

Modelado del comportamiento de módulos fotovoltaicos bifaciales integrados en *Smart-Trees* usando técnicas *Deep Learning* (Proyecto MOBILETE)

Jorge AGUILERA¹, María José DEL JESUS¹, Juan DE LA CASA¹

¹ Universidad de Jaén

aguilera@ujaen.es, mjjesus@ujaen.es, delacasa@ujaen.es

Línea temática: Eficiencia y sostenibilidad: Smart Campus

Resumen:

El proyecto de investigación MOBILETE, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación y la Unión Europea a través de fondos *NextGeneration*, tiene como objetivo profundizar en el modelado del comportamiento de la tecnología fotovoltaica bifacial integrada arquitectónicamente mediante técnicas de Inteligencia Artificial. Para ello, se han construido dos infraestructuras concebidas como “árboles biotecnológicos” (*Smart-Trees*), en los campus de Jaén y Linares, que han permitido rehabilitar y transformar espacios exteriores infrutilizados en lugares de descanso, trabajo e incluso aulas docentes al aire libre, promoviendo su uso mediante la creación de entornos verdes y servicios conectivos (aparcamiento, carga de bicicletas, patinetes, móviles, portátiles, etc.).

Además, con el objetivo de incidir en el concepto de economía circular y reducir las materias primas utilizadas, los “árboles biotecnológicos” se han construido reutilizando materiales y aplicando estrategias de diseño arquitectónico pasivo, reduciendo el consumo energético y mejorando las condiciones de confort y el impacto ambiental en el entorno cercano. Son prototipos escalables y adaptables a cualquier espacio público urbano dotados de vegetación natural y mobiliario urbano ergonómico. En este contexto y en consonancia con el acervo cultural e histórico de ambas ciudades, para la instalación de Jaén se han reutilizado materiales relacionados con el sector del olivar (almazaras) y para Linares del sector de la minería.

Cada uno de los “árboles biotecnológicos” integra un sistema fotovoltaico de tecnología bifacial conectado a la red y un sistema de monitorización que recoge todos los parámetros eléctricos y meteorológicos necesarios para evaluar tanto el comportamiento de la instalación fotovoltaica como la influencia que las instalaciones tienen en los parámetros de calidad medioambiental de ambos Campus.

La instalación ubicada en el Campus de Jaén lleva funcionando desde junio de 2024 y la del Campus de Linares desde septiembre de 2024.

Para modelar correctamente el comportamiento de la tecnología bifacial, la variable más complicada de analizar es la irradiancia que recibe el módulo fotovoltaico por su cara posterior, ya que depende de muchos parámetros (reflectividad del suelo, modificaciones espectrales, autosombreado, altura, no-uniformidades, etc.) todos ellos muy difíciles de cuantificar y de gran influencia en la productividad final de la instalación fotovoltaica.

Jornadas Técnicas de RedIRIS 2025

Toledo. 20-22 de mayo de 2025



Se han utilizado algoritmos de Inteligencia Artificial para obtener modelos que caracterizan tecnologías fotovoltaicas monofaciales, con excelentes resultados. No obstante, existen pocas aproximaciones para sistemas bifaciales con datos reales. Con los datos recogidos hasta el momento se están modelando las instalaciones con propuestas basadas en árboles de decisión, bagging de árboles de decisión, Random Forest, perceptrón multicapa, redes convolucionales y propuestas híbridas, considerando diferentes variables de interés y formas de medida. Está prevista la integración de estos modelos y de la monitorización en el sistema de información integrada de la Universidad de Jaén.

Palabras claves:

Economía Circular, Fotovoltaica Bifacial, Inteligencia Artificial

Abstract:

The MOBILETE research project, financed by the Ministry of Science and Innovation, the State Research Agency and the European Union through NextGeneration funds, aims to deepen the modelling of the behaviour of architecturally integrated bifacial photovoltaic technology using Artificial Intelligence techniques. To this end, two infrastructures conceived as 'biotechnological trees' (Smart-Trees) have been built on the Jaén and Linares campuses, which have made it possible to rehabilitate and transform underused outdoor spaces into places for rest, work and even open-air teaching classrooms, promoting their use by creating green environments and connective services (parking, bicycle charging, scooters, mobile phones, laptops, etc.).

Furthermore, with the aim of influencing the concept of circular economy and reducing the raw materials used, the 'biotechnological trees' have been built by reusing materials and applying passive architectural design strategies, reducing energy consumption and improving comfort conditions and the environmental impact on the immediate surroundings. They are scalable prototypes adaptable to any urban public space with natural vegetation and ergonomic urban furniture. In this context and in line with the cultural and historical heritage of both cities, materials related to the olive grove sector (oil mills) have been reused for the Jaén installation and from the mining sector for Linares.

Each of the 'biotechnological trees' integrates a bifacial technology photovoltaic system connected to the grid and a monitoring system capable of collecting all the electrical and meteorological parameters necessary to evaluate both the behaviour of the photovoltaic installation and the influence that the installations have on the environmental quality parameters of both campuses.

The facility located on the Jaén Campus has been in operation since June 2024 and the one on the Linares Campus since September 2024.

Jornadas Técnicas de RedIRIS 2025

Toledo. 20-22 de mayo de 2025



In order to correctly model the behaviour of the bifacial technology, the most complicated variable to analyse is the irradiance received by the photovoltaic module on its back side, as it depends on many parameters (ground reflectivity, spectral modifications, self-shading, height, non-uniformities, etc.), all of which are very difficult to quantify and have a great influence on the final productivity of the photovoltaic installation.

Artificial Intelligence algorithms have been used to obtain models characterising single-facial PV technologies, with excellent results. However, there are few approximations for bifacial systems with real data. With the data collected so far, the installations are being modelled with proposals based on decision trees, decision tree bagging, Random Forest, multilayer perceptron, convolutional networks and hybrid proposals, considering different variables of interest and forms of measurement. The integration of these models and monitoring in the integrated information system of the University of Jaén is foreseen.

Keywords:

Artificial Intelligence, Bifacial Photovoltaic, Circular Economy