

VISOR DEL POTENCIAL SOLAR FOTOVOLTAICO DE LAS CUBIERTAS DE LA CIUDAD DE CÁCERES

Luis Antonio Álvarez Llorente, Jefe del SiG municipal del Ayuntamiento de Cáceres
Faustino Cordero Montero, Responsable de cartografía del SiG municipal del Ayuntamiento de Cáceres
Elia Quirós Rosado, Departamento de Expresión Gráfica, Universidad de Extremadura
Mar Pozo Ríos, Departamento de Expresión Gráfica, Universidad de Extremadura
José M^a Ceballos Martínez, Departamento de Construcción, Universidad de Extremadura

Resumen: El estudio del potencial solar fotovoltaico de todas las cubiertas de la ciudad de Cáceres se ha desarrollado gracias al convenio de investigación firmado en marzo de 2016 entre el Ayuntamiento de Cáceres (Servicio de SIG) y la Universidad de Extremadura (Escuela Politécnica). El objetivo final es fomentar la implantación de energías renovables y acercarlas al ciudadano, que podrá conocer de antemano la rentabilidad de una instalación de energía solar en su propia vivienda y podrá decidir también las ubicaciones más idóneas para la colocación de captadores de energía solar en su cubierta, (paneles termosolares o fotovoltaicos). Desde el SIG del Ayuntamiento de Cáceres se ponen los resultados del estudio a disposición de todos los técnicos y ciudadanos interesados mediante un visor con herramientas sencillas para su consulta.

Palabras clave: Energía Solar, Potencial Solar Fotovoltaico, Cubiertas, Datos LiDAR, Visor.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de mitigar los efectos del cambio climático causado por la emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, y el aumento de los costos de energía, exige asumir nuevas estrategias en el sector eléctrico de la edificación.

Una importante prioridad en las políticas energéticas de todos los países debería ser promover una transición hacia un modelo energético basado en el uso racional de la electricidad, la mejora de la eficiencia en las instalaciones y la utilización de energías renovables. Para adaptarse a esta situación, la Unión Europea (UE) a través de la Directiva 2009/28/CE ha desarrollado un conjunto de medidas destinadas a fomentar el abastecimiento energético procedente de fuentes renovables. Todos los Estados miembros deben desarrollar planes que establezcan los objetivos nacionales obligatorios en las cuotas de energías renovables relativas al transporte, la electricidad y la producción de calor. Concretamente, se ha fijado un objetivo con una cuota mínima de energía procedente de fuentes renovables para el año 2020 del 20% en el consumo final bruto de energía y del 10% en el sector del transporte. En los últimos años han crecido significativamente las investigaciones para desarrollar el sector de las energías renovables. Una de estas fuentes de energía, gratuita y con potencial para cubrir las necesidades energéticas de la población es la energía solar.

Las ciudades consumen gran cantidad de energía, pero también pueden producirla. La energía solar tiene la ventaja de poder generarse en el mismo lugar donde se consume gracias a las posibilidades que ofrece la integración de los sistemas fotovoltaicos en las edificaciones. Como se refleja en la Directiva 2010/31/UE, "El 40% del consumo total de la energía en la Unión Europea corresponde a los edificios". Estas condiciones han llevado a la UE a promover el desarrollo de la energía fotovoltaica como parte de los programas de mejora para la eficiencia energética de los edificios.

A finales del año 2020 los edificios nuevos o reformados al menos en un 25% estarán obligados a cumplir unos requisitos altos de eficiencia energética y tenderán a un consumo energético que debería proceder de fuentes renovables. Para ello las dos vías más comunes de aprovechar esta energía son la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica.

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. Esta corriente eléctrica puede ser usada para consumo propio de un hogar, de una industria, o para ser vertida directamente a una red de distribución eléctrica (regulado por el RD 900/2015).

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación en su Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica «*en los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red...*».

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

Por otro lado, la energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía procedente del Sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire.

En el mismo documento básico en su Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria dice: «*En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, - , una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina*».

La predicción de la radiación solar incidente es muy importante para los estudios de viabilidad de captadores de energía solar. Así existen varios visores y/o estudios que ofrecen este tipo de información: A nivel internacional existen aplicaciones como SolarGIS que incluye un software para hacer un cálculo del potencial de electricidad fotovoltaica dentro de un área particular (pero no a nivel de detalle de cubiertas de edificio en particular); Google tiene un proyecto (Google Sunroof) con ámbito de estudio en los Estados Unidos en el que sí estima el potencial de las viviendas de ciertos estados. A nivel nacional, existe el proyecto ADRASE de la Unión Española Fotovoltaica (UNEF), que ofrece información de la radiación solar media mensual, pero con un nivel de detalle muy bajo. Existen también otras iniciativas a nivel nacional por parte del CIEMAT, en el que se han modelado los edificios, mobiliario y vegetación urbana para estudiar el potencial de ciertas áreas, como por ejemplo en Miraflores de la Sierra (Madrid) o recientemente en Alpedrete.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

La ciudad de Cáceres, con una extensión de 36 km² y una población de 95.917 habitantes (INE 2017), cuenta con unas características climatológicas enormemente favorables (clima mediterráneo con inviernos suaves y veranos cálidos con temperaturas promedio de 34°C), al encontrarse ubicada dentro de una zona catalogada según la Comisión Europea, con un valor medio de unos 5,1 Kwh/m² de radiación solar media.

Las edificaciones en Cáceres son de tamaño mediano en gran parte de la ciudad, pero son pocas las que disponen de captadores solares para aprovechar la energía solar recibida y éstas son generalmente del tipo unifamiliar.

En este trabajo, se ha estudiado el total de superficie urbana de la ciudad de Cáceres y se ha evaluado el potencial solar de aproximadamente 15.200 edificios. Para ello se ha modelizado, gracias a datos históricos de radiación desde los años 2013 a 2016 cedidos por la AEMET, la radiación mensual global incidente, teniendo en cuenta en estos cálculos las alturas de los tejados, orientaciones e inclinaciones de las propias edificaciones, así como los efectos de las sombras producidas por las edificaciones y vegetación circundante.

Hay que destacar también la apuesta del Ayuntamiento de Cáceres por la promoción de las energías renovables. Así, en 2012 aprueba una modificación del Plan General Municipal con el propósito de permitir y regular la colocación de instalaciones de sistemas de captación de energía solar en cualquier edificación del término municipal que por su ubicación y características no suponga una alteración sustancial de la imagen general de la ciudad. Además, en 2017 aprobó una ordenanza fiscal con una reducción del 50% en el Impuesto de Bienes Inmuebles y el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO) a favor de las construcciones, instalaciones u obras correspondientes a la instalación de sistemas para el autoconsumo eléctrico a través de placas fotovoltaicas, siempre que dicha instalación no exceda de 5 Kw de potencia en viviendas ni de 30 Kw en edificios que alberguen empresas.

FUENTES DE DATOS EMPLEADAS

- Cartografía digital de la ciudad con precisión 1/500 (Ayuntamiento de Cáceres, 2012).
- Vuelo LIDAR con resolución 1.5 puntos/m² (Ayuntamiento de Cáceres, 2009).
- Modelo Digital de Superficie con resolución 1m (Ayuntamiento de Cáceres, 2009).
- Cubiertas de tejados restituídos en 3D de la zona de estudio (Ayuntamiento de Cáceres, 2012).
- Datos de históricos de radiación de la estación meteorológica de Cáceres (AEMET, años 2013-2016)

ACCESO A LOS RESULTADOS MEDIANTE EL VISOR DE POTENCIAL SOLAR

Para acceder a los resultados, el Ayuntamiento los ha integrado en el SIG municipal, y se ha creado un visor multiplataforma (http://sig.caceres.es/potencial_solar_fotovoltaico) basado en la librería de software libre Leaflet, desde donde se pueden consultar libremente (Figura 1).

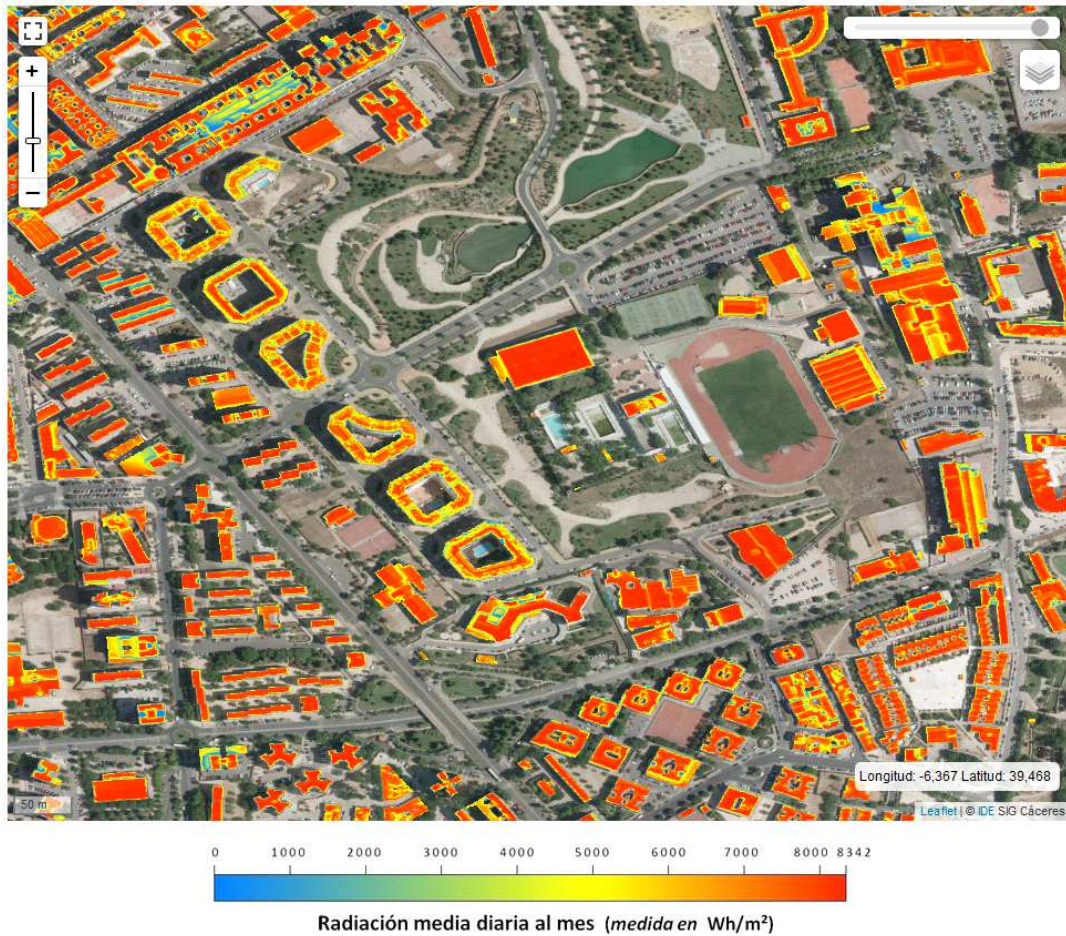


Figura 1: Aspecto del visor del Potencial Solar.

El visor presenta, además de los datos mensuales de potencial solar (medidos en Wh/m²) para cada cubierta de la ciudad con una resolución de 1 metro, otras capas que permiten al ciudadano localizar su vivienda, tales como la Ortofotografía de la ciudad (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), la trama urbana e incluso los nombres de las

calles y los números de los portales de cada vivienda (Figura 2). También resulta muy llamativa la combinación con los datos del modelo 3D de la ciudad obtenido del vuelo LiDAR (Figura 6).



Figura 2: Diferentes capas que se pueden cargar en el visor del Potencial Solar.

La graduación de colores de la leyenda permite al ciudadano, hacer una estimación aproximada de las mejores ubicaciones para el emplazamiento de captadores de energía solar, tal y como se muestra en la figura 3, pero, el visor permite también obtener los valores en concreto, pinchando sobre cada localización en particular (figura 4).

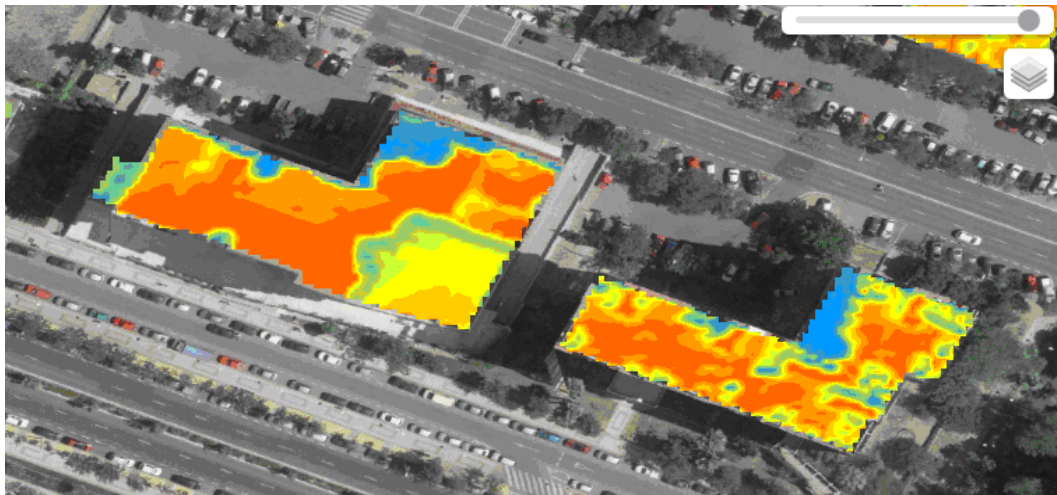


Figura 3: Detalle del efecto de la sombra de un edificio sobre otro.



Figura 4: Valor del potencial solar fotovoltaico para un punto de la cubierta en el mes de agosto.

Adicionalmente, se ha completado el visor con detalles pormenorizados del potencial solar de un total de 71 edificios municipales, en donde se muestra una gráfica que representa el resultado del potencial solar medio para cada mes y en cada uno de los faldones de las cubiertas de dichos edificios (figura 5). Además, el visor ofrece la posibilidad de consultar una fotografía actualizada del edificio en cuestión.

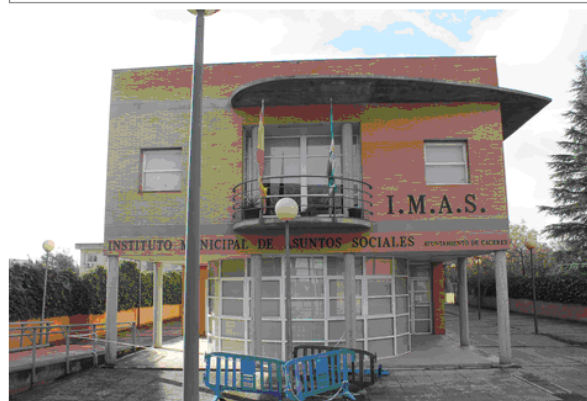
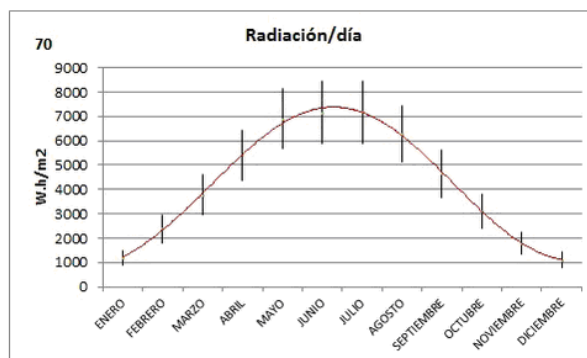


Imagen del edificio.-

Figura 5: Estudio detallado en un edificio municipal.



Figura 6: Potencial solar fotovoltaico de las cubiertas sobre datos LIDAR.

CONCLUSIONES

A partir de la colaboración del Ayuntamiento de Cáceres y la Universidad de Extremadura se ha desarrollado este estudio, que pone a disposición de ciudadanos y profesionales todos los datos del potencial solar fotovoltaico de las cubiertas de los edificios de la ciudad. Los resultados se pueden consultar libremente a través del visor.

Hay que destacar que esta iniciativa es de las primeras que existen, a nivel institucional local, facilitando al ciudadano la toma de decisiones en la generación de energía (térmica o eléctrica). Con los datos ofrecidos por el visor se puede estimar la rentabilidad, periodo de amortización y ubicación óptima de captadores solares para la radiación solar global incidente en cada vivienda, que, en algunas localizaciones, y en los meses de mayo, junio y julio asciende hasta los 7 kWh/m² (valor superior al inicialmente estimado por la Comisión Europea).

Con el uso de esta herramienta se fomenta el uso de energías renovables como elemento clave en la reducción del cambio climático, cambiando la concepción a una ciudad inteligente en la que los tejados pasan de ser de simples cubiertas a una fuente de producción de energía.

Los resultados también están ya disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales municipal - **IDE de Cáceres** (<http://ide.caceres.es>) y en la **app Cáceres View**, lo que permite su consulta desde dispositivos móviles sobre el terreno. En breve los datos también estarán disponibles en el portal **Opendata Cáceres** (<http://opendata.caceres.es>).