreza energética en España	31
5.2.	Situación de la Pobreza Energética en España y dentro del contexto europeo.	33
6.	Factura eléctrica.....	35
6.1.	Bono social de electricidad	36
7.	Localización	38
8.	Perfiles de consumo	39
9.	Dimensionamiento	41
9.1.	Estudio del recurso solar.....	42
9.2.	Predimensionado.....	42

9.3. Dimensionado de los cuatros edificios	51
Caso elegido.....	59
9.4. Redimensionado del edificio elegido.....	60
9.5. Componentes.....	60
10. Análisis técnico-económico	62
10.1. Inversión inicial estimada.....	62
10.2. Reparto de coeficientes estáticos	62
11. Diferenciación de contratos y cuota mensual	64
12. Acercar al ciudadano a la comunidad energética	75
13. Conclusión	76
ANEXO A: RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON PVSYSY	77
ANEXO B: PERFILES DE CONSUMOS HORARIOS	85
ANEXO C: fichas técnicas de los componentes	89

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. MODALIDADES DE AUTOCONSUMO COLECTIVO. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	4
FIGURA 2.2. USO DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES. [6]	7
FIGURA 2.3. TIPOS DE CONEXIONES DE AUTOCONSUMO. [7]	7
FIGURA 3.1. PANELES SOLARES DE LA AZOTEA EN ARCHITECTURAL GRILLE, BROOKLYN. [21]	24
FIGURA 3.2. THE SOLAR SETTLEMENT (ALEMANIA). [22]	25
FIGURA 3.3. MAPA DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS. [24]	26
FIGURA 3.4. ESQUEMA DE TRANSACCIÓN BLOCKAIN. [31]	29
FIGURA 5.1. PERIODOS HORARIOS PARA LA POTENCIA Y ENERGÍA. [36]	36
FIGURA 6.1. LAS MARGARITAS (GETAFE).[FUENTE: GOOGLE EARTH]	38
FIGURA 6.2.LA ALHÓNDIGA. [FUENTE: GOOGLE EARTH]	38
FIGURA 8.1. RADIO DE 500 METROS DEL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE LA CIERVA Y DEL CENTRO CÍVICO MARGARITAS. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	41
FIGURA 8.2. RADIO DE 500 METROS DE DELEGACIÓN DE EDUCACIÓN DEL AYUNTAMIENTO Y EL CENTRO CÍVICO LA ALHÓNDIGA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	41
FIGURA 8.3. IRRADIACIÓN MENSUAL INCLINACIÓN 0º FRENTE A INCLINACIÓN ÓPTIMA DE 37º. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	42
FIGURA 8.4. CUBIERTAS DE LOS EDIFICIOS DE LAS MARGARITAS Y LA ALHÓNDIGA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	43
FIGURA 8.5. MÉTODO DE OBTENCIÓN DE INCLINACIONES DE LOS FALDONES. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	44
FIGURA 8.6. MÉTODO DE OBTENCIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE LOS FALDONES. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	45
FIGURA 8.7. PREDIMENSIONADO DEL CENTRO CÍVICO. [FUENTE: PVSYST]	46
FIGURA 8.8. LÍNEA DE HORIZONTE. [FUENTE: PVSYST]	46
FIGURA 8.9. ORIENTACIÓN, ACIMUT Y DISTANCIA ENTRE FILAS DE LOS MÓDULOS. [FUENTE: PVSYST]	47
FIGURA 8.10. CÁLCULO DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS. [39]	47
FIGURA 8.11. ORIENTACIONES ESTIMADAS PARA LOS MÓDULOS DE LAS CUBIERTAS DEL PMCM Y CCA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	49
FIGURA 8.12. ORIENTACIONES ESTIMADAS PARA LOS MÓDULOS DE LAS CUBIERTAS DEL PMJCM Y CCA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	49
FIGURA 8.13. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA. [FUENTE: PVSYST]	50
FIGURA 8.14. DISTRIBUCIÓN ESTIMADA DE LOS PANELES EN LAS CUBIERTAS DEL CCM, DEA, PMJCM Y CCA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	52
FIGURA 8.15. PÁGINA PRINCIPAL DE PVSYST PÁGINA PRINCIPAL DE PVSYST PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FV. [FUENTE: PVSYST]	54
FIGURA 8.16. VARIANTES PARA SIMULAR. [FUENTE: PVSYST]	54
FIGURA 8.17. ORIENTACIONES E INCLINACIONES. [FUENTE: PVSYST]	55
FIGURA 8.18. DISEÑAR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: MÓDULO SOLAR E INVERSOR/ES. [FUENTE: PVSYST]	55
FIGURA 8.19. PERFILES DE PRODUCCIÓN SOLAR. [40]	56
FIGURA 8.20. CONSTRUCCIÓN Y PERSPECTIVA DE SOMBREADOS CERCANOS. [FUENTE: PVSYST]	56
FIGURA 8.21. PROCESO PARA IMPORTAR EN PVSYST EL EDIFICIO CCM. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	57
FIGURA 9.1. TECHO TRAPEZOIDAL DE CHAPA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	61
FIGURA 9.2. ESTRUCTURA SOLIDRAIL EN CHAPA TRAPEZOIDAL.[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	61
FIGURA 10.1. AUTOCONSUMO EN PVSYST MEDIANTE ARCHIVO.csv. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	63
FIGURA 10.2. ENERGÍA DEL CONSUMIDOR Y ENERGÍA PARA AUTOCONSUMO. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	63

INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1. COMPARATIVA DE ASPECTOS ENERGÉTICOS TÍPICOS DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	30
TABLA 4.1. INDICADORES PRINCIPALES DE POBREZA ENERGÉTICA. [33]	32
TABLA 4.2. INDICADORES PRIMARIOS Y PRIMARIOS ADAPTADOS UTILIZADOS PARA LA MEDICIÓN DE LA POBREZA ENERGÉTICA EN ESPAÑA. [33]	33
TABLA 4.3. PORCENTAJE DE POBLACIÓN EN ESPAÑA DE CASOS DE POBREZA ENERGÉTICA. [33]	33
TABLA 5.1. TÉRMINO DE POTENCIA TOTAL. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	36
TABLA 7.1. CONSUMO HORARIO Y POTENCIA DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	39
TABLA 7.2. PERFIL DE CONSUMO DE VIVIENDA DE 2 PERSONAS Y DE LA DE 4 PERSONAS. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	40
TABLA 8.1. ANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS SEGÚN DISPOSICIÓN DEL PANEL. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	48
TABLA 8.2. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁXIMA ANUAL ESTIMADA DEL CASO A. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	50
TABLA 8.3. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁXIMA ANUAL ESTIMADA DEL CASO B CON LA OPCIÓN 1. [ELABORACIÓN PROPIA]	51
TABLA 8.4. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁXIMA ANUAL ESTIMADA DEL CASO B CON LA OPCIÓN 2. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	51
TABLA 8.5. POTENCIA MÍNIMA DEL INVERSOR O CONJUNTO DE INVERSORES PARA EL CASO A. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	53
TABLA 8.6. POTENCIA MÍNIMA DEL INVERSOR O CONJUNTO DE INVERSORES PARA EL CASO B1. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	53
TABLA 8.7. POTENCIA MÍNIMA DEL INVERSOR O CONJUNTO DE INVERSORES PARA EL CASO B2. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	53
TABLA 8.8. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE PV _{SYSTEM} DEL CENTRO CÍVICO MARGARITAS. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	57
TABLA 8.9. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE PV _{SYSTEM} DEL CASO B1 DEL PMJCM, CCA Y DEAG. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	58
TABLA 8.10. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE PV _{SYSTEM} DEL CASO B2 DEL PMJCM, CCA Y DEAG. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	58
TABLA 9.1. CONSUMO E IMPORTES ENERGÉTICOS TOTALES POR EDIFICIO EN EL AÑO 2021. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	59
TABLA 9.2. DIMENSIONADO FINAL DEL CASO A DEL CENTRO CÍVICO MARGARITAS. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	60
TABLA 10.1. INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA DE LA INSTALACION DEL CCM. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]	62
TABLA 10.2. CONSUMO MENSUAL REAL, MEDIO MENSUAL Y ELECCIÓN DEL MES. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	66
TABLA 10.3. TÉRMINO DE ENERGÍA PVPC PARA DÍA ENTRE SEMANA Y DE FIN DE SEMANA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	67
TABLA 10.4. MODELO DE FACTURA ELÉCTRICA. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	68
TABLA 10.5. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA 1 SIN Y CON AUTOCONSUMO. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	69
TABLA 10.6. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA VULNERABLE DE 2 PERSONAS SIN Y CON AUTOCONSUMO. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	70
TABLA 10.7. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA VULNERABLE DE 4 PERSONAS SIN Y CON AUTOCONSUMO. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	71
TABLA 10.8. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA 2 SIN Y CON AUTOCONSUMO. [FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]	73

1. INTRODUCCIÓN

La transición energética en la UE con el objetivo de descarbonizar la economía, pretende llevar a los ciudadanos a un nuevo modelo energético que optimice la generación y el consumo de la misma, y en donde las energías renovables tienen un principal protagonismo.

El reciente contexto en España de subida del precio de consumo de electricidad en los horarios habitualmente más demandados por los ciudadanos, del 1 de junio de 2021, va a empujar a la mayor parte de la población española, a buscar soluciones a la subida de su factura de la luz y crea una gran oportunidad, junto con la estimulación del autoconsumo gracias a la reducción del precio de las instalaciones que se viene produciendo en los últimos años, para que surjan ‘early adopters’ (primeros clientes, porque tienen problemas específicos y están a la búsqueda de productos que puedan solucionarlos), que se sumerjan en el mundo del autoconsumo y pasen a la categoría recientemente acuñada, de prosumidores, es decir, consumidores pero también proveedores, si tienen una posibilidad racional de hacerlo.

Es entonces cuando, las nuevas figuras jurídicas de las comunidades energéticas: las CCE y las CER, se nos presentan como una apasionante oportunidad de investigación

1.1. Objetivo

La finalidad de este estudio es por una parte, la investigación de la situación de las comunidades energéticas y por otra, la realización de un estudio de autoconsumo colectivo enfocado a la selección de un edificio municipal que será el productor de energía y que junto con un grupo de viviendas circundantes, procederá a la creación de una comunidad energética local (CCE) que contribuirá a la reducción de la pobreza energética en el área de Getafe.

Para ello se ha realizado una investigación sobre las políticas energéticas, tecnológicas y sociales que engloban y afectan a las comunidades energéticas, a la que se le añade el estudio de dimensionado de instalaciones de autoconsumo colectivo de cuatro edificios municipales de dos barrios de Getafe, evaluando y comparando la producción máxima posible de energía a generar en cada una de las cubiertas de los edificios. Una vez realizado dicho dimensionado, se han comparado y evaluado los resultados obtenidos para la selección del edificio más adecuado para la implantación de autoconsumo colectivo y de comunidad energética.

La estructura de la comunidad energética realizada es en base a la idea de que la instalación fotovoltaica sea propiedad tanto del edificio público como de un grupo de viviendas, por lo que ambas partes serán beneficiarios de la energía producida. El grupo de viviendas que contarán con autoconsumo será un porcentaje de viviendas de pobreza energética (vulnerables) y el resto de las condiciones normales (no vulnerables) con perfiles de consumo basados en el caso de la vulnerables en datos reales y de las no vulnerables, datos estimados que tienen diferentes tipos de contratos eléctricos.

La inversión de la instalación de autoconsumo será repartida entre ambas partes, siendo el criterio de reparto el mismo que aquel porcentaje que corresponda de potencia instalada al edificio y a las viviendas participes. Para cubrir la inversión de la instalación por parte de las viviendas se ha establecido una cuota mensual, de manera que una vez amortizada económicamente la inversión, dispondrán de todos los beneficios del autoconsumo. Los consumidores vulnerables no serán participes de la cuota mensual. Con esto se fomenta tanto la creación de una comunidad energética como de la reducción en sus facturas eléctricas, y así mejorar su situación energética, social y calidad de vida. El edificio municipal se hará cargo íntegro de la inversión inicial que le corresponda o con apoyo por parte de cooperativas, instituciones o asociaciones sin ánimo de lucro que deseen apoyar la comunidad energética creada con el fin de fomentarla y de reducir la pobreza energética de la zona estudiada de Getafe además de la posibilidad de extrapolar este modelo de comunidad energética a otras zonas.

2. AUTOCONSUMO COLECTIVO

En el ámbito europeo se encuentran diferenciados en dos modelos distintos el término autoconsumidor, autoconsumidor de energías renovables y autoconsumidor de energía renovables que actúan de forma conjunta, definidas como:

- *“Autoconsumidor de energías renovables»: un consumidor final que opera en su local situado dentro de un espacio delimitado o, cuando lo permita el Estado miembro, en otros locales, que genera electricidad renovable para su propio consumo y que puede almacenar o vender electricidad renovable autogenerada, siempre y cuando, en el caso de los autoconsumidores de energías renovables que no sean hogares, dichas actividades no constituyan su principal actividad comercial o profesional.”* Dir. 2018/2001 del Parlamento europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018
- *“Autoconsumidores de energías renovables que actúan de forma conjunta»: un grupo de al menos dos autoconsumidores de energías renovables que actúan de forma conjunta con arreglo al punto 14, que se encuentran en el mismo edificio o bloque de apartamentos.”* Dir. 2018/2001 del Parlamento europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018

2.1. Modalidades de autoconsumo colectivo

El autoconsumo colectivo en España está regulado por el R.D 244/2019, de 5 de abril y la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que definen el autoconsumo colectivo como:

“En el caso de autoconsumo colectivo, todos los consumidores participantes que se encuentren asociados a la misma instalación de generación deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo y deberán comunicar de forma individual a la empresa distribuidora como encargado de la lectura, directamente o a través de la empresa comercializadora, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud de lo recogido en el anexo I.” art.3 R.D. 244/2019, de 5 de abril.

Mediante la *Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo* del IDAE, se ha procedido a destacar los aspectos más relevantes para instalaciones de autoconsumo colectivo. [1]

Hay varios tipos de autoconsumo colectivo en el que se combinan las siguientes características:

- Con o sin excedentes.
- Red propia o a través de la red de distribución de baja tensión.
- Con compensación o sin compensación.

Las posibles combinaciones legisladas bajo el R.D 244/2019, de 5 de abril, van con el objetivo de crear un sistema de autoconsumo óptimo y adaptado a las necesidades del

consumidor y productor de energía eléctrica. Estas combinaciones corresponden a las modalidades de autoconsumo colectivo. [1]

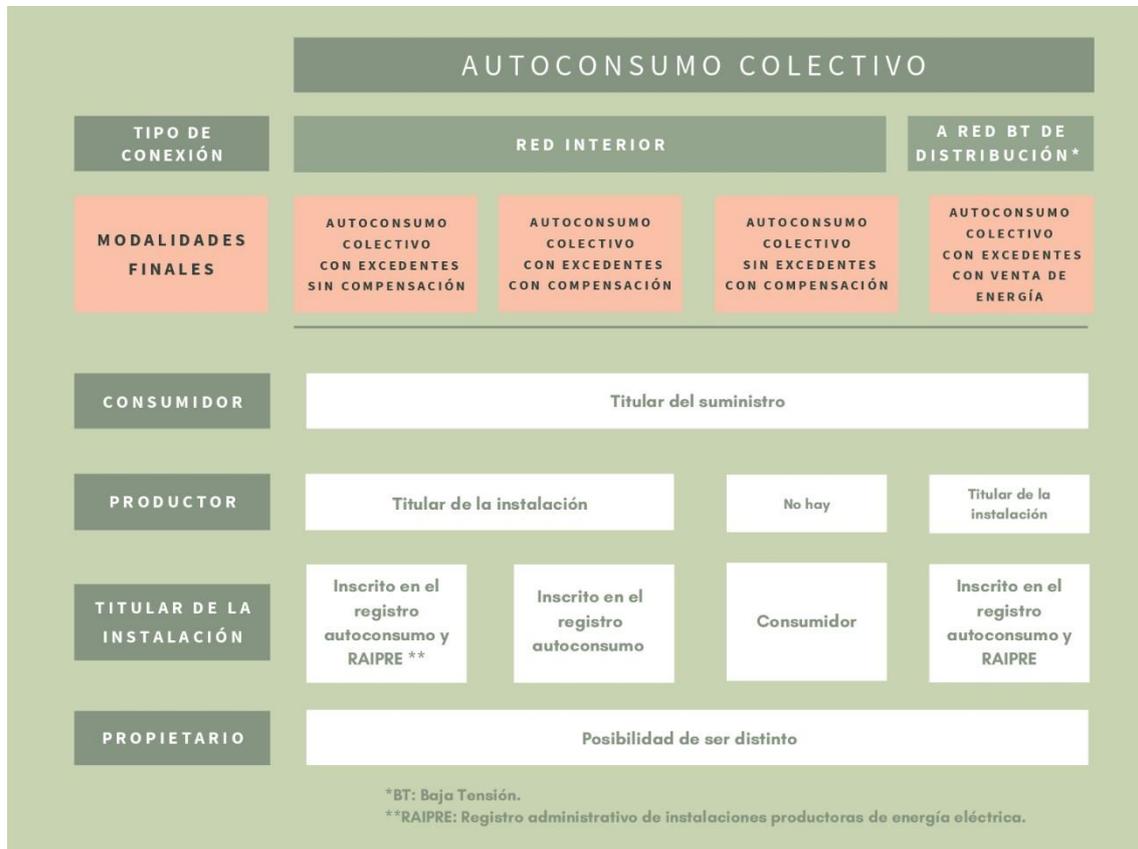


Figura 2.1. MODALIDADES DE AUTOCONSUMO COLECTIVO. [Fuente: Elaboración propia]

Los requisitos a tener en cuenta en la compartición de energía de manera general son los siguientes:

1. El centro de transformación al que tienen que estar conectados todos lo participantes, tanto consumidores como productores, debe de ser el mismo, además de ser en baja tensión (BT) la distribución energética. [1]
2. La distancia máxima entre la instalación fotovoltaica generadora y cada consumidor participe debe de ser de 500 metros. [2]
3. Los autoconsumidores y la generación mediante paneles solares estará registrados con la misma referencia catastral, contando con los catorce primeros números. [3]
4. La potencia que se considera como instalada es la máxima del inversor o conjuntos de los mismo en el caso de haber varios. [3]

2.2. Factores implicados

Hay dos factores a tener en consideración en instalaciones de autoconsumo colectivo regulados, los cuales son:

- Coeficientes de reparto: debe firmarse un acuerdo de reparto entre los participantes en el autoconsumo colectivo, estableciendo el coeficiente de reparto que tendrá cada uno de ellos. El acuerdo se entregará a la empresa distribuidora, a través de la comercializadora o mediante cada uno de los participantes. En el caso de que lo entregué la comercializadora, no se entregará hasta que la instalación o instalaciones estén listas para su funcionamiento [1]

Los coeficientes de reparto son valores de entre 0 y 1, la suma de todos ellos es de 1 y son constantes, de manera que se tratan de coeficientes estáticos. Los coeficientes dinámicos serán aquellos que si permiten su variación durante el día, sin embargo, estos aún no están desarrollados, aunque el Ministerio para la Transición Energética estima que para un futuro cercano los tendrán. [1]

- Tipo de compensación:
 - A. Compensación simplificada en el caso de ser instalaciones de autoconsumo fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica tanto sin o con excedentes, en este último caso se debe tener un contador bidireccional. Las principales condiciones para esta compensación son:

1. Instalación renovable como generadora de la energía eléctrica.
2. La instalación tendrá una potencia igual o inferior a 100kW, considerando esta, como la suma de la potencia máxima total del inversor o inversores que componen la instalación.
3. No habrá ningún régimen retributivo suplementario a la instalación.
4. Contrato de compensación de excedentes entre generador y consumidor, el cual será entregado de manera directa o mediante la comercializadora a la empresa distribuidora.
5. En el caso de ser una instalación de autoconsumo colectivo sin excedentes con compensación no será preciso que se haga el contrato del punto 4, sino que se realizará el acuerdo de criterios de reparto. [1]

Tras la realización de la lectura del contador bidireccional al acabar cada facturación, se realiza la compensación, siendo el descuento de los excedentes del coste de la energía que se ha consumido, esto deja dos situaciones, cuando el suministro del consumidor es con una comercializadora de referencia o libre. En ambos casos el consumidor no podrá poner a la venta la energía excedentaria al estar acogido al sistema de compensación, para poder vender esa dicha energía tendrá que darse de baja de la compensación simplificada. [1]

1. Con comercializador de referencia
 - a. Energía horaria consumida de la red de la red: valorada al precio voluntario para el pequeño consumidor (PVPC) determinado en el R.D 216/2014, de 28 de marzo, en el art. 7. [2]
 - b. Energía horaria excedentaria: valorada al precio medio horario menos el coste de los desvíos (CDSVh), determinados en los artículos 10 y 11 respectivamente del Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo. En Sistema de Información del Operador del Sistema (ESIOS) se puede conocer dicho valor. [2]
2. Con comercializadora libre:

Tanto la energía horaria consumida de la red como la excedentaria serán valoradas al precio horario pactado por comercializadora y consumidor. [3]

B. Venta de energía excedentaria por no cumplir las condiciones de la compensación simplificada.

- a. Creación de un acuerdo con una comercializadora para la representación en el mercado eléctrico y proceder a la venta de energía, cuyo funcionamiento y reglas serán las que estén en vigor siendo las mismas que para las plantas de generación de energía eléctrica. [1]
- b. En el Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica (RAIPRE) se podrá dar de alta el consumidor como generador. [1]

2.3. Energía renovable solar fotovoltaica

La energía eléctrica solar se consigue mediante el uso del recurso inagotable y no contaminante que es la radiación solar, transformándola en calor térmico en el caso de los concentradores solares térmicos (CSP) o mediante el uso de módulos o paneles solares, que permiten generar electricidad a través de unos elementos semiconductores (células fotovoltaicas) que componen dichos paneles fotovoltaicos (PV). [4]

La Asociación Internacional de Energías Renovables (IRENA) destaca que el aumento de la energía solar junto con la energía eólica ha sufrido uno de los crecimientos más destacables del año 2020. La capacidad de generación global por parte de las energías renovables hasta finales de ese año ha sido de 2.799GW. [5]

A finales de 2020 la energía solar ha aumentado con respecto al año anterior en un 22% por lo que su capacidad de generación respecto del total ha sido de 714GW, en las que se desglosan en un 25.3% de solar fotovoltaica y un 0.2% de térmica solar como se puede ver en la Figura 2.2. USO DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES. Figura 2.2

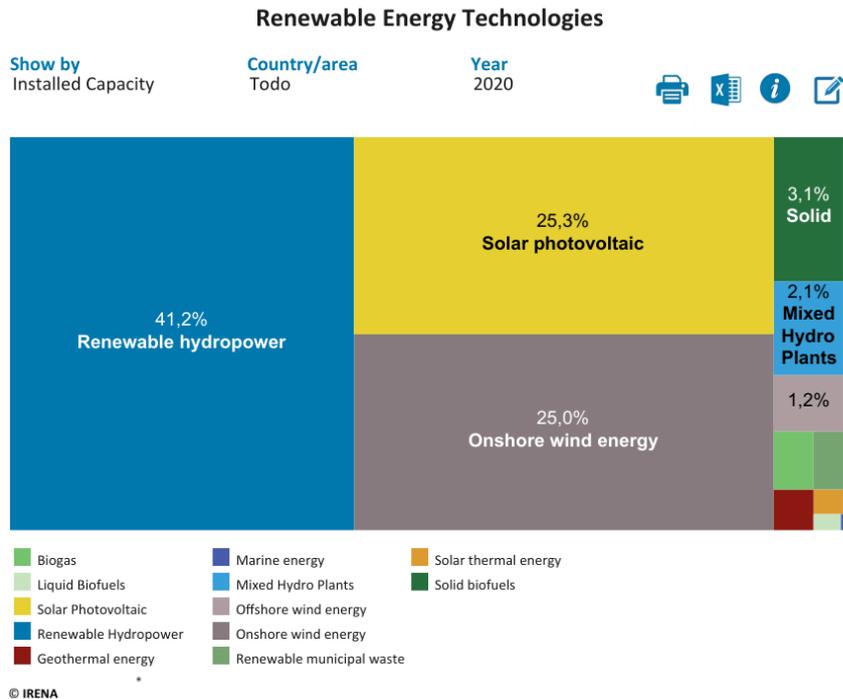


Figura 2.2. USO DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES. [6]

Las instalaciones fotovoltaicas consisten en conjuntos de paneles solares, donde la potencia del módulo fotovoltaico será seleccionada en función de la necesidad energética que sea requerida por el consumidor.

Existen instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica o conectadas a ella. En el caso de emplazamientos alejados de la red eléctrica, telecomunicaciones (señales, vías...), depuradoras de agua, alumbrado público y algunas utilidades agrícolas (alumbrado de granjas...) se usarán las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red. En los casos restantes, incluyendo las plantas solares de grandes dimensiones, se emplean instalaciones conectadas a red. [6]

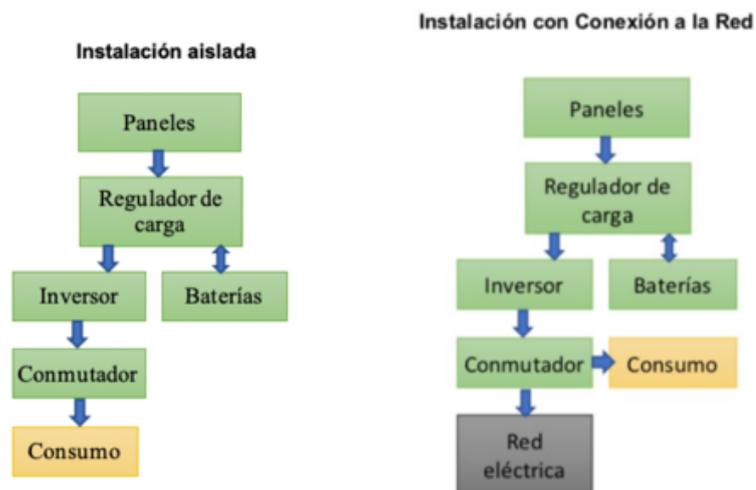


Figura 2.3. TIPOS DE CONEXIONES DE AUTOCONSUMO. [7]

El autoconsumo mediante la energía solar fotovoltaica en España, no se ha visto afectada por la pandemia del Covid-19, sino que ha llegado a aumentar en un 30% (596 MW) desde 2019. El crecimiento en los distintos sectores se ha visto remarcado por el aumento en el ámbito doméstico, el cual ha aumentado un 9% respecto al 2019. [7]

En el caso concreto de lo instalado de autoconsumo colectivo por fotovoltaica, no llega al 1% de entre las instalaciones totales, es decir, que la mayoría se tratan de instalaciones de autoconsumo individual. [8]

Los paneles más usados en autoconsumo individual son los monocristalino de tecnología PERC, debido a su alta eficiencia de valor medio 20%, ya que cuanto mayor sea la eficiencia, mayor potencia por superficie. [9]

La tecnología monocristalina más usada suele estar entre 330 Wp para paneles de 60 células hasta 400Wp siendo de 72 células fotovoltaicas, lo que corresponde en superficie a 1.65 m² y 2m² respectivamente. Con un precio actual que oscila entre 0.19 y 0.25€/Wp. [10]

JA Solar, SunPower y Futura Sun son los fabricantes más avanzados tecnológicamente en paneles solares. Desde el punto de vista del mercado actual, los más vendidos vienen principalmente de tres fabricantes: Longi, Jinko y el ya mencionado previamente JA Solar. [11]

El dispositivo que permite el uso de la energía eléctrica generada a los consumidores es el inversor, el cual convierte esa energía que es continua en corriente alterna para permitir su uso. Su duración suele ser de 10 años ya que sus partes electrónicas son reemplazables de manera sencilla. Hay dos tipos principales de inversores:

- Inversores string (de cadena) o centralizado. Los módulos solares se conectan en serie y van conectados a un solo inversor. Usados mayoritariamente en Europa, Asia y Australia.
- Microinversor o distribuidos. Hay un microinversor para cada módulo solar, lo que permite su uso en cubiertas de alta dificultad o casos donde el sombreado sea un gran inconveniente. Aunque son menos económicos en Estados Unidos y Canadá son muy utilizados.
- Inversores híbridos: estos inversores consisten en la combinación de un inversor con batería.
- Inversores no conectados a la red o aislados suelen tener un dispositivo de recarga para su funcionamiento fuera de la red, siendo los módulos solares la única generación de energía eléctrica. [12]

Aunque el inversor string es más económico que el microinversor, este último se está volviendo más popular entre las instalaciones de autoconsumo debido a que ofrece a un optimización de la energía generado, un rendimiento y una eficiencia superior, además de la posibilidad de monitorizar los módulos solares permitiendo así solucionar fallos que puedan ocurrir.

Entre estos dos tipos se encuentra el optimizador de energía, el cual se coloca en la cubierta detrás de cada módulo, y llevan la energía producida en continua a un inversor central que la transformará en continua. [13]

El precio de un inversor solar varía mucho en función de la potencia, el tipo y la vida útil, además de afectar si es para una instalación conectada a la red o no, para el caso de autoconsumo será entre 700€ y 1400€. Los mejores fabricantes no solo a nivel doméstico sino también a nivel industrial son: Fronius, SolarEdge y SMA. [12]

A niveles generales según el tipo de conexión los precios de los kits de sistemas de autoconsumo fotovoltaico oscilan de la siguiente manera:

A. Conexión a red.

- a. En una vivienda unifamiliar el 75% del coste de una instalación completa de autoconsumo fotovoltaico es de los módulos y el inversor solares. Suponiendo un consumo medio anual de entre 0,8 y 1,4 kWh y sin contar contando con costes adicionales como la instalación o el mantenimiento, el precio es de entre 2000€ y 4000€, en caso de contar con esos costes el precio oscila entre los 5000€ y 8000€, amortizándose en un período medio de entre 6 y 9 años.
- b. A nivel industrial el precio se eleva a 20.000€ con una producción de aproximadamente 200 kWh por día. [14], [15]

- B. Aislado. Las baterías suponen el 50 % del coste de la instalación completa por lo que a nivel doméstico se entra en un rango de coste de entre 2000€ y 8000€ dependiendo de las necesidades a cubrir, en cambio en el ámbito industrial partirá de 12.000€ hacia arriba. [14], [15]

3. COMUNIDADES ENERGÉTICAS

3.1. Definiciones de Comunidades Energéticas.

La Transición energética tiene como objetivo la total descarbonización de la economía y comienza su andadura tras El Acuerdo de París, que tuvo lugar en 2015 en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. A raíz del Acuerdo, la Unión Europea presentó en 2016, el llamado "Paquete de Invierno" que incluye propuestas y revisiones de leyes referentes a energías renovables, eficiencia energética, diseño del mercado eléctrico y seguridad de suministro, así como sobre normas de gobernanza. [16]

Uno de los puntos fundamentales en esta transición energética, además de la ampliación de autoconsumo, es situar a los ciudadanos en el centro de todo el proceso, empoderándolos y democratizando el mercado de la energía mediante la creación y regulación de las Comunidades Energéticas (CCEE), que aparecen en forma de dos figuras jurídicas: [17]

- Las Comunidades Energéticas Renovables (CER), regulada en la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018.
- Las Comunidades Ciudadanas de Energía (CCE), regulada en la Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019.

A continuación, se reproducen las definiciones de ambos tipos de comunidades, que aparecen en las correspondientes directivas: [18]

- Definición de Comunidades Energéticas Renovables (CER) introducida en el art. 2.16 de la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018:

“«comunidad de energías renovables» una entidad jurídica:

- a) que, con arreglo al Derecho nacional aplicable, se base en la participación abierta y voluntaria, sea autónoma y esté efectivamente controlada por socios o miembros que están situados en las proximidades de los proyectos de energías renovables que sean propiedad de dicha entidad jurídica y que esta haya desarrollado;*
- b) cuyos socios o miembros sean personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios;*

c) cuya finalidad primordial sea proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde opera, en lugar de ganancias financieras.”

“Además, la Directiva (UE) 2018/2001 reza:

- 1. Los Estados miembros garantizarán que los consumidores finales, en particular los consumidores domésticos, tengan derecho a participar en una comunidad de energías renovables a la vez que mantienen sus derechos u obligaciones como consumidores finales, y sin estar sujetos a condiciones injustificadas o discriminatorias, o a procedimientos que les impidan participar en una comunidad de energías renovables, siempre que, en el caso de las empresas privadas, su participación no constituya su principal actividad comercial o profesional.*
- 2. Los Estados miembros garantizarán que las comunidades de energías renovables tengan derecho a:*
 - a) producir, consumir, almacenar y vender energías renovables, en particular mediante contratos de compra de electricidad renovable;*
 - b) compartir, en el seno de la comunidad de energías renovables, la energía renovable que produzcan las unidades de producción propiedad de dicha comunidad de energías renovables, a condición de cumplir los otros requisitos establecidos en el presente artículo y a reserva de mantener los derechos y obligaciones de los miembros de la comunidad de energías renovables en tanto que consumidores;*
 - c) acceder a todos los mercados de la energía adecuados tanto directamente como mediante agregación de manera no discriminatoria.*
- 3. Los Estados miembros llevarán a cabo una evaluación de los obstáculos existentes y del potencial de desarrollo de las comunidades de energías renovables en sus territorios.*
- 4. Los Estados miembros proporcionarán un marco facilitador que permita fomentar y facilitar el desarrollo de las comunidades de energías renovables.” (Art. 2.16 de la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018).*

- Definición de Comunidades Ciudadanas de Energía (CCE), como aparece en el art. 2.11 de la Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE: [18]

“«comunidad ciudadana de energía»: una entidad jurídica que:

- a) se basa en la participación voluntaria y abierta, y cuyo control efectivo lo ejercen socios o miembros que sean personas físicas, autoridades locales, incluidos los municipios, o pequeñas empresas,*
- b) cuyo objetivo principal consiste en ofrecer beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus miembros o socios o a la localidad en la que desarrolla su actividad, más que generar una rentabilidad financiera, y*
- c) participa en la generación, incluida la procedente de fuentes renovables, la distribución, el suministro, el consumo, la agregación, el almacenamiento de energía, la prestación de servicios de eficiencia energética o, la prestación de servicios de recarga para vehículos eléctricos o de otros servicios energéticos a sus miembros o socios;”*

3.2. Similitudes entre las CER y CEE

Las CER y las CCE tienen en común: [17]

1. Ser entidades jurídicas con derechos y obligaciones.
2. Ser autónomas:
 - Lo dice expresamente la directiva de las CER.
 - En el caso de las CCE, no se dice expresamente, sin embargo, es la deducción del preámbulo:

"Deben reservarse las competencias de decisión dentro de una comunidad ciudadana de energía a aquellos miembros o socios que no participen en una actividad económica a gran escala y para los cuales el sector de la energía no constituya un ámbito de actividad económica principal". (Art. 2.11 de la Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019)

3. Tienen como posibles actividades en común:
La producción, almacenamiento, consumo, compartición y organización de repartos de energía y la venta.
4. Están basadas en la libre y voluntaria participación de sus potenciales miembros o socios.

5. Tienen como objetivo y finalidad:
Ofrecer a sus miembros, socios y/o localidad en la que desarrollan su actividad, beneficios medioambientales, económicos o sociales, más que una rentabilidad financiera (que no puede ser un objetivo principal o finalidad). [17]

3.3. Diferencias entre las CER y CEE

Las CCE y las CER se diferencian principalmente en:

1. En la capacidad para realizar algunas actividades y el ámbito energético en que pueden operar:

1.1 Las actividades de agregación, prestación de servicios de recarga y prestación de servicios de eficiencia energética:

- Para las CCE son actividades propias.
- En las CER, aunque aparecen dentro del marco facilitador que los países deben garantizar. En la Directiva (UE) 2018/2001, de 11 de diciembre de 2018, art.22.2.b, art. 22.2.c y art. 22.4.b y art.22.4.e, no están explícitamente mencionadas como actividad propia de estas comunidades. [17]

2.b y 2.c

"b) compartir, en el seno de la comunidad de energías renovables, la energía renovable que produzcan las unidades de producción propiedad de dicha comunidad de energías renovables, a condición de cumplir los otros requisitos establecidos en el presente artículo y a reserva de mantener los derechos y obligaciones de los miembros de la comunidad de energías renovables en tanto que consumidores; (Art. 22.2. b. Directiva (UE) (2018/2001)del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018)

c) acceder a todos los mercados de la energía adecuados tanto directamente como mediante agregación de manera no discriminatoria."

(Art. 22.2.c., Directiva (UE) (2018/2001)del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018)

4.b y 4.e

"b) las comunidades de energías renovables que suministren energía o proporcionen servicios de agregación u otros servicios energéticos comerciales estén sujetas a las disposiciones aplicables a tales actividades;" (Art. 22.4.b. Directiva (UE) (2018/2001) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018)

"e) las comunidades de energías renovables no reciban un trato discriminatorio en lo que atañe a sus actividades, derechos y obligaciones en tanto que clientes finales, productores, gestores de redes de distribución, suministradores, o en tanto que otros participantes en el mercado;" (Art.22.4.e, Directiva (UE) (2018/2001)del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018)

1.2 La distribución de energía eléctrica:

- Las CCE pueden participar en esta actividad, pero tiene que ser cada país quien habilita esta capacidad. [17] No aparece impuesta por la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de diciembre de 2018, en el art. 16.2.b:

" 2. Los Estados miembros podrán disponer en el marco jurídico favorable que las comunidades ciudadanas de energía:

a) estén abiertas a la participación transfronteriza;

b) tengan derecho a poseer, establecer, adquirir o arrendar redes de distribución y gestionarlas autónomamente con arreglo a las condiciones establecidas en el apartado 4 del presente artículo;"

El Instituto Internacional de derecho y Medio Ambiente (IIDMA) destaca, que existiría un conflicto legal, si estas comunidades CCE, realizan además de la posesión, establecimiento, adquisición, arrendamiento o gestión de sus propias redes de distribución, otras actividades para las que en principio están capacitadas, pues las sociedades mercantiles que realicen actividades de distribución deben tener como objeto social exclusivo las actividades de distribución. [17]

- Las CER: La misma Directiva no reconoce el derecho a poseer, establecer, adquirir o arrendar redes de distribución, pero dice que las CER no podrán ser discriminadas como gestores de redes de distribución y por lo tanto sería razonable esperar, que posean al menos, la capacidad de gestionar redes de distribución. [17]

3.4. Problemas o barreras identificados en el desarrollo de las CEE, basados en la experiencia en el entorno internacional.

- Reducción de los incentivos
- Insuficiente desarrollo del marco normativo.
- Difícil acceso a la financiación por desconfianza de los inversores sea ésta real o percibida.
- Falta de sencillez en los procedimientos administrativos.
- Poco interés de los ciudadanos (inicial o desmotivación posterior).
- Falta de asesoramiento experto. [18]

3.5. Retos de las CEE

Los retos a los que se enfrentan las comunidades energéticas son los siguientes: [18]

I. Generales:

- Conseguir que los consumidores, hasta ahora sujetos pasivos en el proceso de abastecimiento energético, lleguen a participar activamente en el mismo.

- Desarrollar dinámicas de trabajo colaborativas, de participación y consenso, con los ciudadanos, para conseguir su implicación, pues en caso de no conseguirlo, es fácil que pasen de ser implicados a auto percibirse como afectados.
- Desarrollar formas de incentivar y de apoyar a los ciudadanos implicados, adecuadas y coherentes a lo largo del proceso de crecimiento de las comunidades energéticas.
- Sistemas claros, accesibles y fáciles de aplicar en las CCE, sobre todo en aquellos casos que no cuentan con suficiente desarrollo en capacidades técnicas o en recursos jurídicos o administrativos.

2. Legal-administrativo:

- Tener un marco legal coherente y claro, sin contradicciones ni vacíos legales y normativa derivada igualmente clara y coherente.
- Es necesario tener disponibilidad de la información de consumo en tiempo real para optimizar el funcionamiento y beneficios de los participantes en las CCE.
- Control de la distribución eléctrica, sobre todo con la perspectiva futura del manejo de la información en la generación estocástica (es decir, aleatoria) y la capacidad de absorber energía cuando se produce. Siendo un punto fundamental para el desarrollo de las comercializadoras y distribuidoras.
- Fomentar la interconexión y operabilidad conjunta, en cuanto a intercambio de información en el contexto de la medición inteligente, de dos o más sistemas o componentes intervinientes, para facilitar una gestión de la demanda fluida y correcta (proactiva).

3. Económicos:

- *"Activar la financiación privada. En este aspecto una de las claves es la de acotar riesgos para poder disponer de unos productos financieros atractivos. En la situación actual el riesgo más grande se percibe en la indefinición jurídico-legal de la figura de comunidad energética y el reconocimiento legal de sus potestades, capacidades y responsabilidades" [18]*
- Involucrar Empresas de Servicios Energéticos (ESEs). La situación actual en España es, que las ESEs frecuentemente buscan proyectos de un volumen superior a 300.000€. debido a los costes fijos altos que condicionan que el tamaño mínimo del proyecto. Y también por parte de la comunidad local, puede haber reticencias cuando se trata de empresas sin presencia o arraigo local.

- Conseguir sumar beneficios económicos de diferentes fuentes (por ejemplo: reducción del término fijo de la potencia, reducción de peajes por menor uso de la red de transporte) con los beneficios sociales y ambientales percibidos por la comunidad local, como, por ejemplo: la creación de puestos de trabajo a nivel local lucha contra la pobreza energética o mejora de calidad de aire a nivel local.
- Distinguir las oportunidades “quick wins”, es decir, de ganancia rápida, que estimularán la formación de innovaciones. Probablemente será difícil encontrar estas oportunidades en la rehabilitación energética de edificios como también en los proyectos de elevada dificultad tecnológica.”.
- Buscar la actuación integral y conjunta de proyectos de alta complejidad, que generarán a larga duración, con proyectos estilo “quick wins”, mediante la combinación de diferentes incentivos que conduzcan a conseguir el objetivo final.
- *"Conseguir beneficios de factor de escala. Los costes de diferentes equipos, sobre todo relacionados con las instalaciones fotovoltaicas, pero también de equipos de alta eficiencia energética son cada vez más bajos. Sin embargo, la reducción del coste es más evidente en instalaciones grandes o en casos de compras agregadas. Un esfuerzo en gestión de compra puede permitir mantener los costes controlados." [18]*
- *"Buscar mecanismos para fomentar la rehabilitación energética. A diferencia (de climas más fríos, en buena parte de España, y sobre todo en la zona Mediterránea, la rehabilitación energética proporciona unos ahorros económicos modestos por lo que el periodo de retorno de la inversión a menudo se dispara" [18]*
- Definir una hoja de ruta para conseguir que las CCEE sean actores clave en la transición energética. Dicha hoja de ruta ha de aprovechar las experiencias pioneras exitosas que han surgido en esta primera etapa, incluso de vacío legal (como ha ocurrido con las primeras comunidades de vecinos que han puesto en marcha el autoconsumo compartido), o de típico desarrollo de productos, servicios o estructuras innovadoras, como las comercializadoras cooperativas de suministro de energía 100% renovable (por ejemplo: la cooperativa Som Energia que cuenta con 28 grupos locales). Pasar de esta fase inicial de pioneros y replicación de pioneros, a una fase de multiplicación de proyectos y finalmente a la fase de mercado masivo, y el tiempo que se tarde en ello, dependerá de la capacidad de la Administración de desarrollar los instrumentos adecuados para el fomento en la replicación de las iniciativas más prometedoras. [18]

4. Sociales:

- Orientar el enfoque al ciudadano. Hay que construir un entorno de apoyo que dé la seguridad jurídica, estabilidad y en definitiva la confianza a los ciudadanos dispuestos a contribuir en la transición energética en España.
- Generar confianza. Pues es uno de los principales valores de las comunidades energéticas locales. La componente local aquí es muy importante.
- Poner en valor la condición local: la identidad, el sentido de comunidad, la posibilidad de crear o potenciar un determinado estilo de vida con valores compartidos y solidarios. A partir de aquí es posible ir introduciendo cambios de comportamiento en patrones de uso energético.
- La participación y el de forma particular, el voluntariado, son los grandes motores de desarrollo de las comunidades energéticas en distintos países europeos. Probablemente, promover en España estos aspectos, mediante las dinámicas adecuadas, aportaría un gran valor.
- Enlazar factores tecnológicos de desarrollo global con factores sociales, de ámbito más local. Por ejemplo, promoviendo que la población más joven, a menudo es la más interesada en la transición energética y pero que no suele ser propietaria, pueda intervenir, por ejemplo, estando en régimen de alquiler.
- Cultivar la emergencia de las comunidades pioneras o comunidades “núcleo” capaces de dinamizar la creación de nuevas comunidades. [18]

3.6. Recomendaciones del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para promover las CCE.

1. Facilitar la creación de comunidades “núcleo”. [18] Por ejemplo:
 - Centros educativos
 - Equipamientos públicos
 - Entidades deportivas
 - Cooperativas de consumo
2. Desarrollar un sistema de ventanilla única de información y tramitación para el ciudadano. En ella, la parte interesada podría recibir la información básica, asesoramiento legal y administrativo, así como realizar todos los trámites necesarios para constituir y desarrollar una comunidad energética. [18]

- Ejemplo de la información facilitada:

- Mapas de recursos
- Guías de protocolos en lo legal, organizativo y tecnológico
- Descripción de casos de éxito
- Descripción de soluciones tipo
- Guías de compra colectiva

- Facilidades mediante:

- Contact point y/o market place de compra colectiva
- Herramientas de análisis del efecto agregador
- Plataformas de gestión energética
- Contacto con comunidades con experiencia con posibilidad de tutelaje
- Contacto con proveedores de servicios y/o material

Se podría preparar y compartir todo o gran parte de este material, entre los organismos responsables gestores de la ventanilla única, estandarizando los documentos y los procesos para optimizar al máximo los recursos. [18]

3. Crear un “Defensor del pueblo” del ámbito energético, con capacidad ejecutiva. ” [18]

3.7. CCEE en el contexto de España

1. El Contexto jurídico español

Existe únicamente una definición del concepto de Comunidades de Energía Renovable (CER) el RDL 23/2020, 23 de junio, en el art. 4 se encuentra el ordenamiento jurídico que establece una definición similar a la de la Directiva de la U.E. y supone una modificación del artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector eléctrico para incorporar a las comunidades de energías renovables entre los actores de dicho sector. [17] [17]

“j) Las comunidades de energías renovables, que son entidades jurídicas basadas en la participación abierta y voluntaria, autónomas y efectivamente controladas por socios o miembros que están situados en las proximidades de los proyectos de energías renovables que sean propiedad de dichas entidades jurídicas y que estas hayan desarrollado, cuyos socios o miembros sean personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios y cuya finalidad primordial sea proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde operan, en lugar de ganancias financieras.» (Art. 4. RDL 23/2020, 23 de junio).

Sin embargo, no se ha hecho la transposición completa, es decir, la adaptación de las normas jurídicas de la directiva europea al ordenamiento jurídico nacional, de los derechos de estas comunidades, ni de su marco regulatorio facilitador o favorecedor. La transposición está prevista para que finalice antes del 30 de junio 2021. [17]

- Aún no se tiene en una definición de Comunidades Energéticas Ciudadanas (CCE), ni se tiene adaptados a la normativa española, por consiguiente, los derechos ni el marco regulatorio correspondiente, que, sin embargo, debían de haber quedado incorporados el 31 de diciembre de 2020. [17]

Las CER, aparecen en el RD 960/2020, de 3 de noviembre, por el que se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción eléctrica a través de procedimientos de concurrencia competitiva como son las subastas: [17]

"El marco retributivo que regula este real decreto debe velar por la diversidad de agentes en el despliegue de renovables y tener en cuenta las particularidades de las comunidades de energías renovables para que estas puedan competir por el acceso al marco retributivo en nivel de igualdad con otros participantes, todo ello de acuerdo con la normativa comunitaria.

Además, en el caso de instalaciones de pequeña magnitud y proyectos de demostración, se les podrá eximir del procedimiento de concurrencia competitiva para el otorgamiento del referido marco retributivo. En estos casos, se podrá utilizar como referencia retributiva el resultado de dichos procedimientos.

En este contexto, España ha asumido unos ambiciosos objetivos en relación con el desarrollo de las energías renovables en su propuesta de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, que implican la instalación de cerca de 5.000 MW/año de nueva capacidad en la próxima década. Para lograr estos objetivos, el propio PNIEC plantea, entre otras medidas, la convocatoria de subastas para el otorgamiento de nuevos marcos retributivos en línea con lo descrito anteriormente." (RD 960/2020, de 3 de noviembre.)

El RD 960/2020, de 3 de noviembre, exige que, para poder establecer particularidades adaptadas a las características de las comunidades de energía renovable, se justifique la posibilidad de tener resultados subóptimos dado el potencial a largo plazo de una tecnología específica, la necesidad de diversificación, los costes de integración de la red y, en el caso de la biomasa, la necesidad de prevenir distorsiones en los mercados de materias primas. [18]

Con anterioridad a las citadas Directivas de la UE, y a los citados Reales Decretos, en los Presupuestos Generales del Estado para el año 2018, el apart.6 de la Disposición Final Tercera de la Ley de Sector Eléctrico que fue introducido por la Ley 6/2018, de 3 de julio, habilitaba al Gobierno a dispensar un tratamiento retributivo particular a las "comunidades energéticas" vinculadas a actividades de producción, a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos... " [18], [17]

Además, este apartado recoge una definición de comunidades energéticas que no se ajusta en la actualidad a los conceptos de CER y CCE desarrollados posteriormente en las correspondientes Directivas de la UE.

La transposición de las definiciones de comunidades energéticas y el régimen básico, en la normativa autonómica es competencia estatal según se indica, “ *el Estado tiene competencia exclusiva sobre las "bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica" y sobre "las bases de régimen minero y energético."* (Art. 149 de la CE)

La jurisprudencia del Tribunal Constitucional ha desarrollado el concepto de bases de régimen energético y en particular, el eléctrico y a este respecto a la STC 60/2016, en la que establece que la regulación de autoconsumo queda comprendida dentro de las competencias del Estado. Algunas Comunidades Autónomas hacen referencia a comunidades energéticas o conceptos similares, pero sin definir, en la normativa aprobada en 2019. Como, por ejemplo, Baleares o Cataluña. [17]

2. El PNIEC :

“La UE demanda a cada Estado miembro la elaboración de un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Los PNIEC presentados por cada Estado miembro servirán a la Comisión para determinar el grado de cumplimiento conjunto y establecer actuaciones para corregir posibles desvíos.” [19]

“El PNIEC de España identifica los retos y oportunidades a lo largo de las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: la descarbonización, incluidas las energías renovables; la eficiencia energética; la seguridad energética; el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad.” [19]

El PNIEC español, si contempla ambos tipos de comunidades energéticas e indica de alguna manera, cuál debe ser la regulación de estas en el Derecho Español.

2.1. La Medida 1.13 del PNIEC, prevé la incorporación de las CCEE al ordenamiento jurídico interno, así como su definición y desarrollo, de acuerdo con una serie de criterios orientadores, entre los cuales se deben destacar: [19]

- Sobre los participantes en las comunidades energéticas:

Tanto las CER como las CCE, deben estar controladas por socios o miembros que estén en las proximidades de los proyectos y con el objetivo fundamental de proporcionar beneficios medioambientales, económicos y sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde se encuentran u operan. [17], [19]

En el caso de las CER, los socios deben ser personas físicas, pymes o autoridades locales (incluidos municipios).

- Sobre los objetivos:

- El objetivo de las CER, es la realización de proyectos de naturaleza eléctrica, térmica o de transporte, con la condición de que el origen sea renovable.
- El objetivo de las CCE, es la realización de proyectos relacionados con el sector eléctrico, incluyendo la distribución, suministro, consumo, almacenamiento, agregación de energía, prestación de servicios de eficiencia energética o la prestación de servicios de recarga para vehículo eléctrico, o de otros servicios energéticos a sus miembros. [17]

- Sobre la protección del desarrollo de las comunidades energéticas:

- Las CER:
 1. Se realizará una evaluación de los obstáculos existentes y de su potencial de desarrollo.
 2. Deberá garantizarse que puedan producir, consumir, almacenar y vender energías renovables, en particular mediante contratos de compra de electricidad renovable.
 3. Se tiene que garantizar que puedan acceder a todos los mercados de energía adecuados, tanto directamente como por agregación. [17]
- Las CCE:
 1. Se deberá permitir que puedan poseer, establecer, adquirir o arrendar redes de distribución y gestionarlas autónomamente.
 2. Se deberá permitir su acceso a todos los mercados organizados. [17]

3.8. Medidas específicas para la divulgación y crecimiento de las CCE.

1. Desarrollo de un marco normativo que tenga en cuenta figuras y situaciones de actores o agrupaciones que ya existen, con la potencialidad de constituirse en CCE. [17] Como ocurre con:
 - a. Cooperativas,
 - b. Polígonos industriales,
 - c. Parques tecnológicos,
 - d. Comunidades de propietarios,
 - e. Zonas portuarias.
2. Establecimiento de una ventanilla única para la eliminación de barreras.
3. Promoción de proyectos de demostración de las CCE.
4. Puesta en marcha de programas de formación y capacitación, enfocados a que las CCE puedan acceder a los recursos humanos y técnicos necesarios para:
 - Identificar, tramitar, ejecutar y gestionar los proyectos.
 - Movilizar las inversiones necesarias.

5. Creación en el IDAE de una oficina para a la promoción y apoyo de CCE. [17]

3.10. Entidades susceptibles de ser forma jurídica para las CCEE en España.

El Informe del IIDMA hace un análisis de las entidades con posible potencialidad para convertirse en comunidades energéticas dentro del derecho español.

Son pocas las figuras jurídicas existentes en el Derecho Español, que actualmente pueden ser utilizadas para la constitución de CER y CCE. Lo cual constituye un obstáculo para la proliferación de estas comunidades.

A continuación, solamente se nombran, para una mayor profundizar acudir al Informe del IIDMA páginas 34-90. [17]

- Sociedades civiles.
- Asociaciones.
- Cooperativas.
- Fundaciones.
- Comunidades de propietarios
- Parques científicos y tecnológicos
- Entidades gestoras de áreas industriales:
 - Entidades urbanísticas colaboradoras de conservación.
 - Entidades de Gestión y Modernización de Áreas industriales.
- Zonas portuarias.
- Comunidades de regantes.
- Comunidades de montes.
 - Comunidades de montes vecinales en mano común.
 - Comunidades de montes de socios.
 - Montes comunales.

Para tener en cuenta:

1. No se tienen en consideración las organizaciones sin ánimo de lucro ni las pymes, porque ambas comprenden otras entidades contempladas en la lista anterior.

En particular:

- Las ONG pueden adoptar la forma de asociaciones, cooperativas o fundaciones.
- Las pymes (pequeñas y medianas empresas) son:
" Cualquier entidad que independientemente de su forma jurídica, ejerce una actividad económica, ocupa a menos de 250 personas y cuyo volumen de negocio anual no excede de 50 millones de euros o cuyo balance anual no excede a 43 millones de euros" (Reglamento (UE) N°651/2014 de la Comisión, de 17 junio de 2014)

2. Se excluyen las sociedades mercantiles (S.A., S.L., sociedad regular colectiva y sociedad comanditaria por acciones), dado el predominio del carácter comercial asociado e incompatible con las CCEE. [17]

3.9. Recomendaciones del Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA).

Debido a la amplitud e imprecisión de la definición de las CCEE en la UE y a la gran cantidad y variedad de entidades jurídicas en el derecho español.

El IIDMA hace unas recomendaciones en las conclusiones de su informe para las transposición de las CCEE, de las cuales se destacan:

1. Deberá ser: completa, clara, específica y concreta. Para ello se tendrán en cuenta los distintos factores.
 - Incluir las definiciones de CER y CCE.
 - Aclarar los conceptos de apertura, voluntariedad, autonomía, proximidad, finalidad primordial y control efectivo que se mencionan en las Directivas de la UE.
 - Especificar los derechos y obligaciones, que sean justos, transparentes y proporcionados, con lo que eviten cargos o gravámenes excesivos que hagan inabarcable la constitución de estas entidades.
 - Desarrollar el Marco legislativo facilitador o favorable que piden las Directivas de la UE.
 - Suprimir el desconocimiento de siendo una CCEE que entidad jurídica se puede ser, evitando las limitaciones derivadas de identificar un único tipo de entidad candidata, sino al contrario, buscando la forma de ofrecer el mayor número controlado de alternativas candidatas a CCEE, que puedan adaptarse a más situaciones y encontrar más potenciales promotores.
 - Revisar periódicamente las definiciones y encuadramiento conceptual de las CCEE en el derecho español, para que se hallen alineadas con las opciones y soluciones que vayan surgiendo al ritmo de la evolución tecnológica. De manera que la variedad y conocimiento de las experiencias ya existentes puedan ser trasladadas al orden regulado que se vaya a instaurar.
2. Se aconseja distinguir aquellas ya presentes en la actualidad, en función de:
 - Actividad.
 - Amplitud.
 - Implicación en la sociedad.

- Efecto de extrapolación o multiplicación del aumento de consumidores mediante renovables y empoderados en el sector eléctrico.
3. A aquellas entidades que por su estructura no puedan ser una CCEE, se les debe dar otras posibilidades para poder ser integrante activo en la transición energética.
 4. *"La elaboración de las normas que transpongan las CCEE y de aquellas que tengan como objetivo la revisión de las mismas, debe ser abierta y participativa"* [17]

3.10. Casos reales de comunidades energéticas

Tanto a nivel mundial como nacional, el número de comunidades energéticas va en aumento. De esta manera se ha procedido a destacar tres de ellas a nivel internacional, a nivel europeo y en España.

- En la ciudad de Nueva York (Estados Unidos) más concretamente en el barrio de Brooklyn se encuentra la comunidad energética Brooklyn Microgrid (BMG) con origen en el año 2016 y propiedad de LO3 Energy. Se trata de una microrred en la que a través de una aplicación prosumidores y consumidores están conectados para permitir, si así lo desean, la venta y compra de los excedentes generados por aquellos generadores que cuenta con instalaciones de paneles solares propias. El propio prosumidor cuenta con la libertad de elegir entre vender a otros participantes u mantenerse con el que hace posible la microrred: Con Edison, empresa que se encarga de la distribución de la energía. [20], [21]



Figura 3.1. PANELES SOLARES DE LA AZOTEA EN ARCHITECTURAL GRILLE, BROOKLYN. [21]

Recientemente, han implementado la tecnología blockchain creando Exergy, una plataforma que no solo permite una conectividad más fácil entre los participantes en la comunidad energética, sino que el propio operador del sistema dispone de datos suficientes para su gestión y control del equilibrio del uso y mercado de la energía local, además se ha añadido la posibilidad de comprar el excedente en la red local, producido por puntos de recarga de vehículos eléctricos ya sean de uso público o privado basado en el P2P ('peer to peer'). [20]

Los prosumidores a través de la instalación del medidor inteligente conectado al dispositivo TransActive Grid Element (TAG-e G) se envían los datos al mercado local de energía. Exergy está permitiendo que haya una mayor flexibilidad y facilidad tanto en el mercado energético como en la obtención y uso de los datos que se obtienen. [21]

- La ciudad de Friburgo (Freiburg) es una de la ciudades más sostenibles y ecológicas mundialmente. En ella se encuentra The Solar Settlement, una de las comunidades energéticas con más relevante a nivel internacional y cuyo origen fue antes de la existencia del concepto de 2comunidad energética. Lleva desde el año 2005, año en el que acabo su construcción, hasta el día de hoy en funcionamiento. [22]

The solar Settlement consta de 59 viviendas residenciales de materiales sostenibles y todos los edificios llevan instalados paneles fotovoltaicos para autoconsumo, generando al año aproximadamente 420.000 kWh ya que la potencia total es de 445 kWp. [22]



Figura 3.2. THE SOLAR SETTLEMENT (ALEMANIA). [22]

Se trata de una urbanización completa de casas Plusenergy o ‘edificio de energía adicional’, el cual aún no es un término oficial por parte de la Comisión Europea. Este tipo de casas, básicamente consisten en que la energía que es producida por el edificio es superior a la que se necesita por lo que los excesos generados de energía son vendidos y utilizados por la red eléctrica municipal de la zona. [23]

En España, entre futuros proyectos, aquellos que son pilotos (comunidad energética de Crevillent) y los que ya están en funcionamiento (comunidad energética rural de Castilfrío de la Sierra en la provincia de Soria), hay aproximadamente 50 comunidades energéticas.



Figura 3.3. MAPA DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS. [24]

Una de las muchas a destacar es la comunidad energética que está en proceso de desarrollo, ubicada en Crevillent, un municipio de Alicante (España). Enercoop es la cooperativa encargada de ella y cuyo principal objetivo es hacer de esta comunidad energética como una de referencia tanto en España como en Europa. Para ello entra en colaboración con el ayuntamiento de Crevillent, la Generalitat valenciana y el IDAE.

El proyecto piloto recibe el nombre de Comunidad para la Transición Energética Municipal, abreviado en el acrónimo COMPTEM. Actualmente, en la localidad de El Realengo de Crevillent cuentan con 300 paneles solares instalados con una producción anual de 1800.000 kWh y 70 familias participes en la comunidad. [25]

Estiman que se llegará a instalar una potencia total de 5MW cubriendo un 50% de la demanda de la población, mediante autoconsumo colectivo e instalaciones fotovoltaicas en cubiertas públicas o privadas. La otra mitad será cubierta con energías renovables como la planta hidráulica y la solar existentes en Crevillent. Los beneficios generadores por la actividad de COMPTEM serán utilizados para ampliar y mejorar las infraestructuras energéticas.

Con el uso de la tecnología blockchain se interconectarán las plantas solares a la red de distribución de Crevillent creando un modelo que permitirá agregación de la demanda, donde los habitantes a través de una aplicación podrán disponer de la información en tiempo real para poder gestionar su propia energía. Se trata de empoderar al ciudadano convirtiéndolo en prosumidor, un miembro activo más en el sector energético. [26]

4. OTROS CONCEPTOS Y TECNOLOGÍAS

- El Agregador

Es un agente emergente en el sector energético, que no está todavía regulado legalmente en España, aunque se han puesto los primeros pasos (RD 23/2020, y los cambios de condiciones de participación en los mercados de balance). [27]

Hoy en día, no es factible la figura de Agregador Independiente, pero se puede definir su función de la siguiente forma:

*“El agregador energético es un agente económico independiente que, desde el conocimiento y el uso intensivo de la tecnología, estructura la demanda **energética** para aportar al consumidor una serie de beneficios adicionales, que serían inaccesibles desde una gestión individual.”* [28]

- Smart Grid o Red de Distribución Eléctrica Inteligente

Son redes eléctricas bidireccionales, es decir, capaces de ceder energía y de absorber energía, desde el nivel de pequeño consumidor, como son las viviendas o los negocios. Para ello, las redes de distribución eléctricas trabajan combinadas con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC o herramientas TIC), que interconectan y mejoran la eficiencia de todos los bienes y servicios que participan en la vida de las ciudades. [29]

La ciudad inteligente (Smart City) está interconectada por la red eléctrica y por wifi, a nivel de los ciudadanos mediante aplicaciones móviles o aplicaciones que utilizan los Smart sensors o sensores inteligentes (de aparcamiento, de tráfico, de humedad, luz además de sensores de control de consumo de agua y electricidad). Los sensores de la red eléctrica avisan de las incidencias en la red, de los datos de consumo y también de la meteorología, en previsión de posibles incidencias de tipo climático. [29]

Hay contadores de lecturas telemáticas, para conocer consumos en tiempo real. Con lo que se pueden conocer hábitos de consumo, mejorar la eficiencia de la red y el ahorro energético, al crear patrones de consumo más ajustados a las necesidades de la ciudad, realizar estudios de gestión energética, para ajustar al máximo la producción o generación energética al consumo.

A nivel ciudadano, un ciudadano con instalación de autoconsumo, le permite conocer en tiempo real su consumo y decidir cuando le conviene desconectarse de la red y naturalmente hacerlo.

Otras herramientas son el WIFI en toda la ciudad, Puestos de control (Service Center y/o repartidos en edificios públicos) y paneles informativos a tiempo real (de todos los ámbitos de la ciudad y hasta publicitarios). [29]

A través de las herramientas TIC, las administraciones públicas tienen acceso a una inmensa cantidad de información (BIG DATA), que les permite el análisis tanto de las necesidades de los ciudadanos, como de sus comportamientos. Tanto BIG DATA como la información de los sensores, se envían al Service Center (centro de recogida de datos vía wifi, incluidos los de la red eléctrica), donde se analizan y desde donde físicamente se reacciona, ante cualquier contratiempo que surja y hasta se pueden solventar, mediante sistemas autónomos que están programados para la auto resolución de incidencias. [29]

- Blockchain

Es un tipo de base de datos distribuida en cada uno de los integrantes que forman parte del proceso. La información la tienen todos y cada uno de los integrantes del blockchain, una vez ha sido publicada. Por lo cual, para cambiar algún dato de los publicados, se tendrían que cambiar en todos los servidores de los participantes o integrantes. Algo que es de alta complejidad. [30]

El comercio en internet se vincula a una tercera entidad en quien confiar, que son las instituciones financieras. En cambio, mediante la tecnología blockchain al basarse en la criptografía para validar, salvaguardar y preservar las transacciones, esto es a lo que se llama P2P o ‘Peer-to-Peer’, no hay ninguna tercera entidad ni intermediario. [30]

Se le asigna a esta tecnología cuatro fortalezas:

- La gran Seguridad. Pues es casi imposible de hackear la información en la cadena de participantes. ¹
- Integridad: Garantiza que los datos no han sido modificados desde su publicación, a no ser que sea consentida la modificación y por consiguiente publicada.
- Simplifica la trazabilidad. Con lo que facilita la auditoría.
- Transparencia: Entidades independientes pueden controlar y auditar la intervención del Estado en el proceso.

Esta tecnología nació en 2008 y se dio a conocer por permitir las transacciones seguras de bitcoin. [30]

¹ “En 2016 se produjo un ataque, en el que un hacker pudo explotar el código defectuoso en una aplicación y canalizar fondos de alrededor de 50 millones de dólares a una cuenta privada”

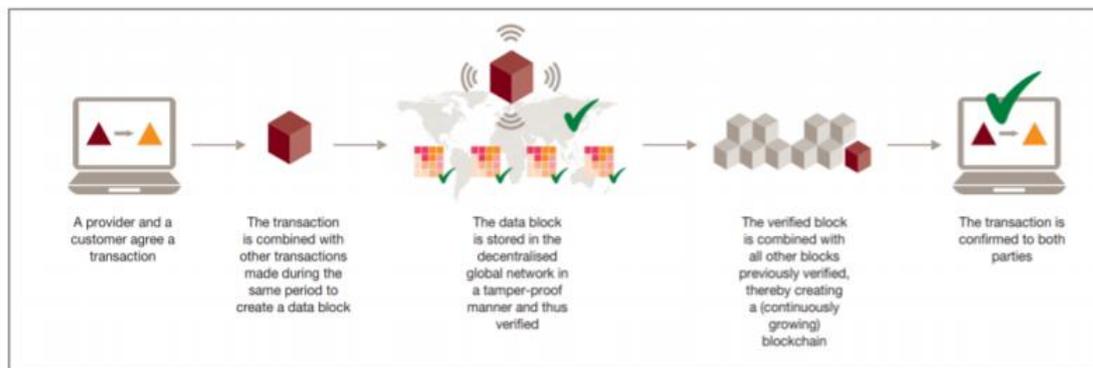


Figura 3.4. ESQUEMA DE TRANSACCIÓN BLOCKAIN. [31]

Mediante la Figura 3.4 se puede entender el funcionamiento de las transacciones Blockchain, la cual consiste en que el proveedor y el cliente entran en consenso para una transacción, Esta se junta con otras producidas en el mismo tiempo, creando así lo que sería un bloque de datos. Se almacena en lo que sería la red global, con una seguridad de gran magnitud frente a posibles ataques y donde se verifica el bloque, de manera que una vez ya hecho, se junta con otros que ya han pasado por el mismo proceso, generándose lo que sería una red de blockchain, esto hace que este en continua expansión. Tras este proceso ya se puede confirmar por los dos usuarios.

Esta imagen explica de manera gráfica y simple una transacción blockchain. En primer lugar, un proveedor y un cliente se ponen de acuerdo en una transacción. La transacción se combina con otras transacciones que se han dado en el mismo periodo para crear un bloque de datos. Ese bloque de datos se almacena en una red global a prueba de manipulaciones y verificado. El bloque verificado se combina con otros bloques previamente verificados creando una red de blockchain que crece continuamente. Una vez se realiza todo este proceso, la transacción se confirma a ambas partes.

- Almacenamiento/baterías

Las instalaciones fotovoltaicas permiten con las nuevas tecnologías, almacenar la energía de manera que se pueda cubrir el consumo de los propietarios, en horas en que no hay generación. En el caso de que estas baterías estén completamente cargadas y no hay consumo por el usuario, se puede entregar a la red. Esto ha permitido que los puntos de recarga de los vehículos eléctricos se usen para recargar el vehículo eléctrico, sirvan para que cuando la energía no usada del vehículo cargado se puede consumir en la vivienda o entregar a la red.

Experiencias exitosas utilizando baterías, como la protagonizada por la empresa fabricante de baterías alemana Sonnen, sirven como ejemplo de cómo puede desarrollarse este nuevo camino de prosumidores, cuando las redes de distribución eléctrica son antiguas y no son Smart grids (redes inteligentes).

En concreto, los comienzos de Sonnen es considerado muy ilustrativo. Alemania cuenta con una menor insolación que España, y por ello el uso de baterías para aprovechar el mínimo rayo de sol, se convierte en una necesidad. Como usuarios individuales, los propietarios de las baterías no conseguían equilibrar el consumo.

Decidieron crear una comunidad gestionada automáticamente que resolviera los problemas de suministro de los usuarios. La empresa, desde el principio, comenzó a enganchar las baterías a internet y a utilizar la red eléctrica general como el resto de los usuarios, y todos en conjunto, como comunidad (La Sonnen Community), consiguieron estabilizar e incluso mejorar el funcionamiento de la red general. Mediante un sistema informático propio, compensan la energía que entra y sale de la red (lo que una vivienda saca de la red general lo mete otra vivienda), creando una red eléctrica inteligente que se adapta a una enorme multiplicidad de prosumidores que interactúan a la vez. (8000 baterías de 8000 socios, distribuidas por toda Alemania en 2019). [32]

La lección que se aprende de ellos es:

1. *“No se necesitan muchas horas de sol, ni legislaciones favorables: lo importante es que los 'early adopters' consigan generar un efecto red que inicie la bola de nieve de la transición energética desde abajo.”* [32]
2. Desde el punto de vista técnico:
 - La apuesta por la creación y sostenimiento de comunidades organizadas como mercados P2P. Es decir, mercados que realizan las transacciones entre pares (Peer-to-Peer), que permitiría a los nuevos prosumidores obtener beneficios por sus excedentes de energía. Esto lo realiza la tecnología blockchain.
 - La capacidad de almacenamiento agregada por las baterías, que proporciona la estabilidad necesaria a la red general, que redes antiguas no puedan hacer por sí mismas de forma eficiente. [32]

A continuación, se muestra una tabla comparativa para ver de manera más general cinco proyectos más de CCE en España, además de los mencionados previamente, con el objetivo de crear una visión a nivel global de con que características ya explicadas, suelen contar las comunidades energéticas.

*Tabla 3.1. COMPARATIVA DE ASPECTOS ENERGÉTICOS TÍPICOS DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS.
[Fuente: Elaboración propia]*

Comunidades energéticas	Ubicación	Generación			Gestión de comercializadora	Servicios recarga eléctrica	Agregación de energía*
		Microrred	100% renovable	Almacenamiento			
Brooklyn Microgrid	Estados Unidos	Brooklyn, Nueva York	✓	✓	✓	✗	✓
The Solar Settlement	Europa	Friburgo, Alemania	✗	✓	✓	✗	✓
COMPTEM		Crevillent, Alicante	✓	✓	✓	✓	✓
Lasierra		Álava, País Vasco	✓	✓	✗	✓	✗
Usara		User, Madrid	✓	✓	✗	✓	-
Polígono Industrial de Santiago	España	Santiago de Compostela, Galicia	✓	✓	✓	✓	✓
Hacendera		Castilfrío de la Sierra, Soria	✓	✓	✗	✓	✗

* El papel de agregador de la demanda en España aún no está legislado.

5. POBREZA ENERGÉTICA

La Recomendación 2020/1563 de la Comisión, de 14 de octubre de 2020, sobre la pobreza energética, declara lo siguiente:

“No existe una definición normalizada de «pobreza energética», por lo que son los Estados miembros quienes deben desarrollar sus propios criterios en función de su contexto nacional.” (Recomendación 2020/1563 de la Comisión, de 14 de octubre de 2020)

Con ello la definición de pobreza energética en el ámbito español que aparece en la Estrategia Nacional de Pobreza Energética 2019 a 2024 del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) es:

“La pobreza energética es la situación en la que se encuentra un hogar en el que no pueden ser satisfechas las necesidades básicas de suministros de energía, como consecuencia de un nivel de ingresos insuficiente y que, en su caso, puede verse agravada por disponer de una vivienda ineficiente en energía.” [33]

A partir de ahora la información y documentación aportada, procede de dicha Estrategia Nacional de Pobreza Energética del MITECO, y por tanto del anterior enlace. Mientras no se señale otra fuente de información distinta.

“La UE constituyó en el marco del contrato de servicio (ENER/2015/B3/507-2) liderado desde la Universidad de Manchester, El Observatorio Europeo Contra La Pobreza energética (EPOV). Que tiene como objetivo, analizar la situación de la pobreza energética en Europa y el intercambio de buenas prácticas de los Estados Miembros”. [34]

5.1. Indicadores utilizados para la medición de la pobreza energética en España

El EPOV ha determinado una serie de indicadores para medir la pobreza energética y que deben ser adaptados a la situación particular de cada uno de ellos.

En el caso de España, las adaptaciones que se han considerado son las siguientes:

1 --La acentuada diversificación climática de nuestro país, que lleva a incorporar en la aplicación de los indicadores, el Sistema de Zonificación Climática del Código Técnico de la Edificación (CTE), expuesto en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) de dicho Código. [33]

2- España presenta unas necesidades globales de energía por habitante, para usos térmicos de calefacción por viviendas y servicios, menor a la UE. Sin embargo, esta situación cambia con los usos térmicos para refrigeración en el verano, que son más elevados. [33]

Para considerar este aspecto en los indicadores primarios, se utilizan dos parámetros de Eurostat:

- *“El número de grados días de calefacción (Number of Heating degree days, HDD), definido como la severidad del frío en un periodo de tiempo específico*

tomando en consideración la temperatura exterior y la temperatura media necesaria en las viviendas.” [33]

- “El número de grados días de refrigeración (*Number of Cooling degree days, CDD*), definido como la severidad del calor en un periodo de tiempo específico tomando en consideración la temperatura exterior y la temperatura media necesaria en las viviendas.” [33]

Los principales indicadores se muestran en la siguiente figura:

Tabla 5.1. INDICADORES PRINCIPALES DE POBREZA ENERGÉTICA. [33]

INDICADORES PRIMARIOS UTILIZADOS PARA MEDIR LA POBREZA ENERGÉTICA EN ESPAÑA	
INDICADORES PRIMARIOS OBTENIDOS DEL OBSERVATORIO EUROPEO CONTRA LA POBREZA ENERGÉTICA (EPOV)	
INDICADOR	Gasto desproporcionado (2M): porcentaje de hogares cuya participación en el gasto energético en ingresos es más del doble de la mediana nacional.
FUENTE DE OBTENCIÓN	Encuesta de Presupuestos Familiares (INE)
INDICADOR	Pobreza energética escondida (HEP): porcentaje de los hogares cuyo gasto energético absoluto es inferior a la mitad de la mediana nacional.
FUENTE DE OBTENCIÓN	Encuesta de Presupuestos Familiares (INE)
INDICADOR	Incapacidad para mantener la vivienda a una temperatura adecuada en invierno: porcentaje de la población que no puede mantener su vivienda a una temperatura adecuada en invierno. Se complementa con el mismo indicador para los meses de verano.
FUENTE DE OBTENCIÓN	Encuesta de Condiciones de Vida (INE)
INDICADOR	Retraso en el pago de las facturas: porcentaje de población que tiene atrasos en las facturas de suministros de la vivienda.
FUENTE DE OBTENCIÓN	Encuesta de Condiciones de Vida (INE)

3- Para medir las situaciones de pobreza energética de cada uno de los casos que pueda haber, se utilizan otras variables de caracterización como adicionales a los anteriores. Obtenidos mediante el estudio realizado según las encuestas hechas a la población española, Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) y Encuesta de Presupuesto Familiar (EPF). [33]

- “Tamaño del hogar: de 1 miembro a 5 o más miembros.”
- “Quintil de renta por unidad de consumo: se divide la renta de la población en 5 grupos, por quintiles de renta. El quintil de renta se calcula ordenando la

población de menor a mayor renta, para luego dividirla en 5 partes de igual número de personas.”

- “Situación de actividad: se estudia la situación de pobreza energética en colectivos en situación de vulnerabilidad potencial importante, como son los parados y los jubilados. “
- Tipo de hogar: en el que se analizan tipos de hogares que están en situaciones de vulnerabilidad potencial: personas que viven solas de 65 o más años, parejas sin hijos en las que al menos un miembro de la pareja tenga 65 años, o los hogares monoparentales en los que sólo un adulto convive con uno o más hijos. [33]

Tabla 5.2. INDICADORES PRIMARIOS Y PRIMARIOS ADAPTADOS UTILIZADOS PARA LA MEDICIÓN DE LA POBREZA ENERGÉTICA EN ESPAÑA. [33]

ENCUESTA	VARIABLE	CATEGORÍA	
ECV	Tª inadecuada en la vivienda	A	Percepción expresada en la encuesta
ECV	Retraso en el pago de las facturas	B	Facturas ligadas a los suministros de la vivienda (no incluye alquiler o hipoteca)
EPF	HEP (Pobreza escondida)	C	Con la mediana nacional
		C'	Con la media de medianas de los últimos 5 años
EPF	2M (Gasto energético desproporcionado)	D	Con la mediana nacional
		D'	Con la media de medianas de los últimos 5 años

5.2. Situación de la Pobreza Energética en España y dentro del contexto europeo.

Como resultado del análisis y aplicación de los indicadores primarios seleccionados por el EPOV, adaptados y las otras variables, llegamos al siguiente cuadro de porcentajes de población española en situación de pobreza energética:

Tabla 5.3. PORCENTAJE DE POBLACIÓN EN ESPAÑA DE CASOS DE POBREZA ENERGÉTICA. [33]

INDICADOR (% población)	2008	2014	2015	2016	2017
GASTO DESPROPORCIONADO (2M)	15,9	16,6	16,6	16,7	17,3
POBREZA ENERGÉTICA ESCONDIDA (HEP)	14,6	13,2	12,2	12,6	11,5
TEMPERATURA INADECUADA DE LA VIVIENDA EN INVIERNO	5,9	11,1	10,6	10,1	8,0
RETRASO EN EL PAGO DE LAS FACTURAS	4,6	9,2	8,8	7,8	7,4

En 2014 entre el 9,2% y el 16,6% de los ciudadanos españoles se encontraban en situación de pobreza energética (4.3 y 7.7 millones de españoles). De acuerdo con lo declarado por la Encuesta Europea de Ingresos y Condiciones de Vida (EU SILC).

” Encuesta Europea de Ingresos y Condiciones de Vida (EU SILC) de Eurostat, en 2014, 50,8 millones de ciudadanos de la UE (más del 11% de la población total) vivían en

hogares que se declaraban incapaces de mantener su vivienda a una temperatura adecuada durante el invierno". [34]

"En 2018, el 6,8 % de las personas que vivían en hogares privados en la Unión (30,3 millones de personas) no pudieron pagar las facturas de servicios básicos, como las facturas de energía, por lo que corrieron el riesgo de que se les cortara el suministro. Mientras tanto, el 7,3 % de la población de la Unión (37,4 millones de personas) experimentó temperaturas ambiente incómodas en sus hogares." (Recomendación (UE) 2020/1563 de la Comisión, de 14 de octubre de 2020)

Los valores de la tabla anterior más recientes son de 2017, pero no difieren demasiado de los porcentajes expuestos en el párrafo anterior sobre el nivel europeo en 2018 para esos mismos indicadores, en el 2017 el retraso en pago de facturas es del 7,4% y temperatura inadecuada de la vivienda en invierno (8°). [33]

España se sitúa estadísticamente en 2017, en cuanto a necesidades globales de energía por habitante, para usos térmicos de calefacción y refrigeración, por hogar, en viviendas y servicios, en el nivel de los países mediterráneos:

- *"HDD=1.598, sólo superior a Malta, Chipre y Portugal, siendo la media de la UE de 3.032"*.
- *"CDD=307, sólo superado por Malta, Chipre y Grecia, siendo la media de la UE de 105."* [33]

Considerando iguales en una primera aproximación "la tipología, las condiciones constructivas de las viviendas, el tamaño de los hogares y los sistemas de climatización". El resultado obtenido es que *"la demanda energética para calefacción per cápita sería la mitad de la media comunitaria y la demanda para refrigeración triplicaría la media."* [33]

En una situación más específica como es el ámbito del municipio de Getafe, la Asociación de Ciencias Ambientales (ACA) declara que en dicho municipio hay entre un 15% y 30% de sus ciudadanos que entran dentro del ámbito de pobreza energética.

Se da principalmente en las zonas de Las Margaritas y La Alhóndiga, dos barrios de Getafe, donde el urbanismo es de reducida eficiencia energética, el 48% no tiene calefacción además de no contar en las viviendas con un correcto aislamiento en temporadas de bajas temperaturas. [35]

6. FACTURA ELÉCTRICA

En el sector eléctrico español hay dos mercados de venta y compra de energía, el mercado regulado y el mercado libre, cuya diferencia principal es el precio de coste tanto de energía como de la potencia a necesitar.

La factura de electricidad para el mercado minorista se compone de:

1. Término fijo (€/kW) referido a la potencia contratada (kW), es la tarifa de acceso en la que se encuentra los pagos de distribución y transporte y los cargos debido a los movimientos realizados por las centrales eléctricas.
2. Término variable (€/kWh) constituye el coste por la energía a consumir que varían en función del tipo de tarifa contratada.
3. El margen de comercialización constituye el porcentaje de beneficio que las comercializadoras se llevan por realizar la facturación eléctrica.
4. Tasas, impuestos y alquiler de equipos. Se tiene que aplicar la tasa por electricidad y el IVA.

En el mercado regulado se encuentra el precio de la energía que varía de manera horaria y diaria. Desde el 1 de junio de 2021 RDL 1/2019, de 11 enero, se ha visto modificado la tarifa que compone este mercado, Precio Voluntario al Pequeño Consumidor (PVPC), el cual solo está ofertado por 8 comercializadoras de referencia. Los cambios producidos son los siguiente: [36]

- En la tarifa de acceso los peajes son determinados por la Comisión Nacional de los Mercados y Competencia (CNMC) además de penalizar tanto en este como en los cargos el consumo en horario de alta demanda eléctrica.
- La tarifa nueva es 2.0TD sustituta de las anteriores 2.0 A, 2.0 DHA, 2.0 DHS, 2.1 A, 2.1 DHA y 2.1 DHS, de manera que la potencia contratada máxima se amplía de 10 a 15kW.
- Se establecen dos periodos de potencia y tres de energía, de manera que la discriminación horaria es aplicada a todos los usuarios.
- La tarifa nueva es 2.0TD sustituta de las anteriores 2.0 A, 2.0 DHA, 2.0 DHS, 2.1 A, 2.1 DHA y 2.1 DHS, de manera que la potencia contratada máxima se amplía de 10 a 15kW.
- Diferenciación entre dos valores de potencia, una para el período valle y otra para el de punta, sin embargo, sino no se desea se puede mantener la misma potencia

para ambos periodos. Los valores pico de estas tendrán que mostrarse en la factura.

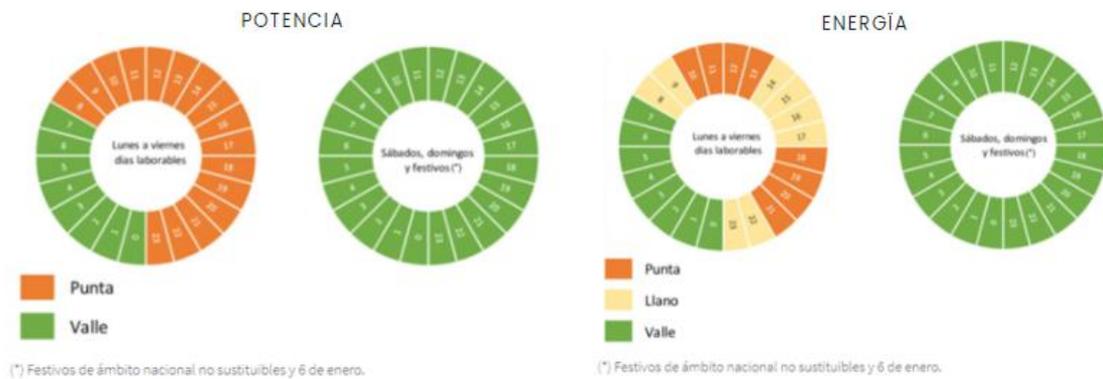


Figura 6.1. PERIODOS HORARIOS PARA LA POTENCIA Y ENERGÍA. [36]

Tabla 6.1. TÉRMINO DE POTENCIA TOTAL. [Fuente: Elaboración propia]

Término de potencia	Tarifa	Punta (€/kW año)	Valle (€/kW año)
Transporte y distribución	2.0TD	23,469833	0,961130
Cargos	2.0TD	7,202827	0,463229
Total		30,6727	1,4244

En el caso de ser una tarifa de precio fijo determinado por la comercializadora, lo cual se trata del mercado libre mercado libre, por lo que se conoce de manera exacta el precio de cada consumo kWh.

Las tarifas a precio fijo son establecidas por la comercializadora de manera que las ofertas van variando y se abre la posibilidad de contratar electricidad y agua en un mismo contrato. No tiene establecido una potencia límite para su contratación. [37]

En el mercado liberalizado las comercializadoras podrá decidir si mantener sus ofertas y condiciones actuales o adecuarse a las nuevas modificaciones.

6.1. Bono social de electricidad

El bono social se ve reflejado en la factura eléctrica, ya que supone una reducción de esta en un determinado porcentaje en función del tipo de consumidor afectado que tendrá que cumplir unos criterios determinados por la LSE 24/2013, de 26 de diciembre, para que se le aplique el descuento, para ello tienen que estar acogidos en su tarifa eléctrica al PVPC.

Los descuentos posibles serán: [38]

- Descuento del 25% para aquellos consumidores considerados vulnerables. Con la COVID 19 se considerarán también vulnerables los consumidores desempleados, con Expediente Temporal de Regulación de Empleo (ERTE) o trabajadores cuyos ingresos se ha visto disminuido de manera considerable debido al acortamiento del horario laboral por causas debidas al virus.
- Descuento del 40% para vulnerables severos.
- La factura eléctrica no es pagada en su totalidad por aquellos consumidores que están en riesgo de exclusión social, ya que el valor pagado de la factura por parte de los servicios sociales es igual o superior al 50%.

7. LOCALIZACIÓN

El caso de estudio a realizar es en Getafe (Madrid) más específicamente en los barrios de las Margaritas y la Alhóndiga.



Figura 7.1. LAS MARGARITAS (GETAFE). [Fuente: Google Earth]



Figura 7.2. LA ALHÓNDIGA. [Fuente: Google Earth]

8. PERFILES DE CONSUMO

Los perfiles de consumo usados han sido de dos tipologías distintas para cuatro viviendas, que serán el modelo de los consumidores participantes del autoconsumo colectivo.

Dos de las viviendas cuentan con consumos horarios reales de la Comunidad de Madrid del año 2019, con una potencia contratada de 5,5 kW para ambas. A través de su distribuidora, se han obtenido esos datos de consumo horario anuales, parte se encuentra en el Anexo I.

Las otras dos viviendas modelo serán consideradas de pobreza energética, una compuesta por 2 personas con un apartamento con dos habitaciones, un baño y la cocina con 3,3 kW de potencia contratada mientras que la otra es de 3,45 kW, formada por 4 personas en un apartamento de tres habitaciones con un baño, la cocina y el salón-comedor. Ambos perfiles se han realizado en función de las suposiciones siguientes:

1. Al estar en los barrios de la Alhóndiga y Las Margaritas construidos entre los años 50 y 70 las estructuras arquitectónicas y la eficiencia energética de los edificios (aislamiento térmico insuficiente, ventanales de los edificios sin rotura de puente térmico...) es reducida.
2. Electrodomésticos de uso cotidiano y generalizado de baja eficiencia energética.
3. La cocina y la calefacción son de butano o gas natural.
4. No habrá dispositivos de elevado consumo conectados a la vez.

Tabla 8.1. CONSUMO HORARIO Y POTENCIA DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS. [Fuente: Elaboración propia]

PAREJA (2 personas)			
Electrodomésticos	Horas a la semana	Potencia de 1 unidad (W)	kWh
Lavadora (1 vez= 1h; veces a la semana)	1	500	0,50
Nevera	168	75	0,08
Televisión	14	150	0,15
Pequeño electrodoméstico (batidora, secador de pelo, extractor de humos) 10 min al día	1,75	200	0,20
Iluminación (dormitorio+ cocina + salón+ baño) 8 bombillas	28	11	0,09
Cargadores (móvil, ordenador...) 2 h al día	7	100	0,10
Otros electrodomésticos (Plancha, microondas, tostadora...) 10 min al día	5	1000	1,00
FAMILIA (4 personas)			
Electrodomésticos	Horas a la semana	Potencia de 1 unidad (W)	kWh
Lavadora (1 vez = 1.5h: 2 veces a la semana)	3	500	0,50
Nevera	168	75	0,08
Televisión	14	150	0,15
Pequeño electrodoméstico (batidora, secador de pelo, extractor de humos) 10 min al día	1,75	200	0,20
Iluminación (4 habitaciones [2 dormitorios+ cocina + salón]+ 1 baño) 13 bombillas	35	11	0,14
Cargadores (móvil, ordenador...) 2 h al día	14	100	0,10
Otros electrodomésticos (Plancha, microondas, tostadora...) 10 min al día	5	1000	1,00

Conocido
consumos
de los

los
horarios

electrodomésticos de cada una de las viviendas se ha realizado el perfil de consumo para un día con lavadora y otro no.

Tabla 8.2. PERFIL DE CONSUMO DE VIVIENDA DE 2 PERSONAS Y DE LA DE 4 PERSONAS. [Fuente: Elaboración propia]

4 PERSONAS				2 PERSONAS			
Hora	Dispositivo en funcionamiento	CON lavadora (kWh)	SIN lavadora (kWh)	Hora	Dispositivo en funcionamiento	CON lavadora (kWh)	SIN lavadora (kWh)
1	nevera	0,075	0,075	1	nevera	0,075	0,075
2	nevera	0,075	0,075	2	nevera	0,075	0,075
3	nevera	0,075	0,075	3	nevera	0,075	0,075
4	nevera	0,075	0,075	4	nevera	0,075	0,075
5	nevera	0,075	0,075	5	nevera	0,075	0,075
6	nevera	0,075	0,075	6	nevera	0,075	0,075
7	nevera	0,075	0,075	7	nevera	0,075	0,075
8	nevera Luz	0,075	0,075	8	nevera Luz	0,163	0,163
9	nevera Peq. electrodomestico	0,275	0,275	9	nevera Peq. electrodomestico	0,125	0,125
10	nevera	0,075	0,075	10	nevera	0,075	0,075
11	nevera	0,075	0,075	11	nevera	0,075	0,075
12	nevera Lavadora	0,575	0,075	12	nevera Lavadora	0,575	0,075
13	nevera lavadora (30 min que faltan)	0,325	0,075	13	nevera	0,075	0,075
14	nevera Otros electrodomésticos	0,242	0,242	14	nevera Otros electrodomésticos	0,242	0,242
15	nevera	0,075	0,075	15	nevera	0,075	0,075
16	nevera TV	0,225	0,225	16	nevera TV	0,225	0,225
17	nevera	0,075	0,075	17	nevera	0,075	0,075
18	nevera Cargador	0,175	0,175	18	nevera Cargador	0,125	0,125
19	nevera Cargador	0,175	0,175	19	nevera Cargador	0,125	0,125
20	nevera Luz	0,218	0,218	20	nevera	0,075	0,075
21	nevera Luz + TV	0,368	0,368	21	nevera Luz + TV	0,313	0,313
22	nevera Luz	0,218	0,218	22	nevera Luz	0,163	0,163
23	nevera Luz	0,218	0,218	23	nevera Luz	0,163	0,163
24	nevera	0,075	0,075	24	nevera	0,075	0,075

Los dos tipos de perfiles se han extrapolado a lo largo de un año considerando las horas semanales de la Tabla 8.1 por electrodoméstico. Cada semana contará con el número de horas de uso del electrodoméstico determinado en esa misma tabla, siendo una vez por semana el perfil de consumo con la lavadora en el caso de la vivienda de la pareja, y la vivienda familiar será dos veces por semana el perfil de consumo con lavadora. Parte del perfil horario anual se encuentra en el ANEXO A: RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON PVSYSY.

9. DIMENSIONAMIENTO

La generación de la energía eléctrica necesaria para crear las comunidades energéticas será mediante la instalación fotovoltaica en determinados edificios públicos que se encuentran en los dos barrios de Getafe que suministrarán energía a los edificios que se encuentren en baja tensión y a una distancia de menos de 500 metros, estos edificios generadores serán las instalaciones próximas a través de la red como viene indicado en el RD 244/2019., de 5 de abril.

Los edificios públicos seleccionados han sido los siguientes:

- En Las Margaritas: el Polideportivo Municipal de la Cierva y el Centro Cívico Margaritas
- En La Alhóndiga: Delegación de Educación del Ayuntamiento y el Centro Cívico La Alhóndiga

Mediante Google Earth Pro se ha realizado el radio de 500 metros con centro en cada edificio en el que se realizará el estudio, disponiendo así de ver que edificios de viviendas serían posibles consumidores y participantes en la comunidad energética con sus respectivos edificios públicos.



Figura 9.1. RADIO DE 500 METROS DEL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE LA CIERVA Y DEL CENTRO CÍVICO MARGARITAS. [Fuente: Elaboración propia]



Figura 9.2. RADIO DE 500 METROS DE DELEGACIÓN DE EDUCACIÓN DEL AYUNTAMIENTO Y EL CENTRO CÍVICO LA ALHÓNDIGA. [Fuente: Elaboración propia]

9.1. Estudio del recurso solar

Mediante el software Photovoltaic Geographical Information System, PVGIS, se han obtenido los datos de la irradiación mensual sobre la horizontal en Getafe, al igual que los datos de interés para el caso de inclinación óptima para que la generación energético anual sea la más elevada posible.

Se ha realizado un estudio previo de cómo es la situación solar en Getafe, latitud y longitud 40.305, -3.731, respectivamente, para ello se ha utilizado la herramienta PVGIS con la que se han obtenido los datos de irradiación sobre la horizontal (inclinación de 0°) obteniendo así una irradiancia anual de 1799,64 kWh/m².

Para conseguir generar la mayor energía posible se ha variado el ángulo de inclinación al óptimo, que según marca PVGIS es de 37°, en consecuencia, la irradiación anual ha aumentado con respecto a la situación previa, llegando a un valor de 2109,19 kWh/m². Se pierde un 14.68% de irradiancia anual sobre la horizontal frente a la de inclinación óptima.

En la Figura 9.3 se muestra una comparación de la irradiancia media entre la situación de inclinación sobre la horizontal y con ángulo óptimo, observando que predomina en ambos casos los meses de verano frente a los de invierno. Al aplicar el ángulo de inclinación óptimo se aprecia que el aprovechamiento de la irradiación solar durante el invierno es mucho mayor, viéndose que los meses de verano no se han visto muy afectados.

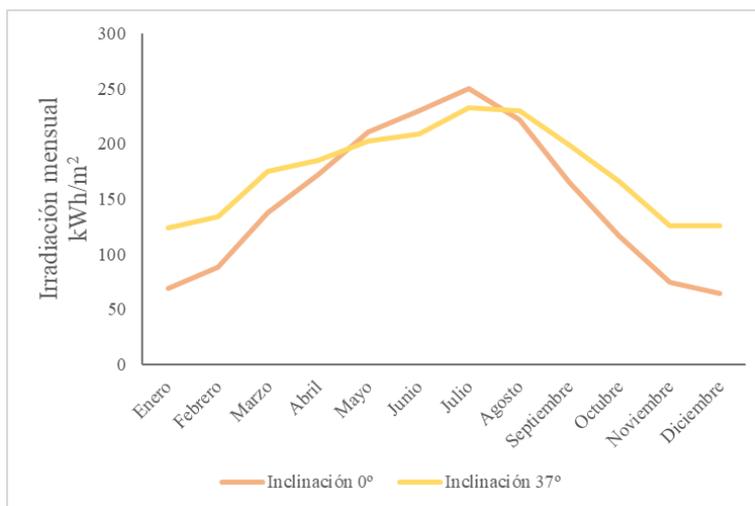


Figura 9.3. IRRADIACIÓN MENSUAL INCLINACIÓN 0° FRENTE A INCLINACIÓN ÓPTIMA DE 37°. [Fuente: Elaboración propia]

9.2. Predimensionado

A partir del recurso solar de Getafe se ha procedido al cálculo de la estimación de potencia solar fotovoltaica que se podría instalar, siendo esto el predimensionado de cada edificio donde se desea realizar la instalación fotovoltaica. Cada cubierta ha sido diferenciada en partes para una mayor aclaración, cuya denominación se basa en las iniciales del nombre del edificio seguido de la inicial del barrio donde se encuentra y la orientación de cada respectivo faldón con la abreviatura de norte, sur, este y oeste, N, S, E y O, respectivamente.

LA ALHÓNDIGA



LAS MARGARITAS

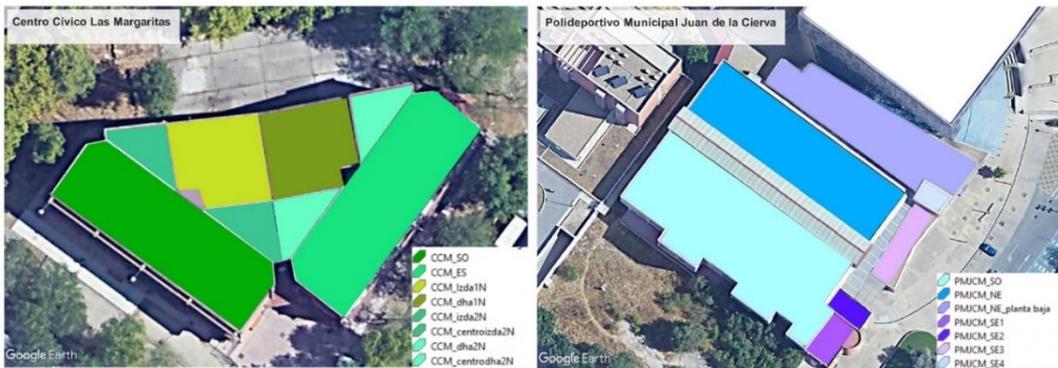


Figura 9.4. CUBIERTAS DE LOS EDIFICIOS DE LAS MARGARITAS Y LA ALHÓNDIGA. [Fuente: Elaboración propia]

La Alhóndiga

- La Delegación del Ayuntamiento de Getafe (DEAG) se trata de un edificio con dos cubiertas planas a distintos niveles.
- El Centro Cívico La Alhóndiga (CCA) consta de una cubierta plana con varios lucernarios de estructura metálica con vidrio dos grandes que se cruzan entre sí, dos alargados en cada lado de los lucernarios grandes y doce pequeños distribuidos por toda la cubierta.

Las Margaritas

- Polideportivo Municipal Juan de la Cierva (PJMCM) se trata de un edificio con cubierta plana, por tanto, la inclinación se considerará despreciable.
- La cubierta del Centro Cívico Margaritas (CCM) está compuesta por varios faldones que constan de la misma inclinación sobre la horizontal, pero con distinta orientación por lo que el valor del acimut varía respecto al sur considerado este como 0°.

El predimensionado obtenido se ha realizado según el tipo de cubierta que tienen los edificios, para el que habrá dos casos:

- A. Los edificios de cubierta inclinada se pondrán coplanares con la cubierta, ocupando toda la superficie disponible.

- B. Los edificios con cubierta plana se ha hecho el prediseño para dos opciones:
- Opción 1: paneles con la inclinación óptima y orientación al sur (0°).
 - Opción 2: paneles con la inclinación óptima y la orientación e los módulos dependerán de como sea la distribución de la cubierta de cada edificio.

9.2.1. Caso A

Se aplica para el Centro Cívico de Las Margaritas. La obtención de la inclinación y orientación de los faldones se ha calculado de la siguiente manera:

Inclinación: mediante la herramienta de Google e web que permite medir alturas de manera aproximada, por lo que se ha procedido de la siguiente manera:

- Con el medidor de Google Earth web se han obtenido alturas y anchuras de lo que es el triángulo donde se ve la inclinación de los faldones.
- Mediante el uso de la trigonometría se ha calculado la pendiente.



Figura 9.5. MÉTODO DE OBTENCIÓN DE INCLINACIONES DE LOS FALDONES. [Fuente: Elaboración propia]

La inclinación de todos los faldones es la misma, de 22° .

Orientación: se ha hallado mediante paralelas y perpendiculares, trasladándolas a una carta solar. Getafe al estar en el hemisferio norte, será el sur el origen de medida del acimut siendo este: 0° .

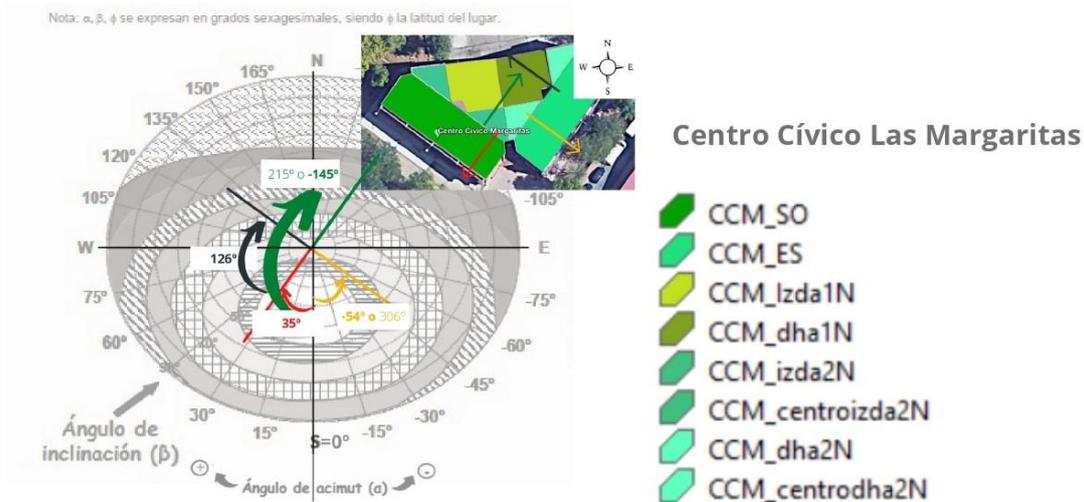


Figura 9.6. MÉTODO DE OBTENCIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE LOS FALDONES. [Fuente: Elaboración propia]

Energía estimada máxima anual: se ha obtenido la irradiación anual que habría según la inclinación y orientación de los módulos. Con la irradiación anual y la superficie disponible se obtiene la producción estimada máxima anual.

$$\text{Producción máx. anual (kWh)} = \text{Superficie disponible (m}^2\text{)} \cdot \text{Irradiación anual} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right) \quad (1)$$

9.2.2. Caso B

Incubren los edificios del Polideportivo Municipal de Juan de la Cierva, Centro Cívico La Alhóndiga y la Delegación de Educación del Ayuntamiento de Getafe.

Tanto para la opción 1 como para la 2 se ha realizado el predimensionado mediante la herramienta de pre-diseño que está implementada en PVsyst, con el objetivo de hallar una estimación inicial de la producción máxima de energía. No se tienen en cuenta las pérdidas energéticas, las sombras que pueden producirse por edificios o árboles cerca del tejado, ni la distribución de la cubierta.

Se ha procedido edificio por edificio, según tres aspectos que pide PVsyst:

1. Sitio Meteo: Getafe con base de datos de PVGIS: SARAH para que sea la misma que la usada en el predimensionado del edificio del Centro Cívico de las Margaritas.

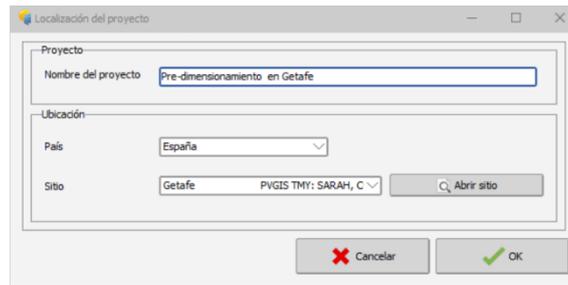


Figura 9.7. PREDIMENSIONADO DEL CENTRO CÍVICO. [Fuente: PVsyst]

2. Horizonte: La línea de horizonte ha sido obtenida directamente de PVgis mediante un archivo específico .csv de la línea de horizonte para el emplazamiento de Getafe, este archivo se ha importado en PVgis.

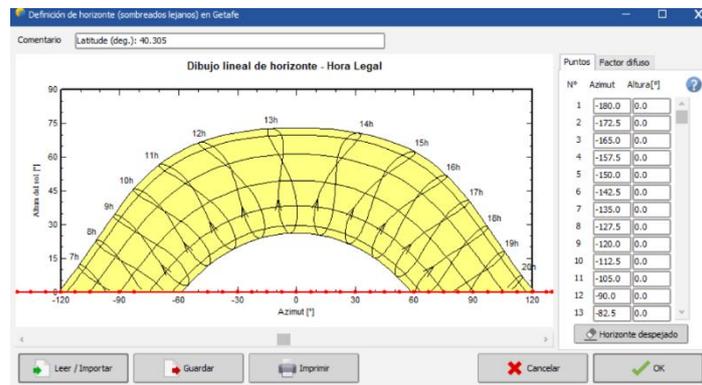


Figura 9.8. LÍNEA DE HORIZONTE. [Fuente: PVsyst]

3. Sistema: en esta parte se ha indicado el área disponible de la cubierta plana para los módulos de cada edificio, la inclinación y el acimut de los módulos y la separación entre ellos, dichos valores se muestran en la Tabla 9.3 y Tabla 9.4 debido a que cambian según sea la opción.

- Opción 1: la inclinación es la óptima y la orientación es al sur con 0°.
- Opción 2: la inclinación es la óptima y la orientación, se ha obtenido mediante el mismo proceso que en el caso A ya que varía según el edificio.

Para la opción 2, la distribución de los módulos se ha considerado según dos aspectos:

1. Los mayores consumos cotidianos son durante la tarde y al ponerse el sol por el oeste será con esa orientación (después de la del sur) de la que se dispondrá durante más tiempo de irradiación solar, por lo que se dispondrá un mejor aprovechamiento que si se pusieran hacia el este.
2. La distribución de la cubierta. Los módulos solares se han colocado en filas de una columna a lo largo de la superficie de la cubierta, paralelos a las paredes según la orientación de cada cubierta y únicamente teniendo en cuenta la distancia para evitar el sombreado entre filas. El

resto de las sombras que se puedan generar por aspectos ajenos a los módulos y la forma de la planta de la cubierta, no se han tenido en consideración, ya que en el pre-diseño de PVsyst solo toma un valor de área y no como está distribuida esa área.

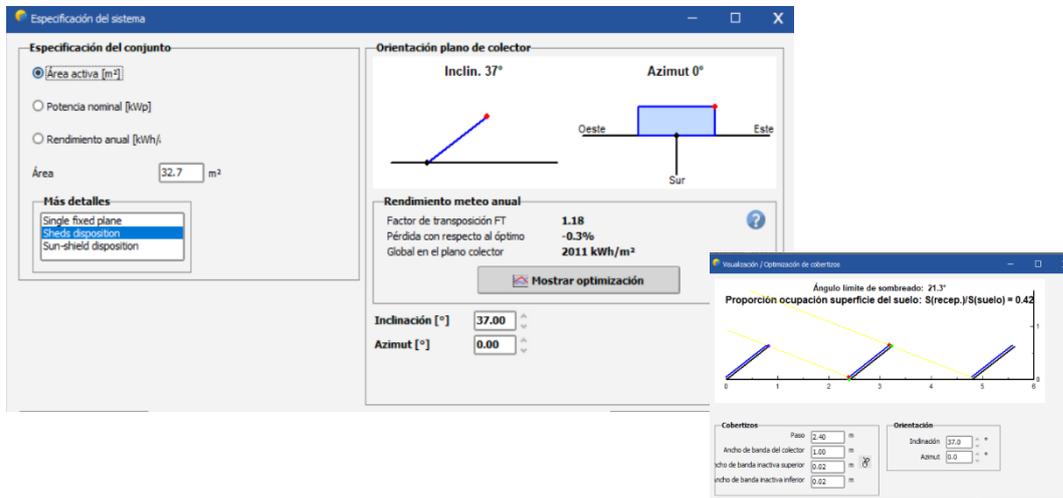


Figura 9.9. ORIENTACIÓN, ACIMUT Y DISTANCIA ENTRE FILAS DE LOS MÓDULOS. [Fuente: PVsyst]

El cálculo de la distancia mínima para evitar el sombreado entre las filas de los módulos se ha realizado siguiendo el método indicado en el anexo III del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalación Conectadas a Red del IDAE, en este caso aplicado para dos disposiciones distintas del módulo, módulo en vertical y en horizontal.

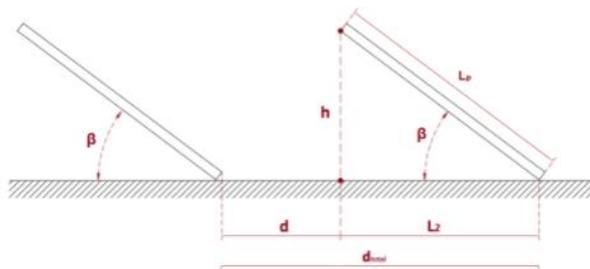


Figura 9.10. CÁLCULO DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS. [39]

Los datos que nos interesan son d y d_{total} , es decir, la distancia entre los módulos y esa distancia más la proyección del módulo (L_2) con la inclinación deseada del mismo.

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (2)$$

$$d_{total} = d + L_2 \quad (3)$$

El resto de los datos son los siguientes:

- L_p : longitud del módulo proporcionado por la ficha técnica del panel según como se posiciona el módulo.
 - Horizontal: 1,002 m
 - Vertical: 2,008 m
- β : ángulo de inclinación, en nuestro caso es la inclinación óptima, 37 °.
- Latitud: 40,305°
- h: altura del módulo con la inclinación deseada.

$$L_2 = L_c \cdot \cos(\beta) \quad (4)$$

$$h = L_p \cdot \sin(\beta) \quad (5)$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9.1. ANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS SEGÚN DISPOSICIÓN DEL PANEL. [Fuente: Elaboración propia]

Disposición	L_2	h	d	d_{total}
Horizontal	0,800	0,603	1,596	2,396
Vertical	1,604	1,208	3,199	4,803

Las cubiertas para este caso son las Figura 9.11 y Figura 9.12.

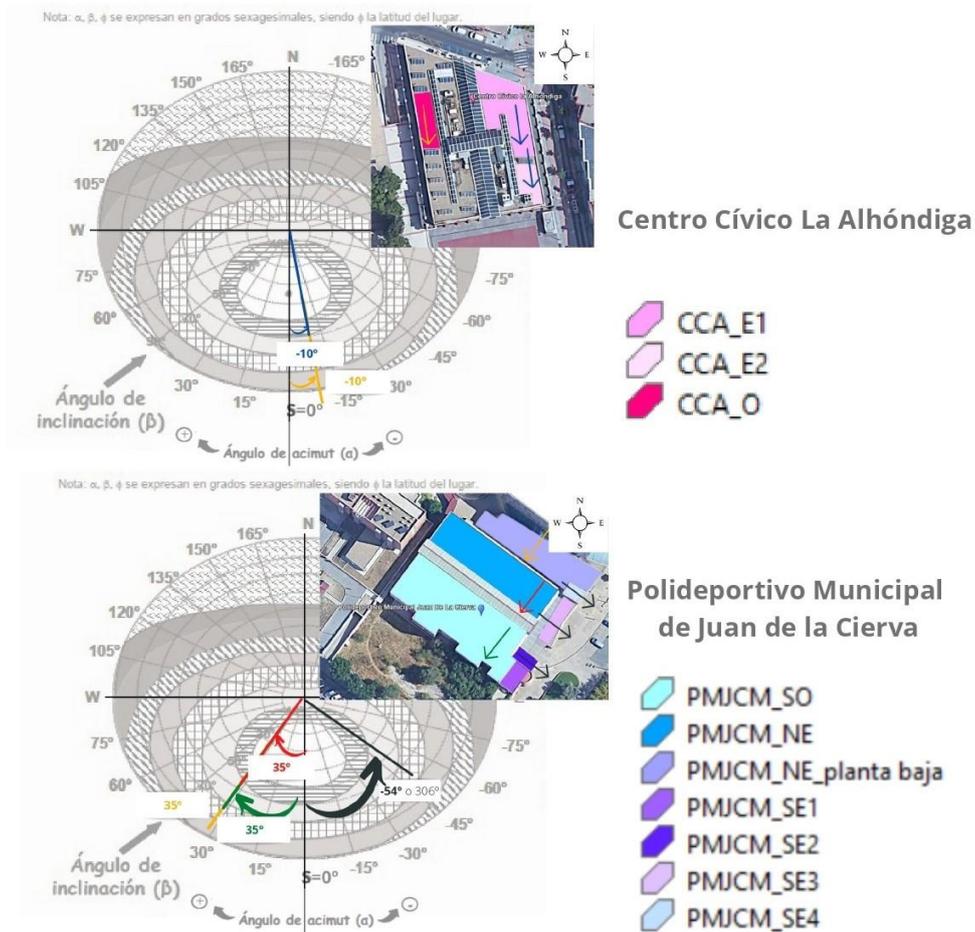


Figura 9.11. ORIENTACIONES ESTIMADAS PARA LOS MÓDULOS DE LAS CUBIERTAS DEL PMJCM Y CCA. [Fuente: elaboración propia]



Figura 9.12. ORIENTACIONES ESTIMADAS PARA LOS MÓDULOS DE LAS CUBIERTAS DEL PMJCM Y CCA. [Fuente: Elaboración propia]

Finalmente, se han introducido en PVsyst las siguientes características del sistema, que serán las mismas para las dos opciones:

- Tipo de módulo: estándar.
- Tecnología: células monocristalinas.
- Ventilación: libre circulación de aire natural.
- Disposición de montaje: tejado plano
- e.



Figura 9.13. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA. [Fuente: PVsyst]

9.2.3. Resultados del predimensionado

Se resumen los datos obtenidos de las estimaciones de producción máxima tanto para el caso A como para las dos opciones del caso B.

Tabla 9.2. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁXIMA ANUAL ESTIMADA DEL CASO A. [Fuente: Elaboración propia]

CASO A							
Edificio	Faldones	Inclinación β (°)	Azimet α (°)	Irradiación anual (kWh/m ²)	Superficie disponible (m ²)	Producción máxima anual (kWh/año)	
Centro Cívico Margaritas	CCM_SO	22	35	2003,39	255	510.864,45	
	CCM_ES	22	-54	1936,46	262	507.352,52	
	CCM_Izda1N	22	126	1524,92	112	170.791,04	
	CCM_Dha1N	22	-145	1441,61	109	157.135,49	
	CCM_2N	CCM_Izda2N	22	126	1524,92	33,1	50.474,85
		CCM_Centroizda2N	22	126	1524,92	34,7	52.914,72
		CCM_Dha2N	22	-145	1441,61	34	49.014,74
		CCM_Centrodha2N	22	-145	1441,61	33,7	48.582,26
				TOTAL	873,5	1.547.130	

Tabla 9.3. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁXIMA ANUAL ESTIMADA DEL CASO B CON LA OPCIÓN 1.
[Elaboración propia]

CASO B1					
Edificios	Cubiertas planas	Inclinación β (°)	Azimut α (°)	Superficie disponible (m ²)	Producción máxima anual (kWh/año)
Polideportivo Municipal de Juan la Cierva	PMJCM_SO	37	0	1028	275.153
	PMJCM_NE	37	0	644	172.372
	PMJCM_NE_planta_baja	37	0	496	132.759
	PMJCM_SE1	37	0	59,6	15.952
	PMJCM_SE2	37	0	38,3	10.251
	PMJCM_SE3	37	0	87,9	23.527
	PMJCM_SE4	37	0	25	6.691
TOTAL				2378,8	636.705
Centro Cívico La Alhóndiga	CCA_E1	37	0	257	68.788
	CCA_E2	37	0	69,7	18.656
	CCA_O	37	0	91,5	24.491
TOTAL				418,2	111.935
Delegación de Educación del Ayuntamiento de Getafe	DEAG_O	37	0	61,4	16.434
	DEAG_SO	37	0	19	5.086
	DEAG_S	37	0	32,7	8.752
TOTAL				113,1	30.272

Tabla 9.4. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁXIMA ANUAL ESTIMADA DEL CASO B CON LA OPCIÓN 2.
[Fuente: Elaboración propia]

CASO B2					
Edificios	Cubiertas planas	Inclinación β (°)	Azimut α (°)	Superficie disponible (m ²)	Producción máxima anual (kWh/año)
Polideportivo Municipal de Juan la Cierva	PMJCM_SO	37	35	1028	263.464
	PMJCM_NE	37	35	644	165.050
	PMJCM_NE_planta_baja	37	35	496	127.119
	PMJCM_SE1	37	-54	59,6	14.423
	PMJCM_SE2	37	-54	38,3	9.269
	PMJCM_SE3	37	-54	87,9	21.272
	PMJCM_SE4	37	-54	25	6.050
TOTAL				2378,8	606.647
Centro Cívico La Alhóndiga	CCA_E1	37	-10	257	68557
	CCA_E2	37	-10	69,7	18.593
	CCA_O	37	-10	91,5	24.408
TOTAL				418,2	43.001
Delegación de Educación del Ayuntamiento de Getafe	DEAG_O	37	10	61,4	16.374
	DEAG_SO	37	10	19	5.068
	DEAG_S	37	10	32,7	8.723
TOTAL				113,1	30.165

Se observa que los resultados obtenidos para el predimensionado son bastante elevados, sin embargo, hay que recalcar que no se han tenido en cuenta los factores de sombreado por objetos ajenos a los paneles ni tampoco los planos de la cubierta.

9.3. Dimensionado de los cuatros edificios

Se ha realizado el dimensionado y la simulación en PVsyst para el Centro Cívico Margaritas y los dos casos para el Polideportivo, el Centro Cívico La Alhóndiga y la Delegación de Educación del Ayuntamiento.

9.3.1. Módulo solar y distribución

El módulo seleccionado para todos los casos analizados es JKM390-410M-72H fabricado por JINKO solar de la gama Cheetah. Con una potencia típica para módulos solares de autoconsumo de 410Wp con tecnología monocristalina PERC disponiendo de una eficiencia elevada de 20,38%. La garantía del módulo es de 12 años y la vida útil de 25 años.

La distribución inicial estimada de los módulos se ha calculado mediante la herramienta AutoCAD.

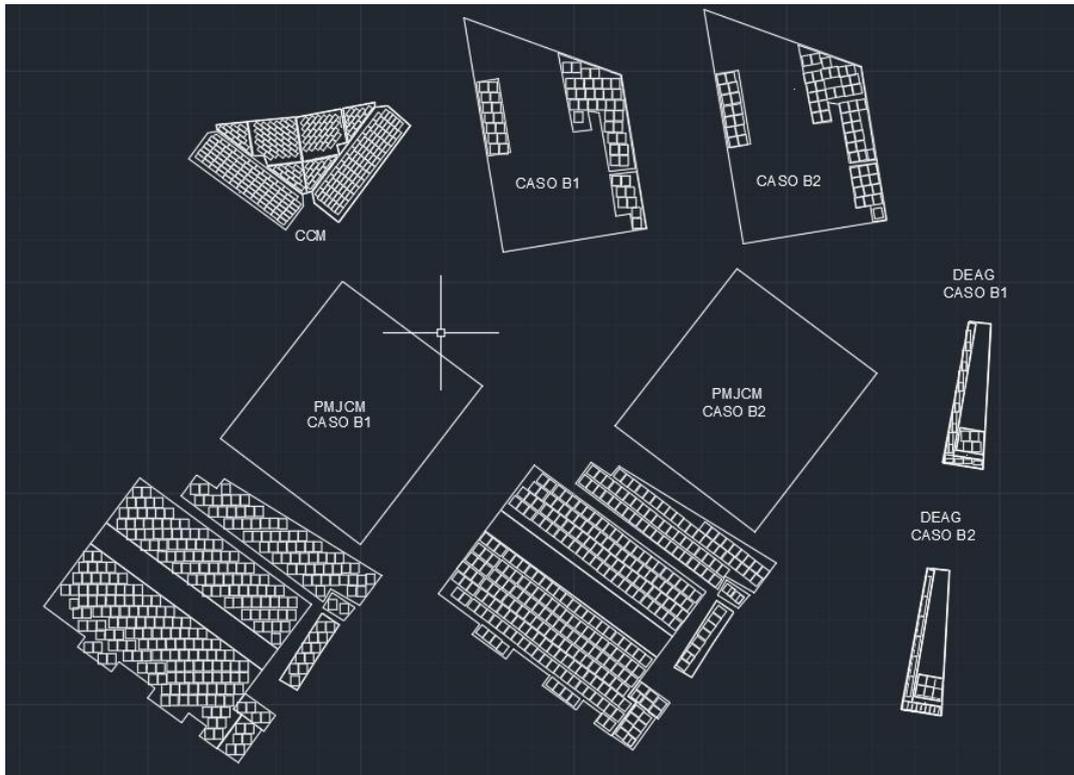


Figura 9.14. DISTRIBUCIÓN ESTIMADA DE LOS PANELES EN LAS CUBIERTAS DEL CCM, DEA, PMJCM Y CCA. [Fuente: Elaboración propia]

8.3.2. Inversor

La potencia del inversor, $P_{instalada}$, tiene que ser superior al dimensionamiento del 80% de la potencia de la instalación fotovoltaica calculada.

Se ha procedido a la obtención de la potencia instalada de módulos fotovoltaicos para ello se cuenta con la potencia del módulo fotovoltaico de 410Wp.

$$P_{instalada\ de\ FV} = N^{\circ}módulos \cdot P_{módulo} \quad (6)$$

Conocida la potencia instalada ya se puede calcular la potencia mínima necesaria que debe tener el inversor o conjunto de inversores.

$$P_{instalada} > 0,8 \cdot P_{instalada\ de\ FV} \quad (7)$$

De manera que se ha obtenido para cada edificio la potencia instalada mínima que se necesita en función de la estimación del número de paneles solares.

Tabla 9.5. POTENCIA MÍNIMA DEL INVERSOR O CONJUNTO DE INVERSORES PARA EL CASO A. [Fuente: Elaboración propia]

CASO A						
Edificio	Faldones	Nº de paneles	Potencia instalada FV (W _p)	Potencia instalada (KW _p)	Area activa (m ²)	
Centro Cívico Margaritas	CCM_SO	90	36.900	Potencia inversor/es > 102KWp	181,08	
	CCM_ES	90	36.900		181,08	
	CCM_Izda1N	45	18.450		90,54	
	CCM_Dha1N	45	18.450		90,54	
	CCM_2N	CCM_Izda2N	10		4.100	20,12
		CCM_Centroizd	10		4.100	20,12
		CCM_Dha2N	10		4.100	20,12
		CCM_Centrodh	10		4.100	20,12
	TOTAL	310	127.100		101.680	623,72

Tabla 9.6. POTENCIA MÍNIMA DEL INVERSOR O CONJUNTO DE INVERSORES PARA EL CASO B1. [Fuente: Elaboración propia]

CASO B1					
Edificios	Cubiertas planas	Nº de paneles	Potencia instalada FV (W _p)	Potencia instalada (KW _p)	Area activa (m ²)
Polideportivo Municipal de Juan de la Cierva	PMJCM_SO	145	59.450	Potencia inversor/es > 117kWp	292
	PMJCM_NE	93	38.130		187
	PMJCM_NE_planta_baja	63	25.830		127
	PMJCM_SE1	6	2.460		12
	PMJCM_SE2	4	1.640		8
	PMJCM_SE3	11	4.510		22
	PMJCM_SE4	2	820		4
TOTAL	324	132.840	116.899	652	
Centro Cívico La Alhóndiga	CCA_E1	14	5.740	Potencia inversor/es > 20kWp	28
	CCA_E2	36	14.760		72
	CCA_O	8	3.280		16
TOTAL	58	23.780	19.024	117	
Delegación de Educación del Ayuntamiento de Getafe	DEAG_O	6	2.460	Potencia inversor/es > 5kWp	12
	DEAG_SO	4	1.640		8
	DEAG_S	4	1.640		8
	TOTAL	14	5.740		4.592

Tabla 9.7. POTENCIA MÍNIMA DEL INVERSOR O CONJUNTO DE INVERSORES PARA EL CASO B2. [Fuente: Elaboración propia]

CASO B2					
Edificios	Cubiertas planas	Nº de paneles	Potencia instalada FV (W _p)	Potencia instalada (KW _p)	Area activa (m ²)
Polideportivo Municipal de Juan de la Cierva	PMJCM_SO	150	61.500	Potencia inversor/es > 110 kWp	302
	PMJCM_NE	92	37.720		185
	PMJCM_NE_planta_baja	67	27.470		135
	PMJCM_SE1	8	3.280		16
	PMJCM_SE2	6	2.460		12
	PMJCM_SE3	8	3.280		16
	PMJCM_SE4	2	820		4
TOTAL	333	136.530	109.224	670	
Centro Cívico La Alhóndiga	CCA_E1	40	16.400	Potencia inversor/es > 20kWp	80
	CCA_E2	13	5.330		26
	CCA_O	14	5.740		28
TOTAL		27.470	19.024	135	
Delegación de Educación del Ayuntamiento de Getafe	DEAG_O	6	2.460	Potencia inversor/es > 5kWp	12
	DEAG_SO	4	1.640		8
	DEAG_S	4	1.640		8
	TOTAL	14	5.740		4.592

8.3.3. Simulación en PVsyst

El proyecto de simulación de *Las Margaritas* y *La Alhóndiga (Getafe).prj* de la energía producida por los cuatro edificios: *Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe*, se ha realizado mediante el mismo proceso, de manera que a continuación se ha explicado las fases seguidas para el diseño y simulación del caso del Centro Cívico Margaritas, los datos resultados de la simulación tanto para el CCM como para el resto se muestran en el

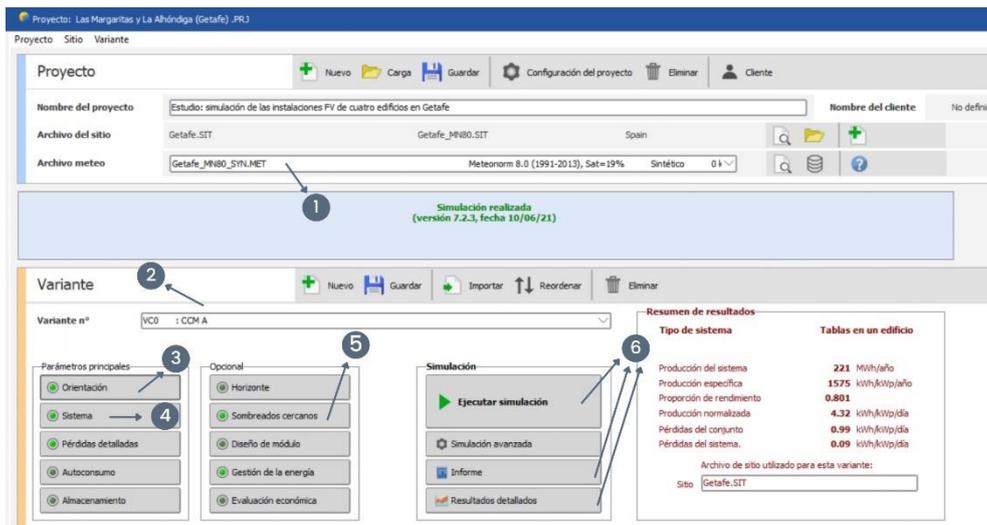


Figura 9.15. PÁGINA PRINCIPAL DE PVsyst Página principal de PVsyst para el diseño de la instalación FV. [Fuente: PVsyst]

1. Al igual que en el pre-diseño, se ha indicado la ubicación del emplazamiento donde se realiza la instalación fotovoltaica para utilizar los datos meteorológicos de Getafe y a continuación se ha procedido del mismo modo con cada edificio para realizar su estudio de generación de energía solar.
2. PVsyst dispone de la posibilidad de realizar diversas variantes y guardarlas, lo que permite una rápida soltura a la hora de realizar cualquier cambio, acudir a los datos o simular de nuevo.

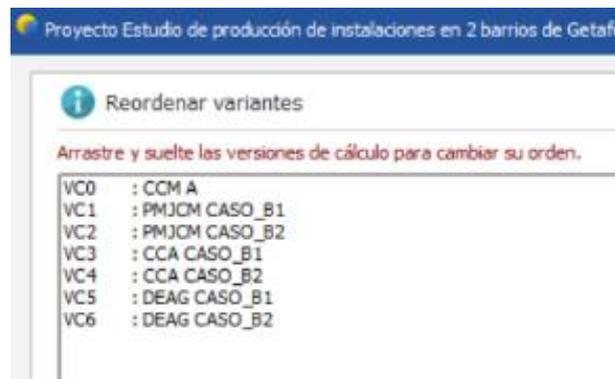


Figura 9.16. VARIANTES PARA SIMULAR. [Fuente: PVsyst]

3. La última versión de PVsyst 7.2 añade el poder incluir distintas inclinaciones y orientaciones, o ambas, esto permite que de manera simultánea se puedan definir los conjuntos fotovoltaicos según las distintas orientaciones, o combinarlas en los casos que sean posibles, ya que PVsyst limita a combinar o no, las dos primeras orientaciones definidas, para el resto solo hay la opción de definir para cada una un conjunto FV.

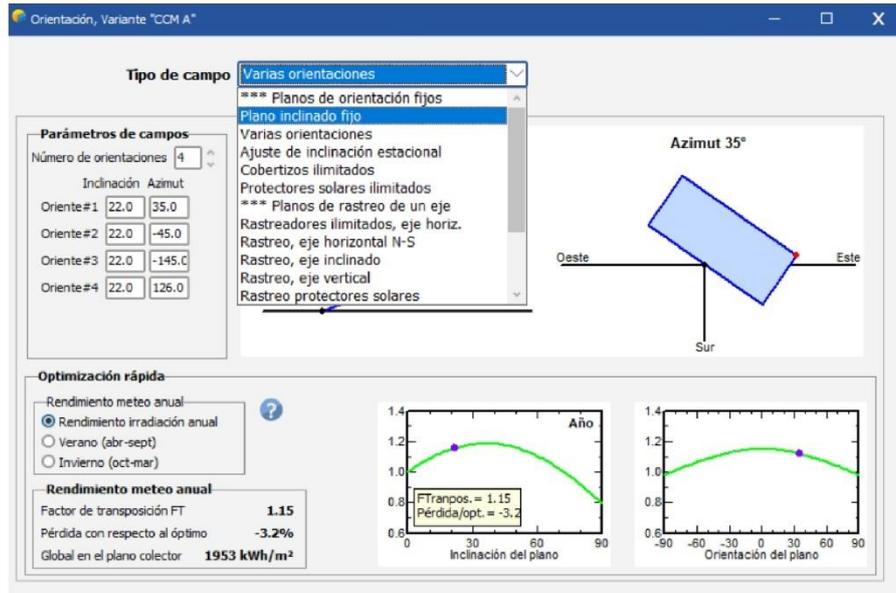


Figura 9.17. ORIENTACIONES E INCLINACIONES. [Fuente: PVsyst]

- Definir cada conjunto fotovoltaico, módulo e inversor, para cada una de las orientaciones, teniendo en cuenta que se cumplen los requisitos de máximos módulos en serie y en paralelo conectados a cada una de las entradas del inversor.

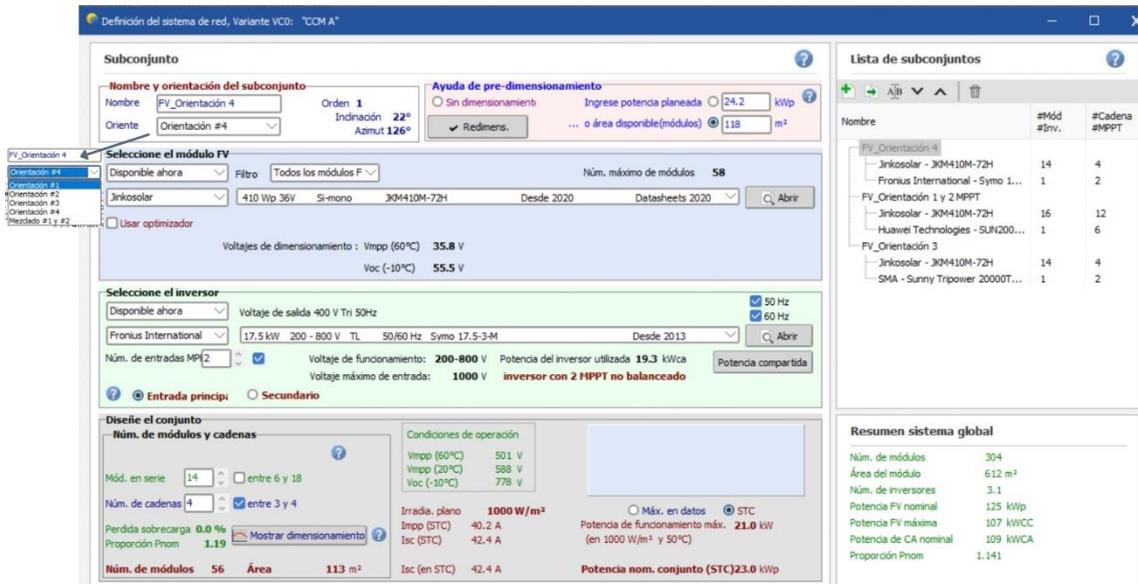


Figura 9.18. DISEÑAR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: MÓDULO SOLAR E INVERSOR/ES. [Fuente: PVsyst]

Al haber inversores con varias entradas MPPT. Un regulador MPPT favorece a que el rendimiento de los paneles fotovoltaicos sea mayor, además permite que en el caso de que haya distintas orientaciones e inclinaciones, como es en el caso del CCM, donde el faldón CCM_SO y el CCM_SE estarán conectadas al mismo inversor pero cada uno a una entrada MPPT del inversor Huawei, favoreciendo que la generación se alargue

durante el día, desde por la mañana hasta que se pone el sol, al estar con diseño de este-oeste, provocando que la potencia obtenida resultante sea más estable.



Figura 9.19. PERFILES DE PRODUCCIÓN SOLAR. [40]

5. La construcción del edificio para evaluar el sombreado se ha llevado a cabo mediante tres pasos:
 - i. Elaboración del plano del edificio en AutoCAD, pasándolo al formato .kml
 - ii. El archivo .kml se importa en SketchUP PRO 2021 para hacer la construcción en 3D y se exporta como archivo .dae
 - iii. Se entra en PVsyst y dentro de la pestaña *Construcción/Perspectiva* que se muestra en la Figura 9.20, se importa el archivo .dae en PVsyst una donde se colocaran los sombreados entre paneles, objetos y/o edificios cercanos Figura 9.21.

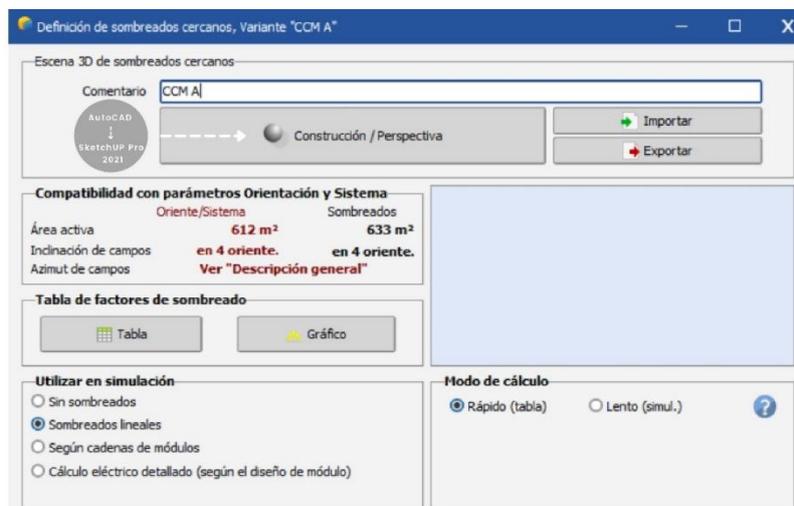


Figura 9.20. CONSTRUCCIÓN Y PERSPECTIVA DE SOMBREADOS CERCANOS. [Fuente: PVsyst]

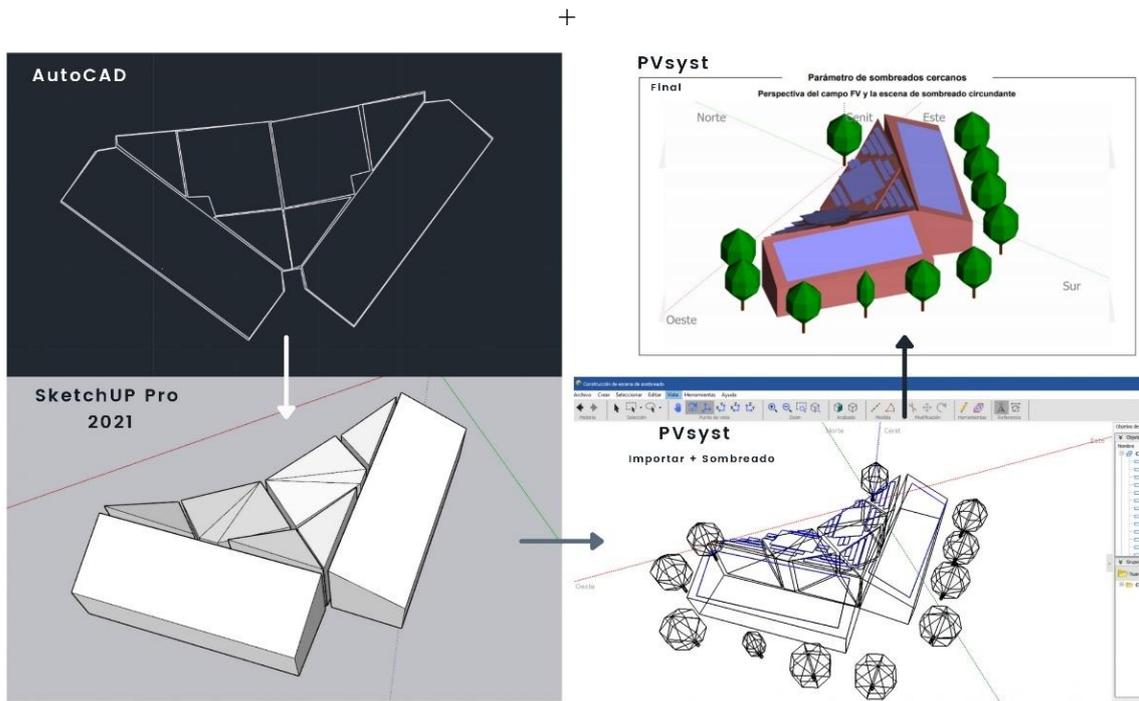


Figura 9.21. PROCESO PARA IMPORTAR EN PVsyst EL EDIFICIO CCM. [Fuente: Elaboración propia]

8.3.4. Resultados de la simulación de PVsyst

Tras las simulaciones en PVsyst para todos los edificios, se ha obtenido la producción del sistema de generación(kWh/año) y la potencia de instalada (kWp) de cada uno de ellos.

$$N_{total,FV} = \sum_i^n (N_{i,serie} \cdot N_{i,paralelo}) \quad (10)$$

$$P_{instalada} = \sum_i^n (P_{i,inv} \cdot N_{i,inv}^o) \quad (11)$$

Tabla 9.8.PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE PVsyst DEL CENTRO CÍVICO MARGARITAS. [Fuente: Elaboración propia]

CASO A PVsyst								
Edificios	Orientación / Azimut (°)	N serie	N paralelo	Modelo de inversor	N° Inversores	Potencia instalada (kWp)	Producción del sistema (kWh/año)	Producción específica (kWh/kWp/año)
Centro Cívico Margaritas	22/35° & 22/-54	16	12	SUN2000-70KTL-INMO	1 con 6 entradas MPPT	70	179.000	1.436
	22/126°	14	4	Sunny Tripower 20000TL-30	1 con 2 MPPT	17,5		
	22/-145	14	4	Symo 17.5-3-M	1 con 2 MPPT	20		
TOTAL		304				108		

Tabla 9.9. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE PV_{sys} DEL CASO B1 DEL PMJCM, CCA Y DEAG.
[Fuente: Elaboración propia]

CASO B1 PV _{sys}									
Edificios	N serie	N paralelo	N total	Modelo de inversor	Potencia inversor (kWp)	Nº Inversores	Potencia instalada (kWp)	Producción del sistema (kWh/año)	Producción específica (kWh/kWp/año)
Polideportivo Municipal de Juan de la Cierva	18	19	342	SMA Sunny Tripower 60-10	60	2	120	221.000	1.575
Centro Cívico de la Alhóndiga	18	4	72	Fronius ECO 25.0-3-S	25	1	25	47.600	1.614
Delegación de Educación del	9	2	18	Fronius Symo 7.0-3-M	7	1	7	10.068	1.364

Tabla 9.10. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE PV_{sys} DEL CASO B2 DEL PMJCM, CCA Y DEAG.
[Fuente: Elaboración propia]

CASO B2 PV _{sys}									
Edificios	Inclinación/Acimut (°)	N serie	N paralelo	Modelo de inversor	Potencia inversor (kWp)	Nº Inversores	Potencia instalada (kWp)	Producción del sistema (kWh/año)	Producción específica (kWh/kWp/año)
Polideportivo Municipal de Juan de la Cierva B	37 / 35°	16	12	Sunny Highpower-SHP 75-10	75	1	144	235.000	1.495
		17	10	Sunny Tripower 60-US-10	60	1			
	11	2	SMA Sunny Mini Central 9000 TL	9	1				
Centro Cívico de la Alhóndiga	37 / -45°	18	4	ECO 25.0-3-S	25	1	25	47.630	1.614
Delegación de Educación del Ayuntamiento de Getafe		9	2	Fronius IG Plus 80 V-3	7	1	7	10.074	1.364

A excepción del CCA y del DEAG, la potencia instalada supera los 100 kWp que se mencionaba como una de las condiciones para autoconsumo colectivo, esto es debido a que se ha calculado la máxima energía que se puede producir al año con toda la superficie activa disponible.

CASO ELEGIDO

9.1. Elección del edificio

Los criterios seguidos para elegir el edificio con el que se va a realizar el autoconsumo colectivo y la comunidad energética han sido basados en que el edificio tenga una potencia instalada mucho menor que 100kW para poder ceder una parte de la potencia instalada a ciertas viviendas y cubrir al 100% o mayoritariamente el consumo del edificio.

El ayuntamiento de Getafe ha facilitado datos de consumo de potencia (kW) e importes (€) del año 2020 y desde enero hasta abril, (no incluido este último) del año 2021

Debido a la situación tan inestable respecto a los consumos durante 2020 por la Covid-19, se han utilizado los datos de 2021, ya que la situación es más normalizada respecto al año anterior. Estos datos serán multiplicados por tres, ya que en un año hay tres cuatrimestres y se disponen de los datos de uno de ellos, por lo que se estimará que:

$$P_{total,año} = P_{consumo,2021} \cdot 4_{trimestres} \quad (12)$$

Se ha procedido del mismo modo para el importe de 2021:

$$I_{total,año} = I_{consumo,2021} \cdot 4_{trimestres} \quad (13)$$

Obteniendo los siguientes datos de consumo e importe:

Tabla 0.1. CONSUMO E IMPORTES ENERGÉTICOS TOTALES POR EDIFICIO EN EL AÑO 2021. [Fuente: Elaboración propia]

Edificio	AÑO 2021			
	Consumo (kW)	Consumo total (kW)	Importe (€)	Importe total (€)
Centro Cívico Margaritas	15.318	61.272	2.615,47	10.462
Polideportivo Juan de la Cierva	50.680	842.112	10.249,97	115.721
	47.341		7.894,03	
	92.162		4.835,04	
	20.345		5.951,14	
Centro Cívico La Alhóndiga	80.416	321.664	13.473,46	53.894
Delegación de Educación	34.643	138.572	6.017,69	24.071

El consumo energético anual del Polideportivo Juan de la Cierva, el Centro Cívico La Alhóndiga y la Delegación de Educación del Ayuntamiento son elevados comparados con el Centro Cívico Margaritas, además hay casos como es el caso B1 del DEAG (Anexo A) supera el 10 % de pérdidas por sombreado, por lo que serán descartados. El Centro Cívico Margaritas al tener un consumo de aproximadamente 62 kW al año permite que a la hora de repartir la instalación entre un número determinado de viviendas y el propio edificio sea para que se pueda abastecer tanto a esos consumidores como a propio CCM, siendo

un modelo de instalación de autoconsumo colectivo entre una entidad pública y consumidores privados.

9.4. Redimensionado del edificio elegido.

La potencia instalada en el Centro Cívico Margaritas para la que se ha hecho el dimensionado es superior a 100kWp siendo de 107,5kWp, debido a esto se ha redimensionado la instalación fotovoltaica para que la potencia instalada sea inferior, y así, poder entrar dentro del modelo de autoconsumo con excedentes y compensación simplificada.

Mediante la realización de las fases 4 y 5 del punto 5.3.5. se ha procedido a modificar el número de paneles y los inversores, reduciendo la potencia a 95kWp con una producción del sistema de 162.000 kWh/año. Los resultados obtenidos se encuentran a continuación

Tabla 0.2. DIMENSIONADO FINAL DEL CASO A DEL CENTRO CÍVICO MARGARITAS. [Fuente: Elaboración propia]

CASO A FINAL PVsyst									
Edificios	Inclinación/Acimut (°)	N serie	N paralelo	Modelo de inversor	Nº Inversores	Entradas MPPT	Potencia instalada (kWp)	Producción del sistema (Kwh/año)	Producción específica (kWh/kWp/año)
Centro Cívico Margaritas	22/35° y 22/-54	17	12	SMA SHP 75- HUAWEI	1	1	75	162.000	1.497
	22/126°	15	2	SUN2000-10KTL- M0	1	2 (50%/entrada)	10		
	22/-145	15	2	HUAWEI SUN2000-10KTL- M0	1	2 (50%/entrada)	10		
	TOTAL	264					95		

9.5. Componentes

Las fichas técnicas se encuentran en el Anexo C.

- Módulo: JKM390-410M-72H de Jinkp Solar, 410 Wp. (apartado 5.3.1.)
- Inversor: para el CCM se tienen tres inversores trifásicos.
 - El SHP 75-10 perteneciente al fabricante SMA de la gama Sunny Highpower Peak1 con una potencia de 75kW y una eficiencia de 98,2%. Este inverso cuenta con una garantía estándar de 5 años, sin embargo, la compañía SMA permite la ampliación de esa garantía en hasta 20 años, lo que favorece la instalación ya que es uno de los dispositivos más importantes de las instalaciones fotovoltaicas. SHP 75-10 tiene un sistema de comunicación centralizada es exclusivo para poder vigilar y examinar la instalación completa, este componente es el SMA Inverter Manager.
 - Dos inversores de Huawei de la misma potencia de 10kWp, modelo SUN2000-10KTL-M0 cuya máxima potencia es de un 98,6% y al que es posible conectarle un batería.

- Estructura: para los paneles solares se han escogido unas estructuras coplanares para techo inclinado con la suposición de que son techos sándwich de chapa o trapezoidales.



Figura 0.1. TECHO TRAPEZOIDAL DE CHAPA. [Fuente: Elaboración propia]

La estructura elegida es de k2-Systems, el modelo SolidRail System.



Figura 0.2. ESTRUCTURA SolidRail EN CHAPA TRAPEZOIDAL.[Fuente: Elaboración propia]

10. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

10.1. Inversión inicial estimada

Al tratarse de un estudio, se ha realizado una estimación de lo que sería la inversión inicial de la generadora de potencia instalada de 95kWp, basado en el coste más elevado de este, es decir, por parte de los componentes principales de la instalación: el inversor y el módulo fotovoltaico, al que se le ha añadido las estructuras de estos últimos.

Tabla 10.1. INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA DE LA INSTALACION DEL CCM. Fuente: [Elaboración propia]

Componente	Modelo	Precio* (€/unidad)	Garantía (años)	Unidad	Total (€)	Ampliando el SMA 15 años
Inversor 75	HUAWEI SUN2000-10KTL-M0	1.944,27	10	2	3.889	
Inversor	SMA SHP 75-10	5.472	5 años ampliables hasta 20 años	1	5.472	1714
Módulos FV	CheetahPerc JKM390-410M-72H	178,6	12	264	47.150	
Estructura	Solar Graus estructura coplanar	32,36	25	264	8.543	
*impuestos incluidos				TOTAL	66.768	Incluido la ampliación

Los costes de mano de obra, montaje, puesta en marcha, monitorización, estudio de seguridad y salud, la obra civil y otros costes, no proceden. Se ha realizado una suposición de estos costes basada en el porcentaje de coste del presupuesto final de un proyecto técnico de una instalación de autoconsumo de 99kWp, llevado a cabo por Sigma Energy Consultings, en una facultad universitaria de Galicia. [41]

De manera que considerando que la instalación es el 70% del presupuesto total, el 30% restante será aproximado a 20.000 €. La inversión total asciende a 86.768 €.

10.2. Reparto de coeficientes estáticos

Debido a que el consumo del Centro Cívico Margaritas es de aproximadamente 62.000 kWh/año se ha elegido hacer autoconsumo colectivo entre viviendas que estén dentro de los 500 metros y entre el propio CCM, de manera que de la potencia instalada un porcentaje será del CCM y el resto de todas las viviendas.

- Centro Cívico Margaritas

Se ha estimado que entre un 40% y un 60% se puede llegar a reducir la factura por el uso de autoconsumo. En el caso de estudio, al ser un Centro Cívico en el que las actividades realizadas son en horario diurno de 08:00 a 21:00, el consumo en horario nocturno es muy reducido por lo que se ha tomado el 60% de abastecimiento por autoconsumo de los 62.000kWh/año del CCM, lo que equivale a 37.200 kWh/año. El resto será abastecido mediante la red eléctrica cotidiana.

De manera práctica se ha usado la opción de autoconsumo de PVsyst para ver cuanto consumo por parte de la instalación entera se podría entregar en el caso de ser solo el CCM el consumidor. Se ha realizado un perfil de consumo horario anual (formato.csv) del CCM considerado las 14 horas de apertura al día como periodo en el que hay consumo eléctrico las cuales se repetirán al largo del año, el resto de horas del día del perfil será nulo.

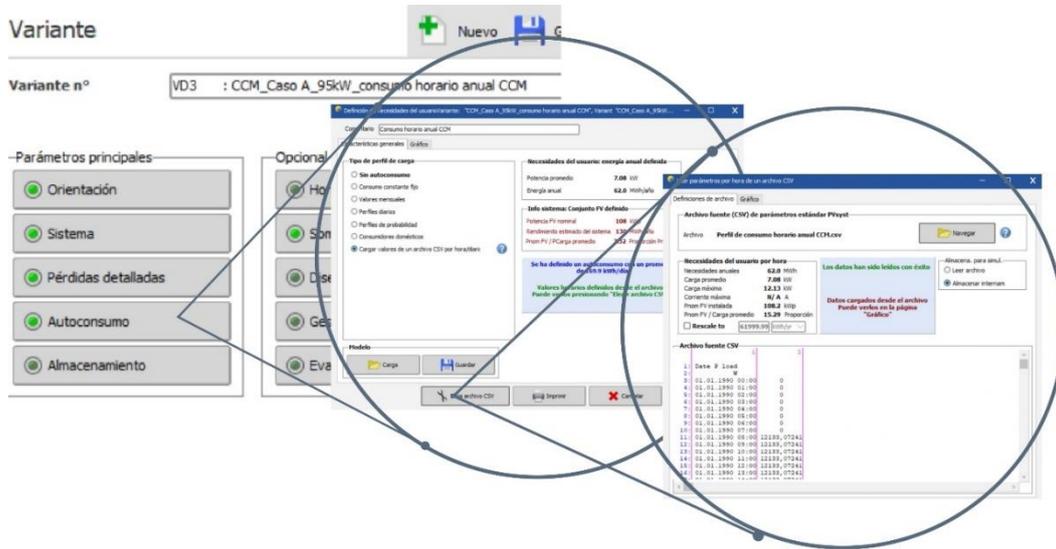


Figura 10.1. AUTOCONSUMO EN PVsyst MEDIANTE ARCHIVO.csv. [Fuente: Elaboración propia]

Tras la simulación se han recogido los datos que se muestran a continuación.

CCM_Caso A_95kW_consumo horario anual CCM									
Balances y resultados principales									
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	62.6	24.80	6.16	75.5	69.0	7192	5266	2874	4181
Febrero	84.5	34.93	7.57	95.8	89.8	9318	4756	2922	6238
Marzo	134.1	49.31	11.21	144.4	137.3	13924	5266	3907	9793
Abril	166.7	62.12	13.81	169.5	163.0	16245	5096	3927	12057
Mayo	200.7	74.31	18.75	197.4	190.5	18481	5266	4266	13917
Junio	222.5	67.51	24.31	216.3	209.5	19827	5096	4286	15229
Julio	237.5	56.30	27.61	231.9	224.9	20756	5266	4453	15975
Agosto	208.9	56.39	26.96	211.1	204.0	19066	5266	4289	14482
Septiembre	154.8	50.44	22.05	162.8	155.8	14972	5096	3823	10911
Octubre	105.8	40.24	16.73	117.7	110.9	11091	5266	3449	7457
Noviembre	67.8	29.07	10.02	79.1	73.1	7549	5096	2780	4624
Diciembre	54.7	25.71	6.80	65.9	59.9	6288	5266	2676	3488
Año	1700.6	571.14	16.05	1767.3	1687.6	164709	62000	43653	118353

Figura 10.2. ENERGÍA DEL CONSUMIDOR Y ENERGÍA PARA AUTOCONSUMO. [Fuente: Elaboración propia]

43.653 kWh anuales es la energía proporcionada por parte de la instalación fotovoltaica para autoconsumo del usuario, el resto se irá a la red. Se confirma que el autoconsumo deseado de 37.200 kWh/año para el CCM se va a cubrir, quedándonos solo con ese abastecimiento de manera que el resto de energía irá para las viviendas.

- Viviendas

De los 162.000 kWh/años producidos por la generadora fotovoltaica se descuentan los que van para el CCM, quedando para las viviendas 124.800 kWh/año, lo que corresponde a un 77% de los 162 MWh/año.

El 77% de los 95kWp de potencia instalada es 73,15 kWp que será de las viviendas.

El coeficiente de reparto va a ser de 0,82 Wp por cada vivienda, es decir, dos paneles de 410Wp serán propiedad de cada una de esas viviendas.

La instalación fotovoltaica produce 162 MWh/año con los 264 paneles que la componen, por tanto, un panel 613,63 kWh/año, es decir, que produce 0,07 kWh. Por tanto, dos paneles producen 0,140 kWh que serán asignados a cada vivienda.

Los 124.800 kWh/año son 14,24 kWh, de manera que el cociente entre esa energía y la energía que generan dos paneles, 0,140 kWh, nos proporciona el número de viviendas que se van a beneficiar de autoconsumo 101 viviendas, sin embargo, contando con un margen de seguridad en la generación serán siendo este de 100 viviendas.

11. Diferenciación de contratos y cuota mensual

11.1.1. Diferenciación de contratos

En 20219, en España, aproximadamente 11 millones cuentan con contrato de PVPC, es decir, 39% de los consumidores de energía eléctrica., siendo estos participantes del comercio regulado, mientras que en el mercado libre son 61% los que contratan ese tipo de servicio. 1,2 millones de los contratistas de PVPC cuentan con bonos sociales al cumplir los requisitos de consumidores vulnerables. Se ha considerado el contrato de precio fijo para el mercado libre.

<https://www.cnmc.es/expedientes/isde02720>

Sin embargo, tomaremos el 30% de las 100 viviendas como consumidores vulnerables, dicho valor es obtenido del capítulo 4. Con ello 30 viviendas de pobreza energética que contarán con contrato de PVPC, de las cuales 15 son serán del perfil de consumo de vivienda para 2 personas y la otra mitad con el perfil de vivienda de 4 personas.

De las 70 viviendas restantes, el 39% son de PVPC y el 61% de precio fijo, correspondientes a 27 y 43 viviendas respectivamente.

11.1.2. Cuota mensual

La inversión inicial de la instalación de 86768 €/ año se repartirá según el porcentaje de potencia que tiene por un lado el CCM y por el otro el conjunto de viviendas no vulnerables de la instalada, ya que el objetivo es que las viviendas no vulnerables paguen la cuota mensual para amortizar la inversión en 15 años y las no vulnerables no, de manera

que se el beneficio sea mayor en la reducción de su factura de electricidad, consiguiendo reducir esa pobreza energética.

- Al CCM le corresponde 23% de la inversión: 19.956,64 €/año. El Centro Cívico Margaritas paga al mes un total estimado de 1.663,053 €.
- A las 70 viviendas (no vulnerables) les corresponde el 77% de la inversión total (66.811,36 €) y se quiere amortizar en 15 años, que es cuando al inversor se le finaliza la garantía.

$$Cuota_{mensual} = \frac{0,77 \cdot Inversión_{total}}{15_{años} \cdot 12_{meses} \cdot 70_{viviendas}} = 5,3 \text{ €/mes} \quad (14)$$

Cada una de las 70 viviendas tendrá que pagar la cuota de 5,30 € al mes para amortizar en 15 años la inversión de 66.811,36 €.

11.1.3. Ahorro energético en la factura.

- Caso del Centro Cívico Margaritas

Aplicado el 60% al pago anual (apartado 10.2.) que debe realizar el CCM por su consumo, 10.462 €, se ahorra 6.277,2 €/año. Con este ahorro anual se han calculado el número de años en el que tardará en amortizar la instalación, ya que una vez cubierta esta inversión inicial los 6.277,2% serán los ahorrados cada año.

$$Amortización_{(años)} = \frac{Inversión_{por\ parte\ del\ CCM}}{Importe_{ahorrado}} \quad (15)$$

Siendo está amortización de 3 años y dos meses, a partir de ese tiempo cada año ahorrará en la factura de la luz el 60% mencionado previamente. En el caso de que se diera la situación de haber excedentes debido a que el consumo del CCM es inferior a lo producido por parte de la instalación, entonces se le aplicaría la compensación por excedentes, siendo esta de 0,051€/kWh.

- 100 viviendas.

El ahorro energético en la factura se ve afectado por el tipo de perfil de consumo, de contrato y se ha tenido en cuenta las nuevas tarifas mostradas en el capítulo 5.

De los cuatro perfiles de consumo del capítulo 7 se ha seleccionado el mes cuyo consumo real es más similar al consumo medio mensual.

Tabla 10.2. CONSUMO MENSUAL REAL, MEDIO MENSUAL Y ELECCIÓN DEL MES. [Fuente: Elaboración propia]

AÑO 2019				
	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda vulnerable de 2 personas	Vivienda vulnerable de 4 personas
Mes	Consumo real (kWh/mes)			
Enero	298,71	272,92	88,33	107,15
Febrero	234,04	192,19	79,52	96,68
Marzo	137,05	192,93	87,75	107,08
Abril	253,12	160,04	85,56	103,91
Mayo	379,26	172,50	87,83	106,40
Junio	319,09	135,48	85,06	103,91
Julio	187,34	222,46	88,33	107,15
Agosto	69,28	181,05	87,83	107,15
Septiembre	253,23	157,50	85,06	103,16
Octubre	332,24	142,20	88,40	107,23
Noviembre	319,99	159,18	85,06	103,91
Diciembre	333,77	226,19	88,32	107,15
	Consumo medio (kWh/mes)			
Media mensual	259,76	184,55	86,42	105,07
	Selección de mes			
Mes	Septiembre	Agosto	Abril	Mayo

El proceso para la obtención del ahorro medio mensual ha diferido en función de si el contrato es de PVPC o precio fijo, comparando dos facturas realizadas: sin autoconsumo y con autoconsumo, en este caso el precio fijado para la compensación por excedentes es de 0,05€/kWh. Las tasas tanto de electricidad como del IVA al ser en Madrid son de 5,11% y 21% respectivamente.

1. PVPC, tarifa 2.0TD

Con la nueva tarifa aplicada y al variar el precio del kWh en cada hora, se han obtenido a través de Red Eléctrica con el Sistema de Información del Operador del Sistema (ESIOS), los precios de la energía para contar con precios de los tres periodos en un día de entre semana y del periodo valle, único periodo en los días de fin de semana, para ellos se han recogidos los datos del 1 de junio de 2021 (día entre semana), al ser el primer día con el nuevo cambio de tarifa y 5 de junio de 2021 (día de fin de semana), Estos dos días se aplicarán para todos los días del mes diferenciando entre fin de semana y entre semana, de manera que se calculara la tarifa de manera horaria.

Tabla 10.3. TÉRMINO DE ENERGÍA PVPC PARA DÍA ENTRE SEMANA Y DE FIN DE SEMANA. [Fuente: Elaboración propia]

PVPC					
01/Junio/2021			05/Junio/2021		
Periodo	Hora	€/kWh	Periodo	Hora	€/kWh
VALLE	1	0,12	VALLE	1	0,10
VALLE	2	0,12	VALLE	2	0,10
VALLE	3	0,11	VALLE	3	0,09
VALLE	4	0,11	VALLE	4	0,10
VALLE	5	0,11	VALLE	5	0,09
VALLE	6	0,12	VALLE	6	0,09
VALLE	7	0,12	VALLE	7	0,09
VALLE	8	0,12	VALLE	8	0,10
LLANO	9	0,15	VALLE	9	0,10
LLANO	10	0,15	VALLE	10	0,10
PUNTA	11	0,24	VALLE	11	0,11
PUNTA	12	0,24	VALLE	12	0,11
PUNTA	13	0,24	VALLE	13	0,11
PUNTA	14	0,24	VALLE	14	0,11
LLANO	15	0,14	VALLE	15	0,10
LLANO	16	0,13	VALLE	16	0,10
LLANO	17	0,13	VALLE	17	0,10
LLANO	18	0,14	VALLE	18	0,10
PUNTA	19	0,23	VALLE	19	0,10
PUNTA	20	0,24	VALLE	20	0,10
PUNTA	21	0,25	VALLE	21	0,11
PUNTA	22	0,25	VALLE	22	0,11
LLANO	23	0,16	VALLE	23	0,11
LLANO	24	0,16	VALLE	24	0,11

El término de potencia fijo establecido:

- En periodo valle: 30,6727 €/kW año, correspondiente a 2,5561 €/kW mes.
- En periodo punta: 1,4244 €/kW año, correspondiente a 0,1187 €/kW mes.

El margen de comercialización fijo establecido tanto por la comercializadora Energía XIII como por Curenergía es de 3,113 €/kW al año, lo que supone un coste de 0,008528 €/kW al día. El alquiler del equipo de medida (contador) es de 0,02663 €/día.

Se ha realizado el desglose de la factura, para la vivienda 1, los dos perfiles de viviendas vulnerables conforme a lo establecido en la Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas, de 28 de abril 2021, y el R. D. 244/2019, de 5 de abril, que en su art.4 indica que en el caso de que la energía consumida por hora sea inferior a la energía que le corresponde por parte de la instalación de autoconsumo se considerará como cero en la facturación del término de energía.

A continuación, se muestra el modelo empleado con las respectivas operaciones a realizar para la obtención del coste total para cada caso.

Tabla 10.4. MODELO DE FACTURA ELÉCTRICA. [Fuente: Elaboración propia]

FACTURA SIN / CON AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda	
Tipo de tarifa	2.0TD (mercado regulado)	
Periodo de facturación	xx días	
Potencia contratada	xx kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	xx kW* xx €/kW y año* (xx/365) días	xx
Término de potencia (valle)	xx kW* xx €/kW y año* (xx/365) días	xx
Margen de comercialización fijo	xx kW* xx €/kW y mes* (xx/365) días	xx
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((xx_i \text{ kWh (consumo total)} - xx_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * xx_i \text{ €/kWh})$ ***	xx
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	xx kWh* xx €/kWh	xx
Subtotal (sin tasas y equipo de medida)		
Impuesto de electricidad	5,11%	xx
Alquiler del contador	0,02663 €/días * xx días	xx
Subtotal (otros conceptos)		
Impuesto de aplicación	21%	xx
Total		
Cuota mensual	5,30 €/mes	xx
Total importe factura		xx
**El precio del término de energía varía cada hora		
*** 'i' corresponde al tipo de período (punta, valle y llano)		

En el caso de que no contar con autoconsumo se pondrá 0 € en esa parte. Por lo que a continuación se han obtenido las facturas para las tres viviendas.

Tabla 10.5. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA 1 SIN Y CON AUTOCONSUMO. [Fuente: Elaboración Propia]

FACTURA SIN AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda 1	
Tipo de tarifa	2.0TD	
Periodo de facturación	30 días	
Potencia contratada	5,5 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	5,5 kW* 30,6727 €/kW y año* (30/365) días	13,87
Término de potencia (valle)	5,5 kW* 1,4244 €/kW y año* (30/365) días	0,64
Margen de comercialización fijo	3,3 kW* 0,008529 €/kW y día* 30 días	1,41
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((xx_i \text{ kWh (consumo total)} - xx_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * xx_i \text{ €/kWh})$ ***	39,84
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	0 KWh* 0,05€/kWh	0,00
Subtotal (sin tasas ni equipo de medida)		55,75
Impuesto de electricidad	5,11%	2,85
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 30 días	0,80
Subtotal (otros conceptos)		59,40
Impuesto de aplicación	21%	12,47
Total		71,88
Cuota mensual	5,30 €/mes	5,30
Total importe factura		77,18
FACTURA CON AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda 1	
Tipo de tarifa	2.0TD	
Periodo de facturación	30 días	
Potencia contratada	5,5 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	5,5 kW* 30,6727 €/kW y año* (30/365) días	13,87
Término de potencia (valle)	5,5 kW* 1,4244 €/kW y año* (30/365) días	0,64
Margen de comercialización fijo	3,3 kW* 0,008529 €/kW y día* 30 días	1,41
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((xx_i \text{ kWh (consumo total)} - xx_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * xx_i \text{ €/kWh})$ ***	24,78
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	9,455 KWh* 0,05€/kWh	-0,48
Subtotal (sin tasas ni equipo de medida)		40,22
Impuesto de electricidad	5,11%	2,06
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 30 días	0,80
Subtotal (otros conceptos)		43,07
Impuesto de aplicación	21%	9,05
Total		52,12
Cuota mensual	5,30 €/mes	5,30
Total importe factura		57,42

*El precio del término de energía varía cada hora corresponde al tipo de período (punta, valle y llano)

Para las viviendas vulnerables se ha realizado la facturación eléctrica sin contar con el bono social.

Tabla 10.6. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA VULNERABLE DE 2 PERSONAS SIN Y CON AUTOCONSUMO. [Fuente: Elaboración Propia]

FACTURA SIN AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda de 2 personas	
Tipo de tarifa	2.0TD	
Periodo de facturación	30 días	
Potencia contratada	3,3 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	3,3 kW* 30,6727 €/kW y año* (30/365) días	8,32
Término de potencia (valle)	3,3 kW* 1,4244 €/kW y año* (30/365) días	0,39
Margen de comercialización fijo	3,3 kW* 0,008528 €/kW y día*30 días	0,84
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((xx_i \text{ kWh (consumo total)} - xx_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * xx_i \text{ €/kWh})$ ***	13,65
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	0 kWh* 0,05€/kWh	0,00
Subtotal (sin tasa y equipo de medida)		23,20
Impuesto de electricidad	5,11%	1,19
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 30 días	0,80
Subtotal (otros conceptos)		25,18
Impuesto de aplicación	21%	5,29
Total		30,47
Cuota mensual	5,30 €/mes	0,00
Total importe factura		30,47
FACTURA CON AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda de 2 personas	
Tipo de tarifa	2.0TD	
Periodo de facturación	30 días	
Potencia contratada	3,3 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	3,3 kW* 30,6727 €/kW y año* (30/365) días	8,32
Término de potencia (valle)	3,3 kW* 1,4244 €/kW y año* (30/365) días	0,39
Margen de comercialización fijo	3,3 kW* 0,008528 €/kW y día*30 días	0,84
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((xx_i \text{ kWh (consumo total)} - xx_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * xx_i \text{ €/kWh})$ ***	2,86
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	30,275 kWh* 0,05€/kWh	-1,54
Subtotal (sin tasa y equipo de medida)		10,87
Impuesto de electricidad	5,11%	0,56
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 30 días	0,80
Subtotal (otros conceptos)		12,22
Impuesto de aplicación	21%	2,57
Total		14,79
Cuota mensual por instalación FV	5,30 €/mes	0,00
Total importe factura		14,79

El precio del término de energía varía cada hora corresponde al tipo de período (punta, valle y llano)

Tabla 10.7. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA VULNERABLE DE 4 PERSONAS SIN Y CON AUTOCONSUMO. [Fuente: Elaboración Propia]

FACTURA SIN AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda de 4 personas	
Tipo de tarifa	2.0TD	
Periodo de facturación	31 días	
Potencia contratada	3,45 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	3,45 kW* 30,6727 €/kW y año* (31/365) días	8,99
Término de potencia (valle)	3,45 kW* 1,4244 €/kW y año* (31/365) días	0,42
Margen de comercialización fijo		
	3,45 kW* 0,008528 €/kW y día* 31 días	0,91
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((x_i \text{ kWh (consumo total)} - x_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * x_i \text{ €/kWh})$ ***	17,08
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo		
	0 KWh* 0,05€/kWh	0,00
Subtotal (sin tasa y equipo de medida)		
		27,40
Impuesto de electricidad	5,11%	1,40
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 31 días	0,83
Subtotal (otros conceptos)		
		29,62
Impuesto de aplicación	21%	6,22
Total		
		35,85
Cuota mensual por instalación FV	5,30 €/mes	0,00
Total importe factura		
		35,85

FACTURA CON AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda de 4 personas	
Tipo de tarifa	2.0TD	
Periodo de facturación	31 días	
Potencia contratada	3,45 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	3,45 kW* 30,6727 €/kW y año* (31/365) días	8,99
Término de potencia (valle)	3,45 kW* 1,4244 €/kW y año* (31/365) días	0,42
Margen de comercialización fijo		
	3,45 kW* 0,008528 €/kW y día* 31 días	0,91
Facturación por energía consumida**		
Término de energía (punta)	$\sum_i((x_i \text{ kWh (consumo total)} - x_i \text{ kWh (autoconsumo)}) * x_i \text{ €/kWh})$ ***	5,78
Término de energía (valle)		
Término de energía (llano)		
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo		
	31,2 KWh* 0,05€/kWh	-1,59
Subtotal (sin tasa y equipo de medida)		
		14,51
Impuesto de electricidad	5,11%	0,74
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 31 días	0,83
Subtotal (otros conceptos)		
		16,08
Impuesto de aplicación	21%	3,38
Total		
		19,45
Cuota mensual	5,30 €/mes	0,00
Total importe factura		
		19,45

**El precio del término de energía varía cada hora

*** 'i' corresponde al tipo de período (punta, valle y llano)

2. Precio fijo (mercado libre)

Consta de un precio fijo tanto para la potencia como para la energía consumida. Los precios para la potencia y la energía se han cogido de Endesa para la tarifa de precio único durante las 24 horas.

El precio de la potencia en el periodo punta es de 2,815472 €/mes y en periodo valle es de 0,378113 €/mes. En el caso de la energía el precio fijo es 0,149641 €/mes. Y el alquiler del equipo de medida se mantiene igual. [42]

Tabla 10.8. FACTURA ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA 2 SIN Y CON AUTOCONSUMO. [Fuente: Elaboración

FACTURA SIN AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda 2	
Tipo de tarifa	Precio fijo	
Periodo de facturación	31 días	
Potencia contratada	5,5 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	5,5 kW* 30,6727 €/kW y año* (31/365) días	14,33
Término de potencia (valle)	5,5 kW* 1,4244 €/kW y año* (31/365) días	0,67
Margen de comercialización fijo	3,3 kW* 0,008529 €/kW y día* 31 días	1,45
Facturación por energía consumida		
Término de energía	181,047 kWh * 0,149641 €/kWh	27,09
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	xx kWh* 0,05€/kWh	0,00
Subtotal (sin tasas ni equipo de medida)		43,54
Impuesto de electricidad	5,11%	2,23
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 31 días	0,83
Subtotal (otros conceptos)		46,59
Impuesto de aplicación	21%	9,78
Total		56,38
Cuota mensual por instalación FV	5,30 €/mes	5,30
Total importe factura		61,68

FACTURA CON AUTOCONSUMO		
Nombre	Vivienda 2	
Tipo de tarifa	Precio fijo	
Periodo de facturación	31 días	
Potencia contratada	5,5 kW	
		€/mes
Facturación por potencia contratada		
Término de potencia (punta)	5,5 kW* 30,6727 €/kW y año* (31/365) días	14,33
Término de potencia (valle)	5,5 kW* 1,4244 €/kW y año* (31/365) días	0,67
Margen de comercialización fijo	3,3 kW* 0,008529 €/kW y día* 31 días	1,45
Facturación por energía consumida		
Término de energía	(181,047 - 104,160) kWh * 0,149641 €/kWh	11,51
Facturación por energía excedentaria del autoconsumo	6,238 kWh* 0,05€/kWh	0,32
Subtotal (sin tasas ni equipo de medida)		28,27
Impuesto de electricidad	5,11%	1,45
Alquiler del contador	0,02663 €/días * 31 días	0,83
Subtotal (otros conceptos)		30,54
Impuesto de aplicación	21%	6,41
Total		36,96
Cuota mensual por instalación FV	5,30 €/mes	5,30
Total importe factura		42,26

Propia]

El ahorro en la factura de la electricidad mensual por parte de las viviendas es la diferencia entre el importe total de la factura de ambos casos, sin y con autoconsumo.

- Vivienda 1 cuenta con un ahorro de 19,76 €/mes
- Vivienda 2 cuenta con un ahorro de 19,42 €/mes
- Vivienda vulnerable de 2 personas cuenta con el ahorro de 15,69 €/mes.
- Vivienda vulnerable de 4 personas se ahorra 16,4 €/mes.

12. ACERCAR AL CIUDADANO A LA COMUNIDAD ENERGÉTICA

Una vez diseñado el modelo, el principal reto es hacerle llegar al posible participante de la CCE la información de manera adecuada y sin complicaciones, para mostrarle el valor, los beneficios y el formar parte activa de la transición energética, que se generan con este modelo. Para ellos se realizarán las siguientes actividades con el objetivo de fomentar y atraer a esos futuros consumidores hacia la descentralización del mercado eléctrico.

1. Cursos informativos y divulgativos sobre que son y para que sirven las comunidades energéticas.
2. Animar e incentivar la participación ciudadana para tener un núcleo activo de comunidad.
3. Consensuar necesidades y el que se espera de la CCE creando lo que sería un entorno cómodo y sociable.
4. Explicación del proyecto prototipo mediante método claros y de fácil entendimiento para todas las personas.

13. CONCLUSIÓN

Mediante este estudio se ha podido comprobar que el modelo de comunidad energética ciudadana con autoconsumo colectivo en el Centro Cívico Margaritas sería favorecedor y beneficioso para la reducción de la pobreza energética, ya que se han podido ver reducidos sus gastos eléctricos de manera considerable. Este modelo podría extrapolarse a otros edificios municipales para la creación de más comunidades energéticas.

Las Comunidades Energéticas Locales con energía fotovoltaica son sin duda una oportunidad de gran envergadura, ya que el recurso solar en España es favorecedor en todos sus ámbitos. Además, si es aprovechada de manera adecuada mediante una correcta y razonable regulación, será favorable para que aquellas comunidades ya establecidas o en proceso de desarrollo puedan adaptarse con facilidad a esas nuevas regulaciones.

No se trata de generar dificultades a los ciudadanos sino de que sean protagonista de un sector tan importante y grande como es el energético. Consiste en que sean partícipes de la transición energética y de la reducción del número de viviendas vulnerable para mejorar su calidad de vida.

ANEXO A: RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON PVSYS

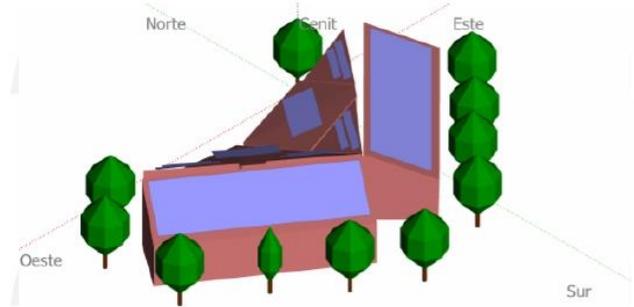


Versión 7.2.3

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe
 Variante: Caso elegido_CCM_redimensionado_95kW
 Tablas en un edificio
 Potencia del sistema: 108 kWp
 Getafe - España

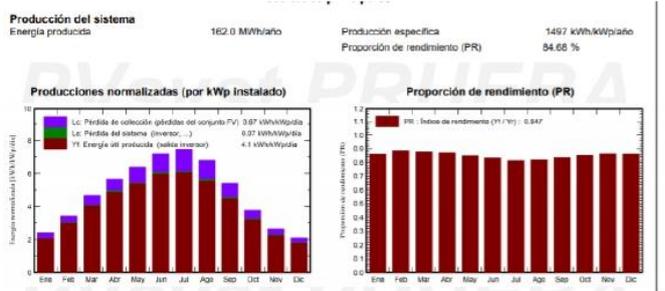
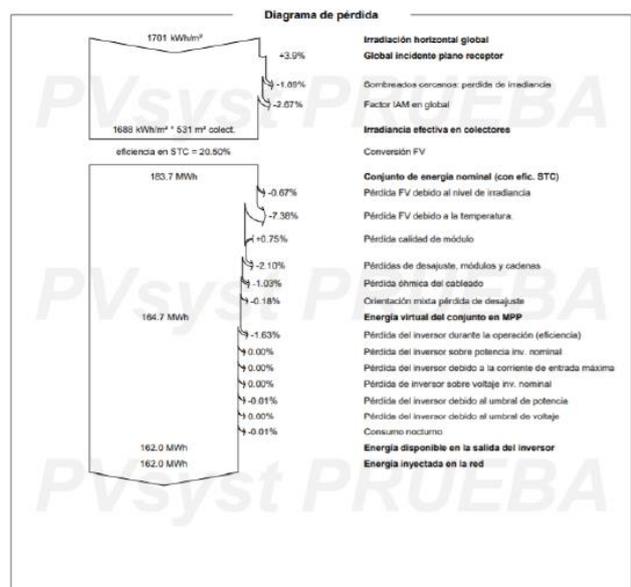


Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Getafe	Latitud: 40.31 °N	Albedo: 0.20
España	Longitud: -3.73 °W	
	Altitud: 647 m	
	Zona horaria: UTC+1	
Datos meteo		
Getafe		
Meteorcom 6.0 (1981-2013), Sat=19% - Sinático		

Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Tablas en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Carga limitada (red)
Planos fijos: 4 orientaciones	Sombreados lineales	
Inclin./azimut: 22 / 35 °		
22 / -45 °		
22 / -145 °		
22 / 126 °		
Información del sistema		
Conjunto FV	Inversores	
Núm. de módulos: 264 unidades	Núm. de unidades: 3 unidades	
Próm total: 108 kWp	Próm total: 95.0 kWca	
	Proporción Próm: 1.139	

Resumen de resultados			
Energía producida	162.0 MWh/año	Producción específica	1497 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	84.68 %

Características del conjunto FV			
Módulo FV	Generic	Inversor	Generic
Fabricante: JKM10M-72H		Fabricante: Sunny Highpower-SHP 75-10	
Modelo: (Base de datos PVsyst original)		Modelo: (Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia: 410 Wp		Unidad Nom. Potencia: 75.0 kWca	
Número de módulos FV: 204 unidades		Número de inversores: 1 unidades	
Nominal (STC): 83.6 kWp		Potencia total: 75.0 kWca	
Módulos: 12 Cadenas x 17 En series		Voltaje de funcionamiento: 570-800 V	
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Próm (CC-CA): 1.12	
Prmp: 75.5 kWp			
U mpp: 635 V			
I mpp: 121 A			
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC): 108 kWp		Potencia total: 95 kWca	
Total: 264 módulos		Núm. de inversores: 3 unidades	
Área del módulo: 631 m²		Proporción Próm: 1.14	
Área ocular: 471 m²			



PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

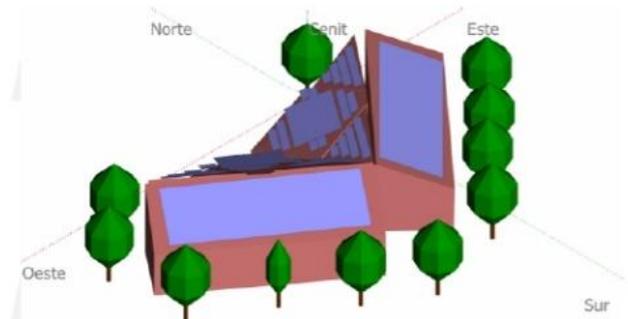
Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe

Variante: CCM A

Tablas en un edificio

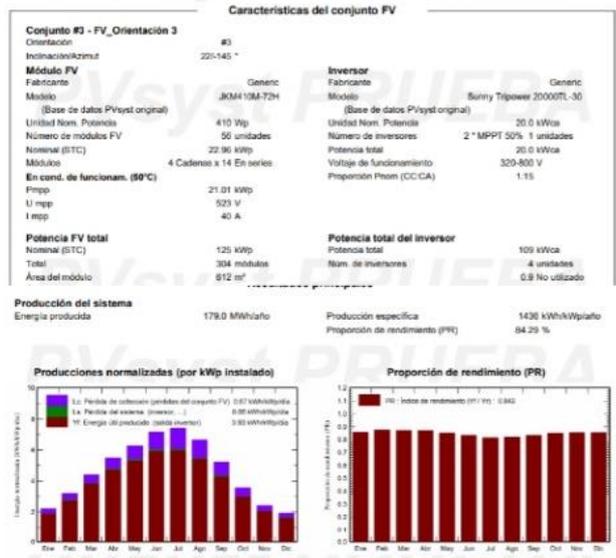
Potencia del sistema: 125 kWp

Getafe - España



Resumen del proyecto		
Sitio geográfico Getafe España	Situación Latitud: 40.31 °N Longitud: -3.73 °W Altitud: 642 m Zona horaria: UTC+1	Configuración del proyecto Albedo: 0.20
Datos meteo Getafe Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=19% - Síntético		
Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Tablas en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV Planos fijos: 4 orientaciones Inclin./Azimut: 22 / 35 ° 22 / -45 ° 22 / -145 ° 22 / 120 °	Sombreados cercanos Sombreados lineales	Carga limitada (red)
Información del sistema Conjunto FV Núm. de módulos: 304 unidades Prom total: 125 kWp	Inversores Núm. de unidades: 3.1 unidades Prom total: 109 kWca Proporción Prom: 1.341	
Resumen de resultados		
Energía producida: 179.0 MWh/año	Producción específica: 1436 kWh/kWpl/año	Proporción rend. PR: 84.29 %

Características del conjunto FV		
Conjunto #1 - FV_Orientación 4		
Orientación: 22/126 °	Inclinación/Azimut: 22/126 °	#4
Módulo FV Fabricante: Genéric Modelo: JKM410M-72H (Base de datos PVsyst original)	Inversor Fabricante: Genéric Modelo: Symo 17.5-S-M (Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia: 410 Wp	Unidad Nom. Potencia: 11.5 kWca	
Número de módulos FV: 56 unidades	Número de inversores: 2 * MPPT 0.85: 1.1 unidades	
Nominal (STC): 22.96 kWp	Potencia total: 13.3 kWca	
Módulos: 4 Cadenas x 14 En serie	Voltaje de funcionamiento: 200-800 V	
En cond. de funcionam. (30°C): Prom: 21.01 kWp U mpp: 523 V I mpp: 40 A	Proporción Prom (CC/CA): 1.19	
Conjunto #2 - FV_Orientación 1 y 2 MPPT		
Orient. n./v.: #1/2: 5/6 cadenas	Inclinación/Azimut: 22/35 ° 22/-45 °	
Módulo FV Fabricante: Genéric Modelo: JKM410M-72H (Base de datos PVsyst original)	Inversor Fabricante: Genéric Modelo: SUN2000-70KTL-INO (Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia: 410 Wp	Unidad Nom. Potencia: 70.0 kWca	
Número de módulos FV: 192 unidades	Número de inversores: 6 * MPPT 17%: 1 unidades	
Nominal (STC): 78.2 kWp	Potencia total: 70.0 kWca	
Módulos: 12 Cadenas x 16 En serie	Voltaje de funcionamiento: 200-1000 V	
En cond. de funcionam. (30°C): Prom: 72.8 kWp U mpp: 598 V I mpp: 121 A	Proporción Prom (CC/CA): 1.12	





Versión 7.2.3

PVsyst - Informe de simulación

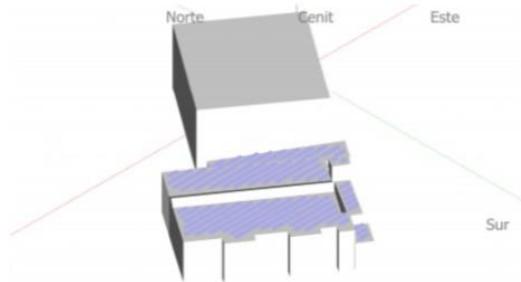
Sistema conectado a la red

Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe

Variante: PMJCM CASO_B1

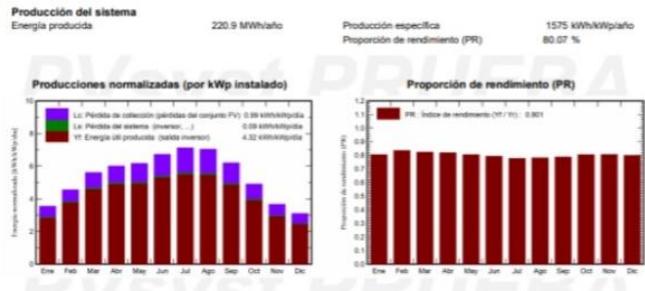
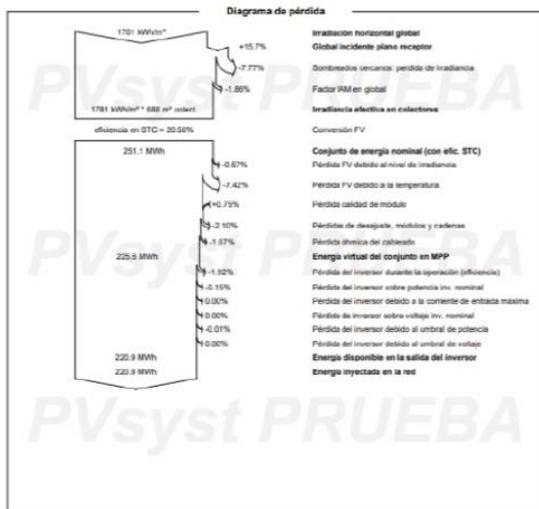
Tablas en un edificio

Potencia del sistema: 140 kWp
Getafe - España



Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Getafe	Latitud: 40.31 °N	Albedo: 0.20
España	Longitud: -3.73 °W	
	Altitud: 643 m	
	Zona horaria: UTC+1	
Datos meteorológicos		
Getafe		
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sah-19% - Sinélico		
Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Tablas en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Carga (módulo por día)
Plano fijo	Sombreados inversos	
Inclinación/Altitud: 37 / 0 °		
Información del sistema	Inversores	
Conjunto FV	Núm. de unidades: 2 unidades	
Núm. de módulos: 342 unidades	Potencia total: 140 kWca	
Potencia total: 140 kWp	Proporción Pmax: 1.169	
Resumen de resultados		
Energía producida: 220.9 MWh/año	Producción específica: 157.0 kWh/kWpl/año	Proporción rend. PR: 80.07 %

Características del conjunto FV		
Módulo FV	Generic	Inversor
Fabricante: JKM10M-72H		Fabricante: Generic
Modelo: (Base de datos PVsyst original)		Modelo: Sunny Tripower 60-10
Unidad Nom. Potencia: 410 Wp		Unidad Nom. Potencia: 60.0 kWca
Número de módulos FV: 342 unidades		Número de inversores: 2 unidad
Nominal (STC): 140 kWp		Potencia total: 120 kWca
Módulos: 19 Cadenas x 18 En serie		Voltaje de funcionamiento: 570-800 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Pmax (CC-CA): 1.17
Pmp: 128 kWp		
U mpp: 672 V		
I mpp: 191 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor
Nominal (STC): 140 kWp		Potencia total: 120 kWca
Total: 342 módulos		Núm. de inversores: 2 unidades
Área del módulo: 686 m²		Proporción Pmax: 1.17
Área celular: 611 m²		

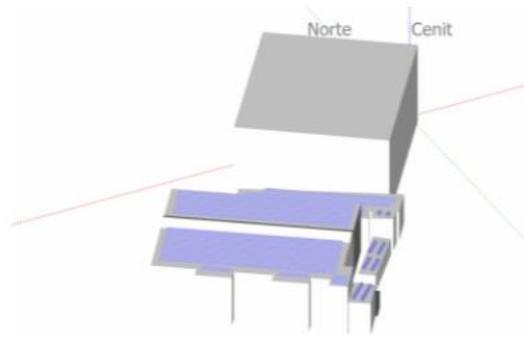


PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe

Variante: PMJCM CASO_B2
 Cobertizos en un edificio
 Potencia del sistema: 157 kWp
 Getafe - España



Resumen del proyecto		
Sitio geográfico Getafe España	Situación	Configuración del proyecto
	Latitud: 40.31 °N Longitud: -3.73 °W Altitud: 047 m Zona horaria: UTC+1	Albedo: 0.20
Datos meteor Estad: Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=19%, Sinclítico		

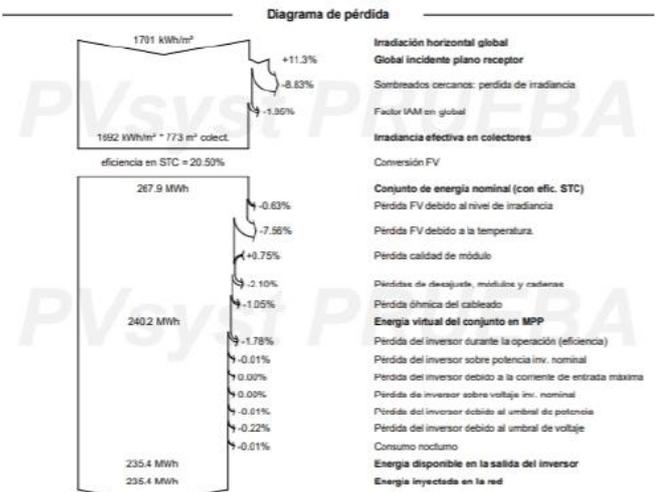
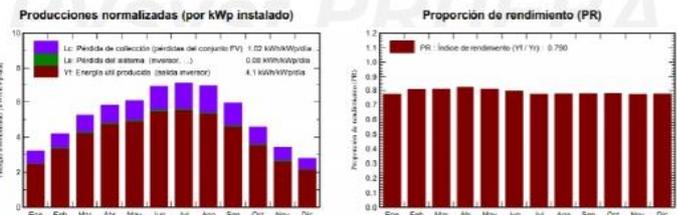
Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV Plano fijo: 2 orientaciones Incl./Azimuts: 37 / 35 ° 37 / -45 °	Sombreados cercanos Sombreados lineales	Carga limitada (red)
Información del sistema Conjunto FV Núm. de módulos: 384 unidades Prom total: 157 kWp	Inversores Núm. de unidades: 3 unidades Prom total: 144 kWca Proporción Prom: 1.003	

Resumen de resultados			
Energía producida	235.4 MWh/año	Producción específica	1495 kWh/kWp/año
		Proporción tend. PR	78.98 %

Características del conjunto FV			
Conjunto #1 - FV_Orientación 1			
Orientación	#1	Inclinación/Azimut	37/35 °
Módulo FV	Generic	Inversor	Generic
Fabricante	JKM410M-72H	Fabricante	Sunny Highpower-SHP 75-10
Modelo	(Base de datos PVsyst original)	Modelo	(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia	410 Wp	Unidad Nom. Potencia	75.0 kWca
Número de módulos FV	192 unidades	Número de inversores	1 unidades
Nominal (STC)	78.7 kWp	Potencia total	75.0 kWca
Módulos	12 Cadenas x 16 En series	Voltaje de funcionamiento	570-800 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Prom (CC,CA)	1.05
Pmpp	72.0 kWp		
U mpp	598 V		
I mpp	121 A		
Conjunto #2 - FV_Orientación 2			
Orientación	#2	Inclinación/Azimut	37/-45 °
Módulo FV	Generic	Inversor	Generic
Fabricante	JKM410M-72H	Fabricante	Sunny Mini Central 9000 TL
Modelo	(Base de datos PVsyst original)	Modelo	(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia	410 Wp	Unidad Nom. Potencia	9.00 kWca
Número de módulos FV	22 unidades	Número de inversores	1 unidades
Nominal (STC)	9.02 kWp	Potencia total	9.0 kWca
Módulos	2 Cadenas x 11 En series	Voltaje de funcionamiento	333-500 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Prom (CC,CA)	1.00
Pmpp	8.25 kWp		
U mpp	411 V		
I mpp	20 A		
Conjunto #3 - Subconjunto #3			
Orientación	#1	Inclinación/Azimut	37/35 °

Características del conjunto FV			
Módulo FV	Generic	Inversor	Generic
Fabricante	JKM410M-72H	Fabricante	Sunny Tripower 60-US-10 (400 VAC)
Modelo	(Base de datos PVsyst original)	Modelo	(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia	410 Wp	Unidad Nom. Potencia	60.0 kWca
Número de módulos FV	170 unidades	Número de inversores	1 unidades
Nominal (STC)	69.7 kWp	Potencia total	60.0 kWca
Módulos	10 Cadenas x 17 En series	Voltaje de funcionamiento	570-800 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Prom (CC,CA)	1.16
Pmpp	63.8 kWp		
U mpp	635 V		
I mpp	100 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	157 kWp	Potencia total	144 kWca
Total	384 módulos	Núm. de inversores	3 unidades
Área del módulo	773 m²	Proporción Prom	1.006
Área celular	686 m²		

Producción del sistema		Producción específica	
Energía producida	235.4 MWh/año	Producción específica	1495 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	78.98 %



PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

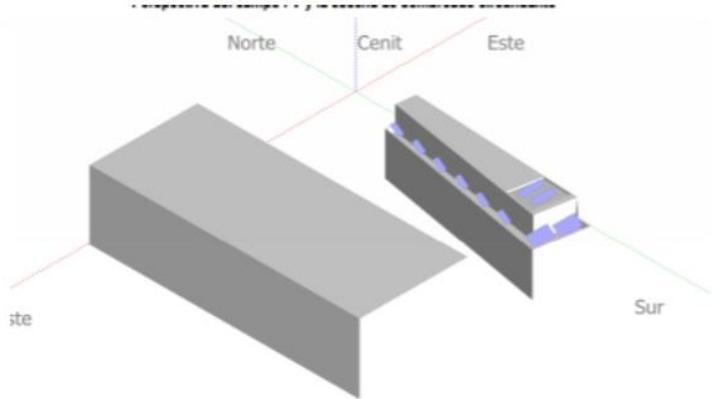
Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe

Variante: DEAG CASO_B1

Tablas en un edificio

Potencia del sistema: 7.38 kWp

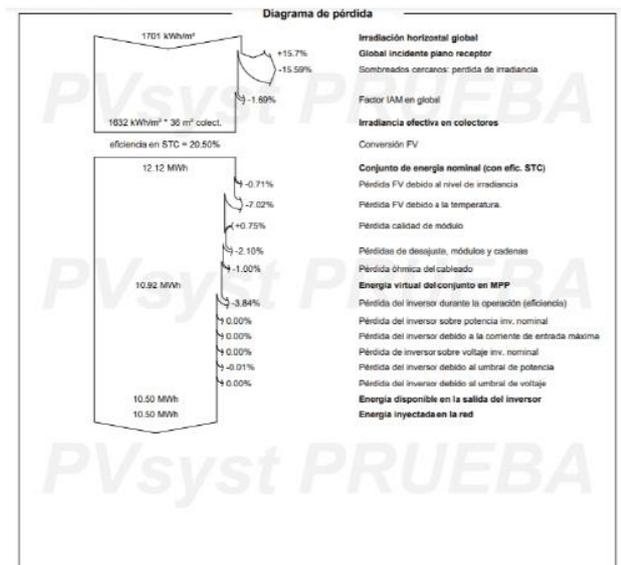
Getafe - España



Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Getafe	Latitud 40.31 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -3.73 °W	
	Altitud 647 m	
	Zona horaria UTC+1	
Datos meteo		
Getafe		
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=19% - Síntesis		

Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Tablas en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Carga limitada (red)
Plano fijo	Sombreados lineales	
Inclinación/Azmut 37 / 0 °		
Información del sistema	Inversores	
Conjunto FV	Núm. de unidades 1 Unidad	
Núm. de módulos 18 unidades	Próm total 7.38 kWp	
Próm total 7.38 kWp		

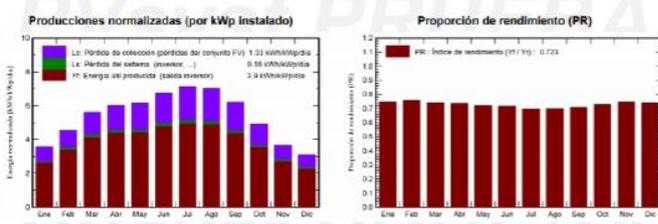
Resumen de resultados			
Energía producida	10.50 MWh/año	Producción específica	1423 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	72.34 %



Parámetros generales		
Sistema conectado a la red	Tablas en un edificio	Modelos usados
Orientación campo FV	Configuración de cobertizos	Transposición Perez
Orientación	Núm. de cobertizos 10 unidades	Difuso Perez, Meteonorm
Plano fijo	Tamaños	Circular separada
Inclinación/Azmut 37 / 0 °	Espaciamiento cobertizos 5.69 m	
	Ancho de colector 1.79 m	
	Proporc. cob. suelo (GCR) 31.4 %	
	Ángulo límite de sombreado	
	Ángulo límite de perfil 14.2 °	
Horizonte	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Horizonte libre		Carga limitada (red)

Características del conjunto FV			
Módulo FV	Generic	Inversor	Generic
Fabricante	JKM10M-72H	Fabricante	Symo 7.0-3-M
Modelo	(Base de datos PVsyst original)	Modelo	(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia	410 Wp	Unidad Nom. Potencia	7.00 kWca
Número de módulos FV	18 unidades	Número de inversores	2 * MPPT 50% 1 unidades
Nominal (STC)	7.38 kWp	Potencia total	7.0 kWca
Módulos	2 Cadenas x 9 En series	Voltage de funcionamiento	150-800 V
En cond. de funcionam. (90°C)		Proporción Próm (CC-CA)	1.05
Promp	6.75 kWp		
U mpp	336 V	Potencia total del inversor	
I mpp	20 A	Potencia total	7 kWca
		Núm. de inversores	1 Unidad
Potencia FV total		Proporción Próm	1.05
Nominal (STC)	7 kWp		
Total	18 módulos		
Área del módulo	36.2 m²		
Área celular	32.1 m²		

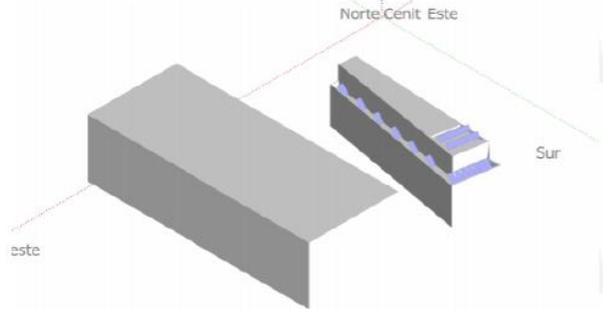
Producción del sistema
 Energía producida 10.50 MWh/año
 Producción específica 1423 kWh/kWp/año
 Proporción de rendimiento (PR) 72.34 %



PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe
 Variante: DEAG CASO_B2
 Cobertizos en un edificio
 Potencia del sistema: 7.38 kWp
 Getafe - España



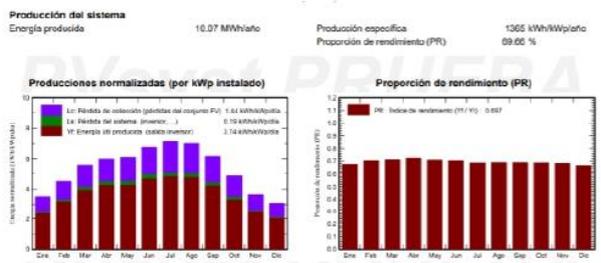
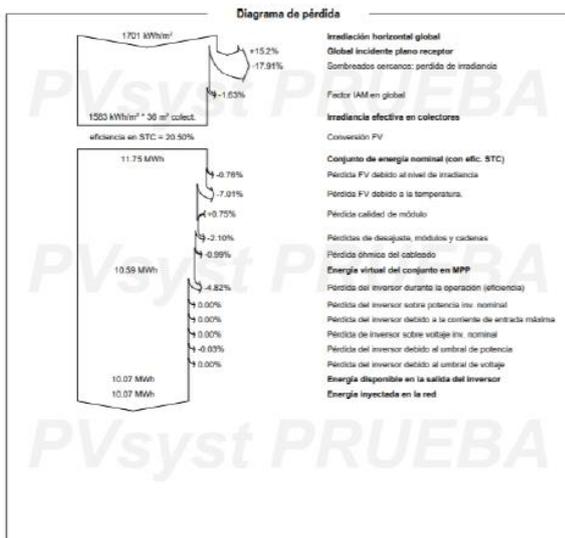
Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Getafe	Latitud: 40.31 °N	Albedo: 0.20
España	Longitud: -3.73 °W	
	Altud: 647 m	
	Zona horaria: UTC+1	
Datos meteo		
Getafe		
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Ssr=19% - SinMETEC		

Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV: Plano fijo	Sombreados cercanos: Sombreados lineales	Carga limitada (red)
Inclinación/Azimut: 37 / 10 °		
Información del sistema		
Conjunto FV	Inversores	
Núm. de módulos: 18 unidades	Núm. de unidades: 1 Unidad	
Próm total: 7.38 kWp	Próm total: 7.00 kWca	
	Proporción Próm: 1.054	

Resumen de resultados			
Energía producida	10.07 MWh/año	Producción específica	1365 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	69.66 %

Parámetros generales		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	
Orientación campo FV: Plano fijo	Configuración de cobertizos: 12 unidades	Modelos usados: 1 (sinquecosim) Perez
Inclinación/Azimut: 37 / 10 °	Núm. de cobertizos: 12 unidades	Difuso: Perez, Meteonorm
	Tamaño: Espaciamiento cobertizos: 4.21 m	Circular: separado
	Ancho de colector: 1.69 m	
	Próm. cob. suelo (CCR): 40.3 %	
	Ángulo límite de sombreado: 19.6 °	
Horizonte	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Horizonte libre	Sombreados lineales	Carga limitada (red)

Características del conjunto FV			
Módulo FV	Generic	Inversor	Generic
Fabricante: JKM410M-72H		Fabricante: IO Plus 60 V-3	
Modelo: (Base de datos PVsyst original)		Modelo: (Base de datos PVsyst original)	
Unidad Norm. Potencia: 410 Wp		Unidad Norm. Potencia: 7.00 kWca	
Número de módulos FV: 18 unidades		Número de inversores: 1 unidades	
Nominal (STC): 7.35 kWp		Potencia total: 7.0 kWca	
Módulos: 2 Cadenas x 9 Es series		Voltage de funcionamiento: 230-500 V	
En cond. de funcionam. (60°C)		Preparación Próm (CC-CA): 1.05	
Próm: 6.75 kWp			
U mpp: 336 V			
I mpp: 20 A			
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC): 7 kWp		Potencia total: 7 kWca	
Total: 18 módulos		Núm. de inversores: 1 Unidad	
Área del módulo: 36.2 m²		Preparación Próm: 1.05	
Área celular: 32.1 m²			

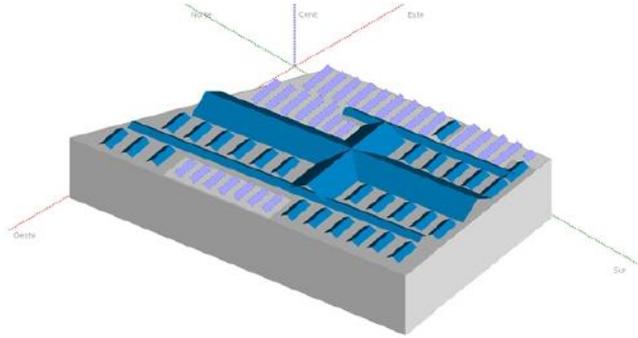


PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe

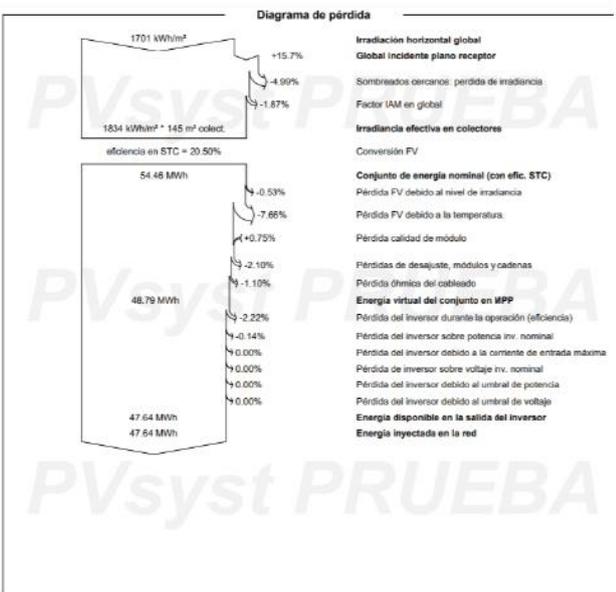
Variante: CCA CASO_B1
 Cobertizos en un edificio
 Potencia del sistema: 29.52 kWp
 Getafe - España



Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Getafe	Latitud: 40.31 °N	Albedo: 0.20
España	Longitud: -3.73 °W	
	Altitud: 647 m	
	Zona horaria: UTC+1	
Datos meteo		
Getafe		
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=19% - Sinético		

Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Carga limitada (red)
Plano fijo	Sombreados lineales	
Inclinación/Azmut: 37 / 0 °		
Información del sistema	Inversores	
Cojuntio FV	Núm. de unidades: 1 Unidad	
Núm. de módulos: 72 unidades	Núm. de unidades: 25.00 kWca	
Prom total: 29.52 kWp	Proporcion Prom: 1.181	

Parámetros generales		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Modelos usados
Orientación campo FV	Configuración de cobertizos	Transposición: Perez
Orientación	Núm. de cobertizos: 28 unidades	Difuso: Perez, Meteonorm
Plano fijo	Promedio de diferentes conjuntos	Circunsolar: separado
Inclinación/Azmut: 37 / 0 °	Tamafios	
	Espaciamiento cobertizos: 2.40 m	
	Ancho de colector: 1.00 m	
	Proporc. cob. suelo (GCR): 41.8 %	
	Ángulo límite de sombreado	
	Ángulo límite de perfil: 20.7 °	
Horizonte	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Horizonte libre	Sombreados lineales	Carga limitada (red)



Características del conjunto FV		
Módulo FV	Genéric	Inversor
Fabricante: JKM10M-72H	Genéric	Fabricante: Genéric
Modelo: JKM10M-72H	Modelo: ECO 25.0-3-S	Modelo: ECO 25.0-3-S
(Base de datos PVsyst original)	(Base de datos PVsyst original)	(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia: 410 Wp	Unidad Nom. Potencia: 25.0 kWca	Unidad Nom. Potencia: 25.0 kWca
Número de módulos FV: 72 unidades	Número de inversores: 1 unidades	Número de inversores: 1 unidades
Nominal (STC): 29.52 kWp	Potencia total: 25.0 kWca	Potencia total: 25.0 kWca
Módulos: 4 Cadenas x 18 En series	Voltage de funcionamiento: 580-850 V	Voltage de funcionamiento: 580-850 V
En cond. de funcionam. (50°C)	Proporcion Prom (CC-CA): 1.18	Proporcion Prom (CC-CA): 1.18
Pmpp: 27.01 kWp		
U mpp: 672 V		
I mpp: 40 A		
Potencia FV total	Potencia total del inversor	
Nominal (STC): 30 kWp	Potencia total: 25 kWca	
Total: 72 módulos	Núm. de inversores: 1 Unidad	
Area del módulo: 145 m²	Proporcion Prom: 1.18	
Area celular: 129 m²		

Producción del sistema		Producción específica	
Energía producida	47.64 MWh/año	Producción específica	1614 kWh/kWp/año
		Proporcion de rendimiento (PR)	82.04 %



PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

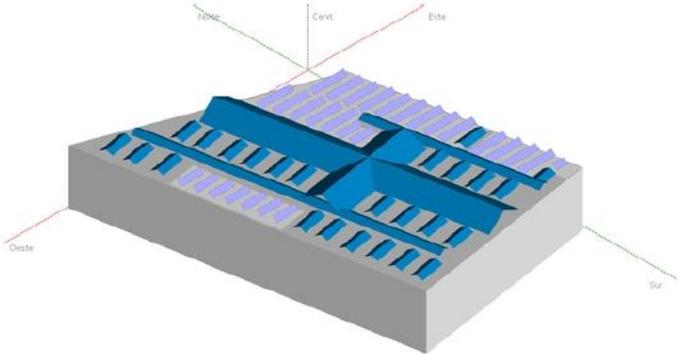
Proyecto: Estudio: simulación de las instalaciones FV de cuatro edificios en Getafe

Variante: CCA CASO_B2

Cobertizos en un edificio

Potencia del sistema: 29.52 kWp

Getafe - España



Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Getafe	Latitud: 40.31 °N	Albedo: 0.20
España	Longitud: -3.73 °W	
	Altitud: 547 m	
	Zona horaria: UTC+1	
Datos meteo		
Ceclafe		
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sai=18% - Sintético		

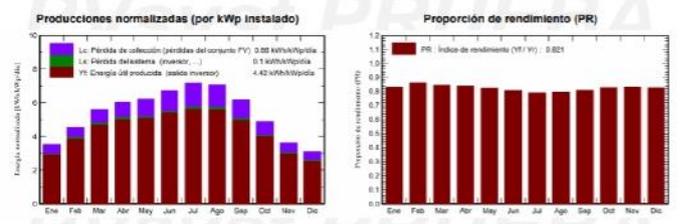
Resumen del sistema		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Carga limitada (red)
Plano fijo	Sombreados lineales	
Inclinación/Azmut: 37 / -10 °		
Información del sistema	Inversores	
Conjunto FV	Núm. de unidades: 1 Unidad	
Núm. de módulos: 72	Prom total: 25.00 kWca	
Prom total: 29.52 kWp	Proporción Prom: 1.151	

Resumen de resultados			
Energía producida	47.63 MWh/año	Producción específica	1614 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	82.13 %

Parámetros generales		
Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Modelos usados
Orientación campo FV	Configuración de cobertizos	Tranposición: Perez
Plano fijo	Núm. de cobertizos: 28 unidades	Difuso: Perez, Meteonorm
Inclinación/Azmut: 37 / -10 °	Tamaños	Circunscular: separado
	Espaciamiento cobertizos: 2.40 m	
	Ancho de colector: 1.00 m	
	Proporc. cob. suelo (GCR): 41.8 %	
	Ángulo límite de sombreado	
	Ángulo límite de perfil: 20.7 °	
Horizonte	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Horizonte libre	Sombreados lineales	Carga limitada (red)

Características del conjunto FV		
Módulo FV	Inversor	Generic
Fabricante: JKM410M-72H	Fabricante: ECO 25.0-3-S	Modelo: ECO 25.0-3-S
Modelo: (Base de datos PVsyst original)	Modelo: (Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia: 410 Wp	Unidad Nom. Potencia: 25.0 kWca	
Número de módulos FV: 72 unidades	Número de inversores: 1 unidades	
Nominal (STC): 29.52 kWp	Potencia total: 25.0 kWca	
Módulos: 4 Cadenas x 18 En series	Voltaje de funcionamiento: 580-850 V	
En cond. de funcionam. (50°C)	Proporción Prom (CC-CA): 1.18	
Pmpp: 27.01 kWp		
U mpp: 672 V		
I mpp: 40 A		
Potencia FV total	Potencia total del inversor	
Nominal (STC): 30 kWp	Potencia total: 25 kWca	
Total: 72 módulos	Núm. de inversores: 1 Unidad	
Área del módulo: 145 m²	Proporción Prom: 1.18	
Área ocular: 120 m²		

Producción del sistema		Producción específica	
Energía producida	47.63 MWh/año	Producción específica	1614 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	82.13 %



ANEXO B: PERFILES DE CONSUMOS HORARIOS

EXTRACTO DE 1 SEMANA DEL MES ELEGIDO DEL PERFIL DE CONSUMO HORARIO DE 1 AÑO Y TIPO DE TARIFA (MES ELEGIDO / TIPO DE TARIFA / TIPO DE VIVIENDA)							
MAYO / TARIFA PVPC / VIVIENDA 4 PERSONAS				ABRIL / TARIFA PVPC / VIVIENDA 2 PERSONAS			
Fecha (día)	Fecha (día)	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Fecha (día)	Periodo	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kWh)
06/05/2019	1	0,075	0,12	01/04/2019	1	0,075	0,12
06/05/2019	2	0,075	0,12	01/04/2019	2	0,075	0,12
06/05/2019	3	0,075	0,11	01/04/2019	3	0,075	0,11
06/05/2019	4	0,075	0,11	01/04/2019	4	0,075	0,11
06/05/2019	5	0,075	0,11	01/04/2019	5	0,075	0,11
06/05/2019	6	0,075	0,12	01/04/2019	6	0,075	0,12
06/05/2019	7	0,075	0,12	01/04/2019	7	0,075	0,12
06/05/2019	8	0,075	0,12	01/04/2019	8	0,163	0,12
06/05/2019	9	0,275	0,15	01/04/2019	9	0,125	0,15
06/05/2019	10	0,075	0,15	01/04/2019	10	0,075	0,15
06/05/2019	11	0,075	0,24	01/04/2019	11	0,075	0,24
06/05/2019	12	0,075	0,24	01/04/2019	12	0,075	0,24
06/05/2019	13	0,075	0,24	01/04/2019	13	0,075	0,24
06/05/2019	14	0,242	0,24	01/04/2019	14	0,242	0,24
06/05/2019	15	0,075	0,14	01/04/2019	15	0,075	0,14
06/05/2019	16	0,225	0,13	01/04/2019	16	0,225	0,13
06/05/2019	17	0,075	0,13	01/04/2019	17	0,075	0,13
06/05/2019	18	0,275	0,14	01/04/2019	18	0,125	0,14
06/05/2019	19	0,075	0,23	01/04/2019	19	0,125	0,23
06/05/2019	20	0,218	0,24	01/04/2019	20	0,075	0,24
06/05/2019	21	0,368	0,25	01/04/2019	21	0,313	0,25
06/05/2019	22	0,218	0,25	01/04/2019	22	0,163	0,25
06/05/2019	23	0,218	0,16	01/04/2019	23	0,163	0,16
06/05/2019	24	0,075	0,16	01/04/2019	24	0,075	0,16
07/05/2019	1	0,075	0,12	02/04/2019	1	0,075	0,12
07/05/2019	2	0,075	0,12	02/04/2019	2	0,075	0,12
07/05/2019	3	0,075	0,11	02/04/2019	3	0,075	0,11
07/05/2019	4	0,075	0,11	02/04/2019	4	0,075	0,11
07/05/2019	5	0,075	0,11	02/04/2019	5	0,075	0,11
07/05/2019	6	0,075	0,12	02/04/2019	6	0,075	0,12
07/05/2019	7	0,075	0,12	02/04/2019	7	0,075	0,12
07/05/2019	8	0,075	0,12	02/04/2019	8	0,163	0,12
07/05/2019	9	0,275	0,15	02/04/2019	9	0,125	0,15
07/05/2019	10	0,075	0,15	02/04/2019	10	0,075	0,15
07/05/2019	11	0,075	0,24	02/04/2019	11	0,075	0,24
07/05/2019	12	0,575	0,24	02/04/2019	12	0,575	0,24
07/05/2019	13	0,325	0,24	02/04/2019	13	0,075	0,24
07/05/2019	14	0,242	0,24	02/04/2019	14	0,242	0,24
07/05/2019	15	0,075	0,14	02/04/2019	15	0,075	0,14
07/05/2019	16	0,225	0,13	02/04/2019	16	0,225	0,13
07/05/2019	17	0,075	0,13	02/04/2019	17	0,075	0,13
07/05/2019	18	0,275	0,14	02/04/2019	18	0,125	0,14
07/05/2019	19	0,075	0,23	02/04/2019	19	0,125	0,23
07/05/2019	20	0,218	0,24	02/04/2019	20	0,075	0,24
07/05/2019	21	0,368	0,25	02/04/2019	21	0,313	0,25
07/05/2019	22	0,218	0,25	02/04/2019	22	0,163	0,25
07/05/2019	23	0,218	0,16	02/04/2019	23	0,163	0,16
07/05/2019	24	0,075	0,16	02/04/2019	24	0,075	0,16
08/05/2019	1	0,075	0,12	03/04/2019	1	0,075	0,12
08/05/2019	2	0,075	0,12	03/04/2019	2	0,075	0,12
08/05/2019	3	0,075	0,11	03/04/2019	3	0,075	0,11
08/05/2019	4	0,075	0,11	03/04/2019	4	0,075	0,11
08/05/2019	5	0,075	0,11	03/04/2019	5	0,075	0,11
08/05/2019	6	0,075	0,12	03/04/2019	6	0,075	0,12
08/05/2019	7	0,075	0,12	03/04/2019	7	0,075	0,12
08/05/2019	8	0,075	0,12	03/04/2019	8	0,163	0,12
08/05/2019	9	0,275	0,15	03/04/2019	9	0,125	0,15
08/05/2019	10	0,075	0,15	03/04/2019	10	0,075	0,15
08/05/2019	11	0,075	0,24	03/04/2019	11	0,075	0,24
08/05/2019	12	0,075	0,24	03/04/2019	12	0,075	0,24
08/05/2019	13	0,075	0,24	03/04/2019	13	0,075	0,24
08/05/2019	14	0,242	0,24	03/04/2019	14	0,242	0,24
08/05/2019	15	0,075	0,14	03/04/2019	15	0,075	0,14
08/05/2019	16	0,225	0,13	03/04/2019	16	0,225	0,13
08/05/2019	17	0,075	0,13	03/04/2019	17	0,075	0,13
08/05/2019	18	0,275	0,14	03/04/2019	18	0,125	0,14
08/05/2019	19	0,075	0,23	03/04/2019	19	0,125	0,23
08/05/2019	20	0,218	0,24	03/04/2019	20	0,075	0,24
08/05/2019	21	0,368	0,25	03/04/2019	21	0,313	0,25
08/05/2019	22	0,218	0,25	03/04/2019	22	0,163	0,25
08/05/2019	23	0,218	0,16	03/04/2019	23	0,163	0,16
08/05/2019	24	0,075	0,16	03/04/2019	24	0,075	0,16
09/05/2019	1	0,075	0,12	04/04/2019	1	0,075	0,12
09/05/2019	2	0,075	0,12	04/04/2019	2	0,075	0,12
09/05/2019	3	0,075	0,11	04/04/2019	3	0,075	0,11
09/05/2019	4	0,075	0,11	04/04/2019	4	0,075	0,11
09/05/2019	5	0,075	0,11	04/04/2019	5	0,075	0,11
09/05/2019	6	0,075	0,12	04/04/2019	6	0,075	0,12
09/05/2019	7	0,075	0,12	04/04/2019	7	0,075	0,12
09/05/2019	8	0,075	0,12	04/04/2019	8	0,163	0,12
09/05/2019	9	0,275	0,15	04/04/2019	9	0,125	0,15
09/05/2019	10	0,075	0,15	04/04/2019	10	0,075	0,15
09/05/2019	11	0,075	0,24	04/04/2019	11	0,075	0,24
09/05/2019	12	0,075	0,24	04/04/2019	12	0,075	0,24
09/05/2019	13	0,075	0,24	04/04/2019	13	0,075	0,24
09/05/2019	14	0,242	0,24	04/04/2019	14	0,242	0,24

MAYO /TARIFA PVPC / VIVIENDA 4 PERSONAS				ABRIL /TARIFA PVPC / VIVIENDA 2 PERSONAS			
Fecha (día)	Fecha (día)	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Fecha (día)	Periodo	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kWh)
09/05/2019	15	0,075	0,14	04/04/2019	15	0,075	0,14
09/05/2019	16	0,225	0,13	04/04/2019	16	0,225	0,13
09/05/2019	17	0,075	0,13	04/04/2019	17	0,075	0,13
09/05/2019	18	0,275	0,14	04/04/2019	18	0,125	0,14
09/05/2019	19	0,075	0,23	04/04/2019	19	0,125	0,23
09/05/2019	20	0,218	0,24	04/04/2019	20	0,075	0,24
09/05/2019	21	0,368	0,25	04/04/2019	21	0,313	0,25
09/05/2019	22	0,218	0,25	04/04/2019	22	0,163	0,25
09/05/2019	23	0,218	0,16	04/04/2019	23	0,163	0,16
09/05/2019	24	0,075	0,16	04/04/2019	24	0,075	0,16
10/05/2019	1	0,075	0,12	05/04/2019	1	0,075	0,12
10/05/2019	2	0,075	0,12	05/04/2019	2	0,075	0,12
10/05/2019	3	0,075	0,11	05/04/2019	3	0,075	0,11
10/05/2019	4	0,075	0,11	05/04/2019	4	0,075	0,11
10/05/2019	5	0,075	0,11	05/04/2019	5	0,075	0,11
10/05/2019	6	0,075	0,12	05/04/2019	6	0,075	0,12
10/05/2019	7	0,075	0,12	05/04/2019	7	0,075	0,12
10/05/2019	8	0,075	0,12	05/04/2019	8	0,163	0,12
10/05/2019	9	0,275	0,15	05/04/2019	9	0,125	0,15
10/05/2019	10	0,075	0,15	05/04/2019	10	0,075	0,15
10/05/2019	11	0,075	0,24	05/04/2019	11	0,075	0,24
10/05/2019	12	0,075	0,24	05/04/2019	12	0,075	0,24
10/05/2019	13	0,075	0,24	05/04/2019	13	0,075	0,24
10/05/2019	14	0,242	0,24	05/04/2019	14	0,242	0,24
10/05/2019	15	0,075	0,14	05/04/2019	15	0,075	0,14
10/05/2019	16	0,225	0,13	05/04/2019	16	0,225	0,13
10/05/2019	17	0,075	0,13	05/04/2019	17	0,075	0,13
10/05/2019	18	0,275	0,14	05/04/2019	18	0,125	0,14
10/05/2019	19	0,075	0,23	05/04/2019	19	0,125	0,23
10/05/2019	20	0,218	0,24	05/04/2019	20	0,075	0,24
10/05/2019	21	0,368	0,25	05/04/2019	21	0,313	0,25
10/05/2019	22	0,218	0,25	05/04/2019	22	0,163	0,25
10/05/2019	23	0,218	0,16	05/04/2019	23	0,163	0,16
10/05/2019	24	0,075	0,16	05/04/2019	24	0,075	0,16
11/05/2019	1	0,075	0,10	06/04/2019	1	0,075	0,10
11/05/2019	2	0,075	0,10	06/04/2019	2	0,075	0,10
11/05/2019	3	0,075	0,09	06/04/2019	3	0,075	0,09
11/05/2019	4	0,075	0,10	06/04/2019	4	0,075	0,10
11/05/2019	5	0,075	0,09	06/04/2019	5	0,075	0,09
11/05/2019	6	0,075	0,09	06/04/2019	6	0,075	0,09
11/05/2019	7	0,075	0,09	06/04/2019	7	0,075	0,09
11/05/2019	8	0,075	0,10	06/04/2019	8	0,163	0,10
11/05/2019	9	0,275	0,10	06/04/2019	9	0,125	0,10
11/05/2019	10	0,075	0,10	06/04/2019	10	0,075	0,10
11/05/2019	11	0,075	0,11	06/04/2019	11	0,075	0,11
11/05/2019	12	0,575	0,11	06/04/2019	12	0,075	0,11
11/05/2019	13	0,325	0,11	06/04/2019	13	0,075	0,11
11/05/2019	14	0,242	0,11	06/04/2019	14	0,242	0,11
11/05/2019	15	0,075	0,10	06/04/2019	15	0,075	0,10
11/05/2019	16	0,225	0,10	06/04/2019	16	0,225	0,10
11/05/2019	17	0,075	0,10	06/04/2019	17	0,075	0,10
11/05/2019	18	0,275	0,10	06/04/2019	18	0,125	0,10
11/05/2019	19	0,075	0,10	06/04/2019	19	0,125	0,10
11/05/2019	20	0,218	0,10	06/04/2019	20	0,075	0,10
11/05/2019	21	0,368	0,11	06/04/2019	21	0,313	0,11
11/05/2019	22	0,218	0,11	06/04/2019	22	0,163	0,11
11/05/2019	23	0,218	0,11	06/04/2019	23	0,163	0,11
11/05/2019	24	0,075	0,11	06/04/2019	24	0,075	0,11
12/05/2019	1	0,075	0,10	07/04/2019	1	0,075	0,10
12/05/2019	2	0,075	0,10	07/04/2019	2	0,075	0,10
12/05/2019	3	0,075	0,09	07/04/2019	3	0,075	0,09
12/05/2019	4	0,075	0,10	07/04/2019	4	0,075	0,10
12/05/2019	5	0,075	0,09	07/04/2019	5	0,075	0,09
12/05/2019	6	0,075	0,09	07/04/2019	6	0,075	0,09
12/05/2019	7	0,075	0,09	07/04/2019	7	0,075	0,09
12/05/2019	8	0,075	0,10	07/04/2019	8	0,163	0,10
12/05/2019	9	0,275	0,10	07/04/2019	9	0,125	0,10
12/05/2019	10	0,075	0,10	07/04/2019	10	0,075	0,10
12/05/2019	11	0,075	0,11	07/04/2019	11	0,075	0,11
12/05/2019	12	0,075	0,11	07/04/2019	12	0,075	0,11
12/05/2019	13	0,075	0,11	07/04/2019	13	0,075	0,11
12/05/2019	14	0,242	0,11	07/04/2019	14	0,242	0,11
12/05/2019	15	0,075	0,10	07/04/2019	15	0,075	0,10
12/05/2019	16	0,225	0,10	07/04/2019	16	0,225	0,10
12/05/2019	17	0,075	0,10	07/04/2019	17	0,075	0,10
12/05/2019	18	0,275	0,10	07/04/2019	18	0,125	0,10
12/05/2019	19	0,075	0,10	07/04/2019	19	0,125	0,10
12/05/2019	20	0,218	0,10	07/04/2019	20	0,075	0,10
12/05/2019	21	0,368	0,11	07/04/2019	21	0,313	0,11
12/05/2019	22	0,218	0,11	07/04/2019	22	0,163	0,11
12/05/2019	23	0,218	0,11	07/04/2019	23	0,163	0,11
12/05/2019	24	0,075	0,11	07/04/2019	24	0,075	0,11
TOTAL MENSUAL: MAYO				TOTAL MENSUAL: ABRIL			
Consumo vivienda (kWh/mes)	Término de energía SIN autoconsumo	Término de energía CON autoconsumo	Excedentes a red	Consumo vivienda (kWh/mes)	Término de energía SIN autoconsumo	Término de energía CON autoconsumo	Excedentes a red
106,400	17,081	5,783	31,200	85,560	13,650	2,860	30,275

EXTRACTO DE 1 SEMANA DEL MES ELEGIDO DEL PERFIL DE CONSUMO HORARIO DE 1 AÑO Y TIPO DE TARIFA (MES ELEGIDO / TIPO DE TARIFA / TIPO DE VIVIENDA)							
SEPTIEMBRE / TARIFA PVPC / VIVIENDA 1				AGOSTO / TARIFA PRECIO FIJO (MERCADO LIBRE) / VIVIENDA 2			
Fecha (día)	Periodo	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kwh)	Fecha (día)	Periodo	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kwh)
16/09/2019	1	0,255	0,12	05/08/2019	1	0,29	0,14964
16/09/2019	2	0,239	0,12	05/08/2019	2	0,249	0,14964
16/09/2019	3	0,107	0,11	05/08/2019	3	0,226	0,14964
16/09/2019	4	0,095	0,11	05/08/2019	4	0,221	0,14964
16/09/2019	5	0,155	0,11	05/08/2019	5	0,104	0,14964
16/09/2019	6	0,116	0,12	05/08/2019	6	0,185	0,14964
16/09/2019	7	0,084	0,12	05/08/2019	7	0,211	0,14964
16/09/2019	8	0,129	0,12	05/08/2019	8	0,196	0,14964
16/09/2019	9	0,329	0,15	05/08/2019	9	0,147	0,14964
16/09/2019	10	0,238	0,15	05/08/2019	10	0,143	0,14964
16/09/2019	11	0,338	0,24	05/08/2019	11	0,214	0,14964
16/09/2019	12	0,199	0,24	05/08/2019	12	0,172	0,14964
16/09/2019	13	0,133	0,24	05/08/2019	13	0,145	0,14964
16/09/2019	14	0,090	0,24	05/08/2019	14	0,17	0,14964
16/09/2019	15	2,089	0,14	05/08/2019	15	0,207	0,14964
16/09/2019	16	0,374	0,13	05/08/2019	16	0,236	0,14964
16/09/2019	17	0,189	0,13	05/08/2019	17	0,199	0,14964
16/09/2019	18	0,267	0,14	05/08/2019	18	0,28	0,14964
16/09/2019	19	0,592	0,23	05/08/2019	19	0,171	0,14964
16/09/2019	20	0,652	0,24	05/08/2019	20	0,142	0,14964
16/09/2019	21	1,774	0,25	05/08/2019	21	0,216	0,14964
16/09/2019	22	0,560	0,25	05/08/2019	22	0,256	0,14964
16/09/2019	23	0,330	0,16	05/08/2019	23	0,166	0,14964
16/09/2019	24	0,323	0,16	05/08/2019	24	0,23	0,14964
17/09/2019	1	0,319	0,12	06/08/2019	1	0,202	0,14964
17/09/2019	2	0,263	0,12	06/08/2019	2	0,157	0,14964
17/09/2019	3	0,185	0,11	06/08/2019	3	0,196	0,14964
17/09/2019	4	0,143	0,11	06/08/2019	4	0,163	0,14964
17/09/2019	5	0,146	0,11	06/08/2019	5	0,135	0,14964
17/09/2019	6	0,151	0,12	06/08/2019	6	0,182	0,14964
17/09/2019	7	0,136	0,12	06/08/2019	7	0,136	0,14964
17/09/2019	8	0,152	0,12	06/08/2019	8	0,134	0,14964
17/09/2019	9	0,396	0,15	06/08/2019	9	0,17	0,14964
17/09/2019	10	0,151	0,15	06/08/2019	10	0,161	0,14964
17/09/2019	11	0,310	0,24	06/08/2019	11	0,139	0,14964
17/09/2019	12	0,297	0,24	06/08/2019	12	0,171	0,14964
17/09/2019	13	0,294	0,24	06/08/2019	13	0,121	0,14964
17/09/2019	14	1,544	0,24	06/08/2019	14	0,152	0,14964
17/09/2019	15	1,630	0,14	06/08/2019	15	0,178	0,14964
17/09/2019	16	0,377	0,13	06/08/2019	16	0,136	0,14964
17/09/2019	17	0,530	0,13	06/08/2019	17	1,384	0,14964
17/09/2019	18	1,527	0,14	06/08/2019	18	0,624	0,14964
17/09/2019	19	0,366	0,23	06/08/2019	19	0,228	0,14964
17/09/2019	20	0,267	0,24	06/08/2019	20	0,633	0,14964
17/09/2019	21	0,189	0,25	06/08/2019	21	0,2	0,14964
17/09/2019	22	1,005	0,25	06/08/2019	22	0,174	0,14964
17/09/2019	23	0,581	0,16	06/08/2019	23	0,192	0,14964
17/09/2019	24	0,326	0,16	06/08/2019	24	0,213	0,14964
18/09/2019	1	0,355	0,12	07/08/2019	1	0,162	0,14964
18/09/2019	2	0,279	0,12	07/08/2019	2	0,185	0,14964
18/09/2019	3	0,108	0,11	07/08/2019	3	0,168	0,14964
18/09/2019	4	0,163	0,11	07/08/2019	4	0,132	0,14964
18/09/2019	5	0,191	0,11	07/08/2019	5	0,173	0,14964
18/09/2019	6	0,095	0,12	07/08/2019	6	0,17	0,14964
18/09/2019	7	0,097	0,12	07/08/2019	7	0,122	0,14964
18/09/2019	8	0,183	0,12	07/08/2019	8	0,153	0,14964
18/09/2019	9	0,338	0,15	07/08/2019	9	0,232	0,14964
18/09/2019	10	0,251	0,15	07/08/2019	10	0,157	0,14964
18/09/2019	11	0,355	0,24	07/08/2019	11	0,208	0,14964
18/09/2019	12	0,173	0,24	07/08/2019	12	0,147	0,14964
18/09/2019	13	0,108	0,24	07/08/2019	13	0,127	0,14964
18/09/2019	14	0,159	0,24	07/08/2019	14	0,683	0,14964
18/09/2019	15	0,171	0,14	07/08/2019	15	0,883	0,14964
18/09/2019	16	0,503	0,13	07/08/2019	16	0,701	0,14964
18/09/2019	17	0,323	0,13	07/08/2019	17	0,272	0,14964
18/09/2019	18	0,096	0,14	07/08/2019	18	0,211	0,14964
18/09/2019	19	0,147	0,23	07/08/2019	19	0,235	0,14964
18/09/2019	20	0,233	0,24	07/08/2019	20	0,232	0,14964
18/09/2019	21	0,204	0,25	07/08/2019	21	0,217	0,14964
18/09/2019	22	0,997	0,25	07/08/2019	22	0,109	0,14964
18/09/2019	23	0,973	0,16	07/08/2019	23	0,191	0,14964
18/09/2019	24	1,538	0,16	07/08/2019	24	0,251	0,14964
19/09/2019	1	0,724	0,12	08/08/2019	1	0,245	0,14964
19/09/2019	2	0,094	0,12	08/08/2019	2	0,107	0,14964
19/09/2019	3	0,185	0,11	08/08/2019	3	0,081	0,14964
19/09/2019	4	0,116	0,11	08/08/2019	4	0,185	0,14964
19/09/2019	5	0,089	0,11	08/08/2019	5	0,153	0,14964
19/09/2019	6	0,132	0,12	08/08/2019	6	0,08	0,14964
19/09/2019	7	0,160	0,12	08/08/2019	7	0,174	0,14964
19/09/2019	8	0,216	0,12	08/08/2019	8	0,159	0,14964
19/09/2019	9	0,258	0,15	08/08/2019	9	0,079	0,14964
19/09/2019	10	0,293	0,15	08/08/2019	10	0,196	0,14964
19/09/2019	11	0,302	0,24	08/08/2019	11	0,195	0,14964
19/09/2019	12	0,092	0,24	08/08/2019	12	0,082	0,14964
19/09/2019	13	0,177	0,24	08/08/2019	13	0,188	0,14964
19/09/2019	14	0,133	0,24	08/08/2019	14	0,187	0,14964

SEPTIEMBRE / TARIFA PVPC / VIVIENDA 1				AGOSTO / TARIFA PRECIO FIJO (MERCADO LIBRE) / VIVIENDA 2			
Fecha (día)	Periodo	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kwh)	Fecha (día)	Periodo	Consumo (kWh)	Precio energía (€/kwh)
19/09/2019	15	0,191	0,14	08/08/2019	15	0,13	0,14964
19/09/2019	16	0,751	0,13	08/08/2019	16	0,288	0,14964
19/09/2019	17	0,321	0,13	08/08/2019	17	0,265	0,14964
19/09/2019	18	0,260	0,14	08/08/2019	18	0,263	0,14964
19/09/2019	19	0,186	0,23	08/08/2019	19	0,213	0,14964
19/09/2019	20	0,268	0,24	08/08/2019	20	0,104	0,14964
19/09/2019	21	0,290	0,25	08/08/2019	21	0,476	0,14964
19/09/2019	22	0,870	0,25	08/08/2019	22	0,187	0,14964
19/09/2019	23	0,435	0,16	08/08/2019	23	0,185	0,14964
19/09/2019	24	0,525	0,16	08/08/2019	24	0,254	0,14964
20/09/2019	1	0,225	0,12	09/08/2019	1	0,253	0,14964
20/09/2019	2	0,101	0,12	09/08/2019	2	0,228	0,14964
20/09/2019	3	0,097	0,11	09/08/2019	3	0,182	0,14964
20/09/2019	4	0,183	0,11	09/08/2019	4	0,087	0,14964
20/09/2019	5	0,111	0,11	09/08/2019	5	0,127	0,14964
20/09/2019	6	0,085	0,12	09/08/2019	6	0,209	0,14964
20/09/2019	7	0,131	0,12	09/08/2019	7	0,205	0,14964
20/09/2019	8	0,161	0,12	09/08/2019	8	0,111	0,14964
20/09/2019	9	0,355	0,15	09/08/2019	9	0,081	0,14964
20/09/2019	10	1,012	0,15	09/08/2019	10	0,241	0,14964
20/09/2019	11	0,756	0,24	09/08/2019	11	0,205	0,14964
20/09/2019	12	0,096	0,24	09/08/2019	12	0,197	0,14964
20/09/2019	13	0,091	0,24	09/08/2019	13	0,119	0,14964
20/09/2019	14	0,180	0,24	09/08/2019	14	0,208	0,14964
20/09/2019	15	0,094	0,14	09/08/2019	15	0,324	0,14964
20/09/2019	16	0,354	0,13	09/08/2019	16	0,293	0,14964
20/09/2019	17	1,501	0,13	09/08/2019	17	0,266	0,14964
20/09/2019	18	0,945	0,14	09/08/2019	18	0,25	0,14964
20/09/2019	19	0,098	0,23	09/08/2019	19	0,129	0,14964
20/09/2019	20	0,105	0,24	09/08/2019	20	0,231	0,14964
20/09/2019	21	0,520	0,25	09/08/2019	21	0,234	0,14964
20/09/2019	22	0,535	0,25	09/08/2019	22	0,234	0,14964
20/09/2019	23	1,489	0,16	09/08/2019	23	0,257	0,14964
20/09/2019	24	2,403	0,16	09/08/2019	24	0,152	0,14964
21/09/2019	1	0,625	0,10	10/08/2019	1	0,257	0,14964
21/09/2019	2	0,327	0,10	10/08/2019	2	0,262	0,14964
21/09/2019	3	0,139	0,09	10/08/2019	3	0,237	0,14964
21/09/2019	4	0,189	0,10	10/08/2019	4	0,239	0,14964
21/09/2019	5	0,143	0,09	10/08/2019	5	0,15	0,14964
21/09/2019	6	0,093	0,09	10/08/2019	6	0,097	0,14964
21/09/2019	7	0,099	0,09	10/08/2019	7	0,171	0,14964
21/09/2019	8	0,245	0,10	10/08/2019	8	0,198	0,14964
21/09/2019	9	0,238	0,10	10/08/2019	9	0,234	0,14964
21/09/2019	10	0,199	0,10	10/08/2019	10	0,124	0,14964
21/09/2019	11	0,350	0,11	10/08/2019	11	0,112	0,14964
21/09/2019	12	0,154	0,11	10/08/2019	12	0,198	0,14964
21/09/2019	13	0,082	0,11	10/08/2019	13	0,207	0,14964
21/09/2019	14	0,149	0,11	10/08/2019	14	0,247	0,14964
21/09/2019	15	0,357	0,10	10/08/2019	15	0,735	0,14964
21/09/2019	16	1,362	0,10	10/08/2019	16	0,168	0,14964
21/09/2019	17	0,254	0,10	10/08/2019	17	0,256	0,14964
21/09/2019	18	0,270	0,10	10/08/2019	18	0,222	0,14964
21/09/2019	19	0,258	0,10	10/08/2019	19	0,203	0,14964
21/09/2019	20	0,198	0,10	10/08/2019	20	0,279	0,14964
21/09/2019	21	0,247	0,11	10/08/2019	21	0,523	0,14964
21/09/2019	22	0,476	0,11	10/08/2019	22	0,579	0,14964
21/09/2019	23	0,732	0,11	10/08/2019	23	0,435	0,14964
21/09/2019	24	1,279	0,11	10/08/2019	24	0,246	0,14964
22/09/2019	1	0,629	0,10	11/08/2019	1	0,264	0,14964
22/09/2019	2	0,247	0,10	11/08/2019	2	0,122	0,14964
22/09/2019	3	0,150	0,09	11/08/2019	3	0,18	0,14964
22/09/2019	4	0,093	0,10	11/08/2019	4	0,209	0,14964
22/09/2019	5	0,135	0,09	11/08/2019	5	0,165	0,14964
22/09/2019	6	0,187	0,09	11/08/2019	6	0,083	0,14964
22/09/2019	7	0,097	0,09	11/08/2019	7	0,152	0,14964
22/09/2019	8	0,089	0,10	11/08/2019	8	0,207	0,14964
22/09/2019	9	0,163	0,10	11/08/2019	9	0,195	0,14964
22/09/2019	10	0,138	0,10	11/08/2019	10	0,301	0,14964
22/09/2019	11	0,213	0,11	11/08/2019	11	0,244	0,14964
22/09/2019	12	0,219	0,11	11/08/2019	12	0,114	0,14964
22/09/2019	13	0,361	0,11	11/08/2019	13	0,118	0,14964
22/09/2019	14	0,549	0,11	11/08/2019	14	0,7	0,14964
22/09/2019	15	0,161	0,10	11/08/2019	15	0,634	0,14964
22/09/2019	16	0,179	0,10	11/08/2019	16	0,293	0,14964
22/09/2019	17	0,087	0,10	11/08/2019	17	0,29	0,14964
22/09/2019	18	0,107	0,10	11/08/2019	18	0,147	0,14964
22/09/2019	19	0,368	0,10	11/08/2019	19	0,185	0,14964
22/09/2019	20	0,280	0,10	11/08/2019	20	0,211	0,14964
22/09/2019	21	0,427	0,11	11/08/2019	21	0,228	0,14964
22/09/2019	22	1,065	0,11	11/08/2019	22	0,242	0,14964
22/09/2019	23	0,456	0,11	11/08/2019	23	0,3	0,14964
22/09/2019	24	0,408	0,11	11/08/2019	24	0,258	0,14964
TOTAL MENSUAL: SEPTIEMBRE				TOTAL MENSUAL: AGOSTO			
Consumo vivienda (kWh/mes)	Término de energía SIN autoconsumo	Término de energía CON autoconsumo	Excedentes a red	Consumo vivienda (kWh/mes)	Término de energía SIN autoconsumo	Término de energía CON autoconsumo	Excedentes a red
253,067	39,838	24,785	9,455	181,045	27,090	11,510	6,238

ANEXO C: FICHAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES

Cheetah HC 72M

390-410 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell



PERC



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Efficiency

Higher module conversion efficiency (up to 20.38%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



Low-light Performance

Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.



Severe Weather Resilience

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty

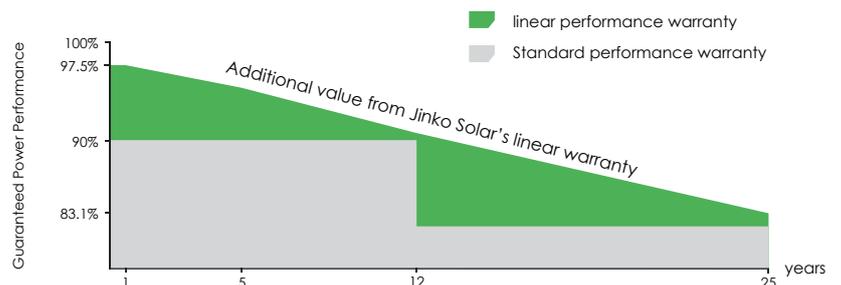


- ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 certified factory
- IEC61215, IEC61730, certified product

Nomenclature:

JKMxxxM-60/72H-V

Code	Cell	Code	Certification
null	Full	null	1000V
H	Half	V	1500V



SUNNY HIGHPOWER PEAK1

SHP 75-10



Efficient

- Superior power density: 75 kW with only 77 kg of weight
- Max. yield thanks to possible DC/AC ratio of 150%

Reliable

- Superior PV system availability with 75 kW units
- SMA Inverter Manager as central control unit

Flexible

- DC input voltage of up to 1000 V
- Flexible DC solutions with customer-specific PV array combiner boxes

Innovative

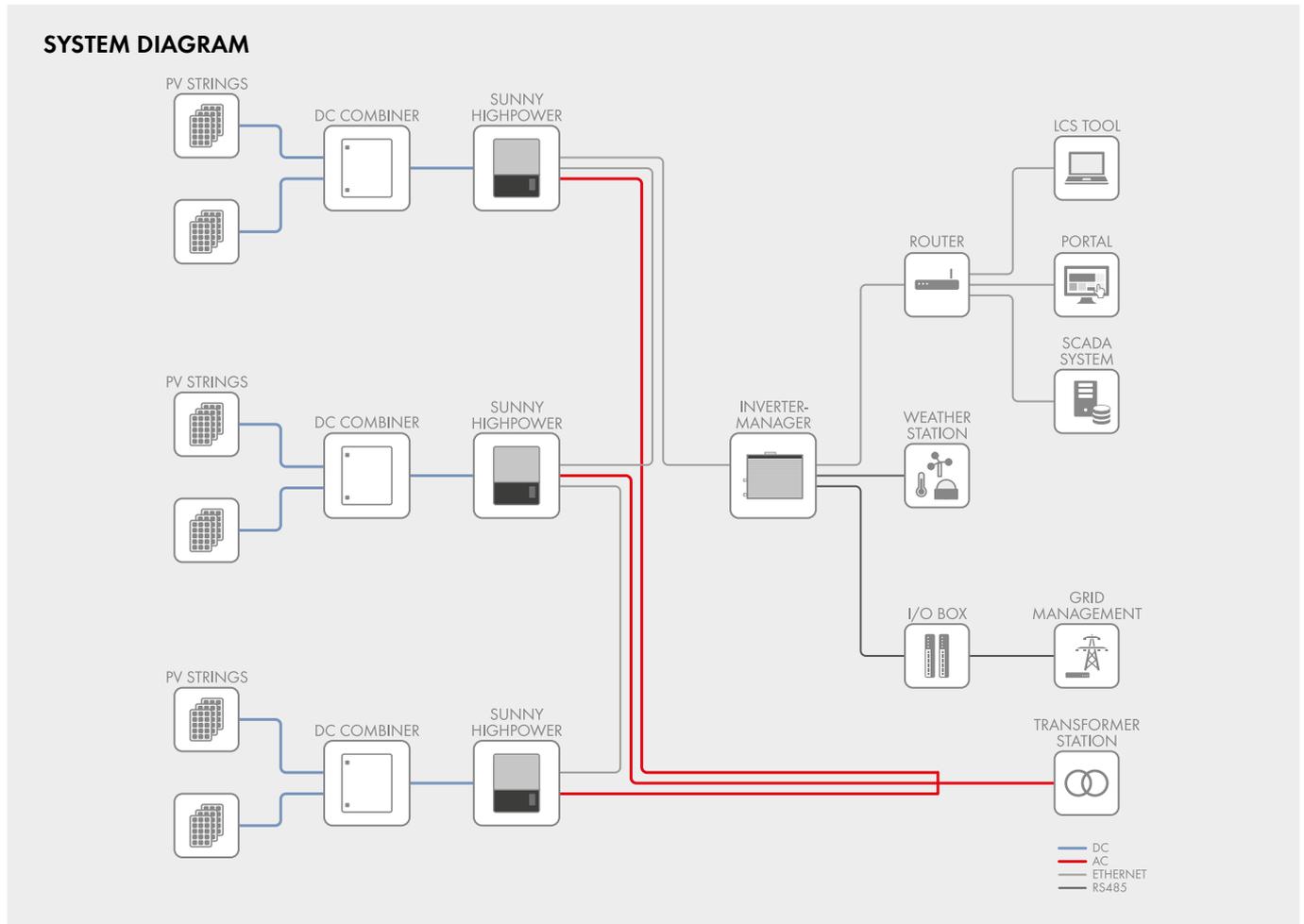
- Cutting-edge system design
- Innovative active cooling concept

SUNNY HIGHPOWER PEAK1

The Best of Two Worlds

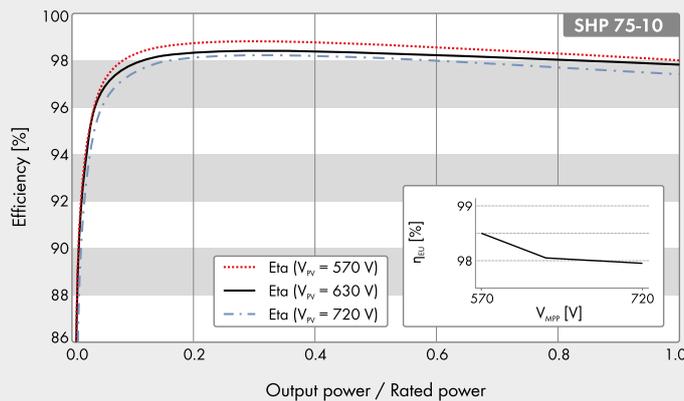
The new Sunny Highpower PEAK1 is part of an innovative global system solution for commercial and industrial PV systems. This solution combines the advantages of a decentralized system layout with the benefits of centralized inverter designs in order to get the best of two worlds. High efficiency, flexible system design, easy installation, simple commissioning and low maintenance requirements contribute decisively to reducing the operating costs for the entire system.

SUNNY HIGHPOWER PEAK1



Technical Data	SMA Inverter Manager
Voltage supply	
Input voltage	9 to 36 Vdc
Power consumption	< 20 W
General data	
Dimensions (W/H/D)	160 / 125 / 49 mm (6.3 / 4.9 / 1.9 inches)
Weight	940 g (2 lbs)
Maximum allowed number of inverters	42
Degree of protection	IP21
Mounting	DIN top-hat rails or wall mounting
Operating temperature range	-40 °C to +85 °C (-40° F to +185° F)
Relative humidity (non-condensing)	5 % to 95 %
Interfaces	
PC user interface	LCS tool
Sensor interface / protocol	RS485 / Modbus RTU for Sunspec Alliance compatible weather station
Interface to inverter	1 Ethernet port (RJ45)
Interface for external network / protocol	1 Ethernet port (RJ45) / Modbus TCP, SunSpec Alliance
Interface to remote control	6 x DI via external SMA Digital I/O Box
Certificates and approvals (more available upon request)	UL 508, UL 60950-1, CSA C22.2 No. 60950-1-07, EN 55022 Class A, EN 60950-1, EN 61000-3-2 Class D, EN 61000-3-3, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 55024, FCC Part 15, Sub-part B Class A
SMA Inverter Manager type designation	IM-20
SMA Digital I/O Box type designation	IM-DIO-10

Efficiency curve



● Standard features ○ Optional – Not available
Data at nominal conditions
Last revision: October 2017

Technical Data	Sunny Highpower PEAK1
Input (DC)	
Max. generator power	112500 W _p
Rated power (DC)	76500 W
Max. input voltage	1000 V
MPP voltage range (at 400 Vac / 480 Vac)	570 V to 800 V / 685 V to 800 V
Min. input voltage (at 400 Vac / 480 Vac)	565 V / 680 V
Start input voltage (at 400 Vac / 480 Vac)	600 V / 720 V
Max. input current / max. short circuit current	140 A / 210 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	1 / 1 (split up in external combiner box)
Rated DC input voltage (at 400 Vac / 480 Vac)	630 V / 710 V
Output (AC)	
Rated power at nominal voltage	75000 W
Max. apparent AC power	75000 VA
Max. reactive power	75000 var
Nominal AC voltage	3 / PE, 400 V to 480 V, ±10 %
AC voltage range	360 V to 530 V
AC power frequency/range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz
Rated power frequency/rated grid voltage	50 Hz / 400 V
Max. output current (at 400 Vac)	109 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited
THD	≤ 1 %
Feed-in phases/connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / Euro-eta	98.8% / 98.2%
Protective devices	
Input-side disconnection point	●
Ground fault monitoring/grid monitoring	● / ●
Integrated DC surge arrester / AC surge arrester	Type II / type II + III (combined)
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / –
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●
Protection class (as per IEC 62109-1) / overvoltage category (as per IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
General data	
Dimensions (W/H/D)	570 / 740 / 306 mm (22.4 / 29.1 / 12.0 inches)
Weight	77 kg (170 lb)
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)
Noise emission, typical	58 dB(A)
Self-consumption (at night)	< 3 W
Topology / cooling concept	Transformerless / active
Degree of protection (according to IEC 60529 / UL 50E)	IP65 / NEMA 3R
Climatic category (as per IEC 60721-3-4)	4K4H/4Z4/4B2/4S3/4M2/4C2
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	95 %
Features / function / accessories	
DC connection / AC connection	Screw terminal / screw terminal
Display	Graphical
Data interface	SunSpec Modbus TCP (via external SMA Inverter Manager)
Off-grid capable / PV-diesel capable	– / ●
Warranty: 5/10/15/20 years	● / ○ / ○ / ○
Planned Certificates and approvals	AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012**, CEI 0-16, DEWA 2015, EN 50438*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, LEY N° 20751, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2015, R.D.661/2007, Res. n° 7:2013, SI4777, TORDA**, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105**, VFR 2014
* Does not apply to all national annexes of EN 50438 ** Restricted (Note Manufacturer's Declaration)	
Type designation	SHP 75-10

Smart Energy Controller



Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer ¹



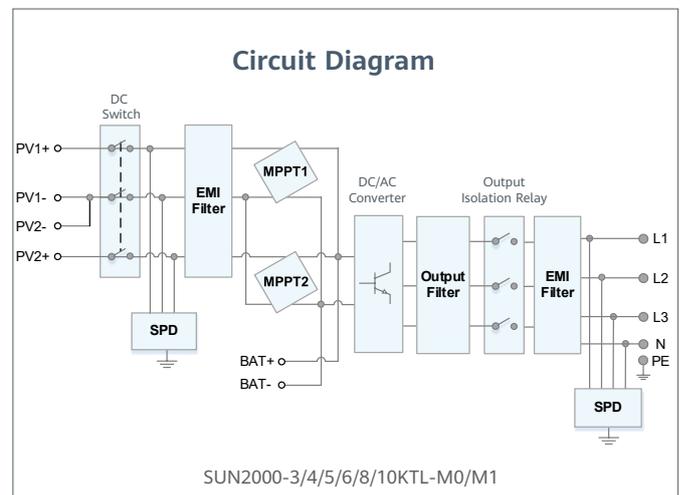
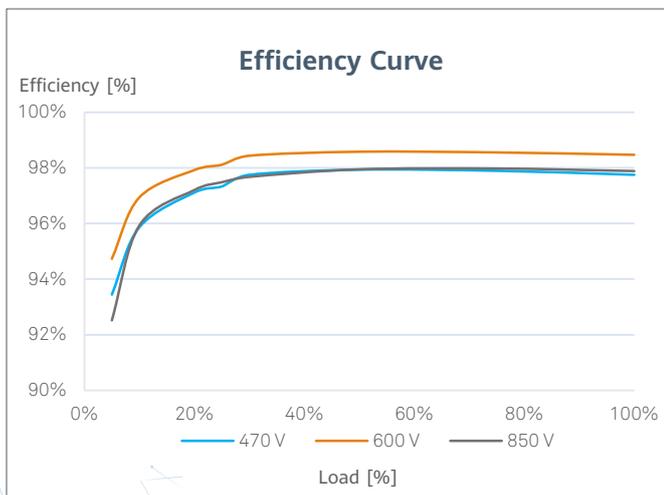
Battery Ready

Plug & Play battery interface ²



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



¹ Only applicable to SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 smart energy center.
² SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 will be compatible with HUAWEI smart string ESS in Q1, 2021

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-3KTL-M0	SUN2000-4KTL-M0	SUN2000-5KTL-M0	SUN2000-6KTL-M0	SUN2000-8KTL-M0	SUN2000-10KTL-M0
-------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------

Efficiency

Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%

Input

Recommended max. PV power	6,000 Wp	8,000 Wp	10,000 Wp	12,000 Wp	14,880 Wp	14,880 Wp
Max. input voltage ¹	1,100 V					
Operating voltage range ²	140 V ~ 980 V					
Start-up voltage	200 V					
Full power MPPT voltage range	140 V ~ 850 V	190 V ~ 850 V	240 V ~ 850 V	285 V ~ 850 V	380 V ~ 850 V	470 V ~ 850 V
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					

Output

Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ³
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					

Features & Protections

Input-side disconnection device	Yes
Anti-Islanding protection	Yes
DC reverse polarity protection	Yes
Insulation monitoring	Yes
DC surge protection	Yes, compatible TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
AC surge protection	Yes, compatible TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
Residual current monitoring	Yes
AC overcurrent protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
AC overvoltage protection	Yes
Arc fault protection	Yes
Ripple receiver control	Yes
DC MBUS to optimizer	No

General Data

Operating temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH
Operating altitude	0 - 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 3000 m)
Cooling	Natural convection
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App
Communication	RS485; RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Weight (incl. mounting bracket)	17 kg (37.5 lb)
Dimension (incl. mounting bracket)	525 x 470 x 166 mm (20.7 x 18.5 x 6.5 inch)
Degree of protection	IP65
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W

Standard Compliance (more available upon request)

Certificate	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, EN50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA

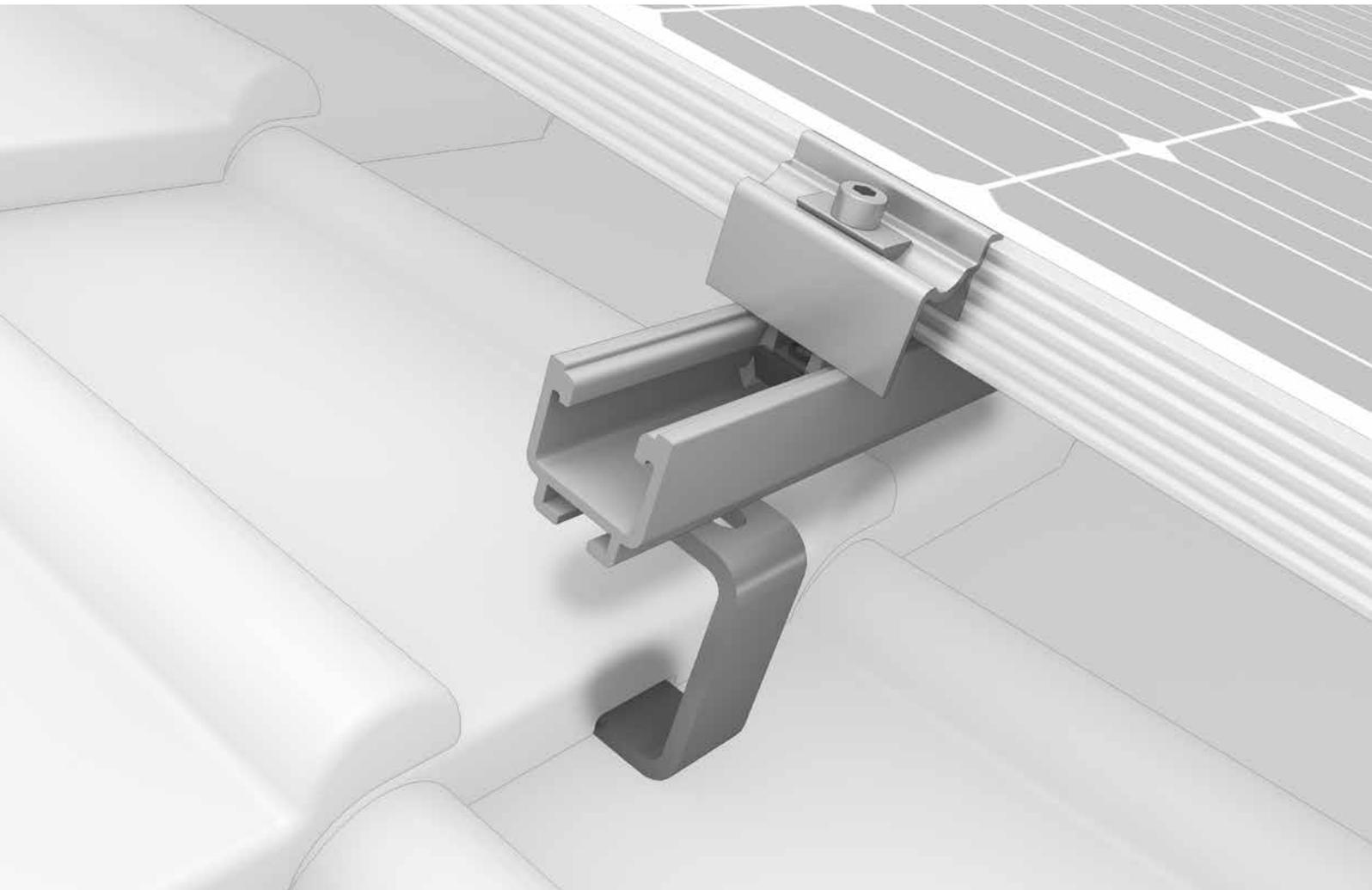
¹ The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

² Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

³ C10 / 11: 10,000 VA



Sistema SolidRail



/ Amplio surtido de guías de montaje para los más diversos casos de carga

/ Estáticamente comprobado y robusto

/ Elevada flexibilidad para diferentes envergaduras



Fijaciones a tejados

Gancho de acero inoxidable para tejado

- / Arbotantes estrechos de acero inoxidable de alta calidad, con conexión flexible y ajustable, incluso para vigas estrechas.
- / Para tejas planas y curvas
- / Altura ajustable y muchos modelos de ganchos adaptables con precisión.
- / Ganchos especiales para tejas o tejas de pizarra.



CrossHook 4SL de aluminio

- / Transmisión de fuerza óptima, también se puede utilizar en vigas estrechas y conexión directa al SingleRail
- / El 80 % de todos los tipos de tejas están cubiertos
- / Ajuste en altura sencillo en la placa base, el arbotante o la ranura del agujero para la guía



Varillas y fijadores solares

- / Para todos los tejados de fibrocemento ondulado, chapa ondulada y chapa trapezoidal, así como los paneles sándwich
- / Sellado seguro en el tejado
- / Conexión a través de la pletina adaptadora con opción de ajuste
- / Varillas con certificado estructural [abZ]



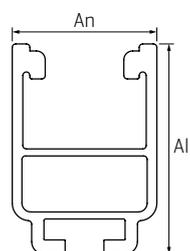
Abrazaderas para chapa plegada

- / Muchas posibilidades de aplicación: Doble plegada, plegada en ángulo, plegada a presión y plegada redonda [por ejemplo: Kalzip]
- / Soluciones Rib-Roof para 465, Speed 500 y Evolution
- / Ensamblaje sin perforación



Datos técnicos

SolidRail	UltraLight 32	Light 37	Medium 42	Alpin 60
Ilustración				
Material	Aluminio [EN AW-6063 T66]			
An = anchura [mm]	39	39,5	41	41
Al = altura [mm]	32	37	42	60
Longitudes [m]	2,10 / 2,25 / 3,30 / 4,40 / 5,50		4,40	5,50
Peso [kg/m]	0,7	0,85	1,3	1,7
Unión en cruz con	SingleRail o SolidRail			



SolidRail L: Para cargas elevadas y grandes capacidades de sujeción