



Task 15 Marco de Facilitación para el Desarrollo de BIPV

S
P
V
P

HOJA INFORMATIVA

Evaluación Multidimensional de Instalaciones BIPV

JULIO 2024

Autores: Eder, G. C., Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Babin, M., Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Jing Yang, R., Weerasinghe, N., Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., Frischknecht, R.

Gerentes de la Task 15:

Helen Rose Wilson, Fraunhofer ISE, Germany
Francesco Frontini, SUPSI, Switzerland



Evaluación Multidimensional de Instalaciones BIPV

La fotovoltaica integrada en edificios (BIPV) representa una tecnología fundamental en el diseño de edificios sostenibles, **integrando eficazmente paneles solares en las estructuras de los edificios.**



La metodología de evaluación multidimensional para instalaciones BIPV está diseñada para facilitar comparaciones transversales con el objetivo de aumentar la implementación de BIPV.

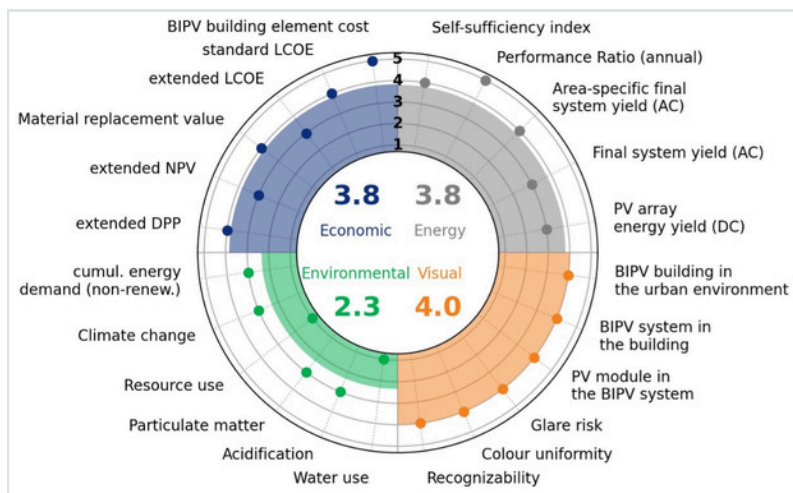
Desarrollo de la Herramienta de Evaluación Multidimensional

La herramienta establece objetivos de investigación claros y define variables y parámetros en cuatro categorías principales de indicadores de rendimiento (*PIs*):

PIs Relacionados con la Energía	PIs Económicos	PIs Ambientales	PIs Visuales
Rendimiento eléctrico CC del conjunto BIPV	Coste de los elementos del edificio BIPV (sistema BIPV completo)	Demanda acumulativa de energía de recursos no renovables	Reconocibilidad
Rendimiento final del sistema CC	Coste nivelado estándar de la electricidad	Cambio climático (GWP)	Color (uniformidad)
Rendimiento final del sistema AC por unidad de área del conjunto BIPV	Coste nivelado extendido de la electricidad	Uso de recursos, minerales y metales	Deslumbramiento (riesgo)
Coefficiente de rendimiento anual del sistema	Valor de reemplazo del material	Material particulado	Módulo fotovoltaico en el sistema BIPV
Índice de autosuficiencia	Valor/coste neto actual extendido	Acidificación	Sistema BIPV en el edificio
	Período de recuperación descontado extendido	Uso de agua	Edificio BIPV en el entorno urbano



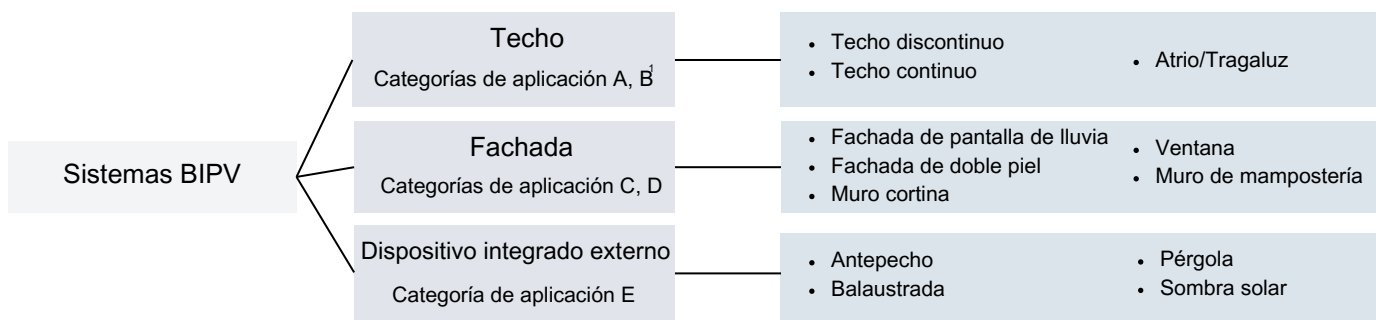
Se desarrolla de un sistema de calificación numérica para cada PI para permitir un análisis comparativo cuantitativo y cualitativo de diferentes instalaciones BIPV según varios indicadores por categoría. Para los PIs visuales, se utiliza un enfoque semi-cuantitativo.



El objetivo de la evaluación comparativa del rendimiento multidimensional es aprender de los proyectos BIPV existentes y apoyar a los arquitectos, desarrolladores de sistemas y otros interesados involucrados en la planificación de nuevos proyectos BIPV.

Fig. 1: Resultados de la evaluación del comportamiento en cada una de las cuatro categorías, indicando los valores numéricos de los PIs evaluados

Se propone un esquema de clasificación armonizado para los tipos de instalación BIPV. Este esquema es un sirve como referencia para la clasificación de la tecnología de envolventes de edificios BIPV.



¹ Las categorías de aplicación A, B, C, D y E son las utilizadas por las normas BIPV, EN 50583 e IEC 63092.**

Aplicación de la Herramienta de Evaluación Multidimensional

Selección de diversas instalaciones BIPV que representen diferentes tipologías de edificios (por ejemplo, fachadas, techos, dispositivos externos). Cada instalación sirve como un caso de estudio para el análisis comparativo. La evaluación puede realizarse para:

- **Proyectos planificados:** se basa en la información de fichas técnicas, datos ambientales tabulados, simulaciones y representaciones gráficas.
- **Instalaciones BIPV existentes:** se basa en datos de rendimiento medidos, costes reales, datos ambientales conocidos y una evaluación in situ del comportamiento visual caso de estudio.

Aplicación de la metodología multidimensional para cuantificar y calificar el rendimiento de cada instalación según los PIs definidos. Esto implica la recopilación de datos y el análisis e interpretación utilizando métodos de evaluación estandarizados. Los resultados se presentan en un formato estructurado, permitiendo una comparación y una evaluación detalladas.



Estudios de Caso

1 Rehabilitación de Edificio de Apartamentos con Módulos BIPV de Color (Suiza)



Foto: © Vividén + Partner AG

- Rehabilitación de un edificio de apartamentos integrando módulos fotovoltaicos de color en las fachadas (lo que lleva a una pérdida de rendimiento de alrededor del 35%).
- El diseño complejo del edificio ocasiona condiciones severas de sombra.
- Se utilizaron 18 tamaños diferentes de módulos, de los cuales solo cuatro tipos eran falsos (paneles no activos). Aproximadamente el 98% de la fachada acristalada es teóricamente activa.
- Una parte significativa de los optimizadores de potencia (más del 7%) tuvo que ser reemplazada dentro de los primeros años, lo que llevó a pérdidas en la generación de electricidad y al aumento del uso de recursos y la demanda de energía.

2 Edificio de Oficinas con Fachadas y Cubierta BIPV Integradas (Uppsala, Suecia)



Foto: Nils Lindstrand/ Nordiske Medier

- Edificio de oficinas con certificación LEED Platinum con BIPV en fachadas y cubierta, lo que requiere la implementación de sistemas energéticos altamente efectivos y soluciones innovadoras.
- Construido con un armazón de madera completo y diseñado para un alto rendimiento energético, minimizando el impacto climático tanto de los materiales de construcción como del uso de energía.
- Los paneles fotovoltaicos están integrados tanto en el techo como en la fachada (esmerilados o satinados para mezclarse con el resto de la fachada sin ocultar las células fotovoltaicas).

3 Casas Adosadas con Tejados BIPV Estandarizados (Delft, Países Bajos)



Foto: Exasun Jan-Jaap van Os; <https://exasun.com/>

- Exasun utiliza productos prefabricados y estandarizados para reemplazar las tejas tradicionales.
- El sistema X-Roof se integra perfectamente con ventanas abuhardilladas, tragaluces e irregularidades de la cubierta.
- Todo el tejado está compuesto por paneles fotovoltaicos para un rendimiento energético máximo.

4 Reacondicionamiento de Edificio de Apartamentos con Balaustradas de Ventana BIPV (Norte de Italia)



Foto: © Eurac Research

- Antepechos: BIPV instalados como parte de la rehabilitación utilizando una subestructura versátil de click-&-Go desarrollada en el proyecto de I+D EnergyMatching (Horizon 2020).
- Balaustradas de Ventana BIPV: Desarrolladas dentro de un sistema "Solar Window Block", que es prefabricado y multifuncional. Incluye un sistema BIPV integrado con una batería para alimentar un ventilador dentro de la ventana.
- El dimensionamiento y la colocación del sistema BIPV se optimizaron con el objetivo de mejorar la coincidencia entre la producción y el consumo de electricidad por hora, maximizando así la eficiencia general del sistema.



Desafíos y Consideraciones

La herramienta de evaluación enfrenta varios desafíos:

- **Disponibilidad de Datos:** La disponibilidad limitada y la autorización para el uso de datos pueden dificultar evaluaciones exhaustivas.
- **Problemas de Estandarización:** La falta de definiciones estandarizadas para determinar cada PI puede generar problemas significativos al comparar el rendimiento de diferentes aplicaciones BIPV, por ejemplo, al calcular los beneficios económicos, donde diferentes estudios han utilizado diferentes elementos de costo y beneficio.
- **Variabilidad de los Datos Ambientales:** Los diferentes métodos de generación de datos ambientales pueden complicar el cálculo de los PIs ambientales.
- **Evaluación Estética Subjetiva:** Las evaluaciones de comportamiento visual son inherentemente subjetivas, lo que requiere un enfoque semi-cuantitativo para estandarizar las calificaciones.

Perspectivas

La herramienta fue diseñada inicialmente para una comparación transversal de diferentes instalaciones BIPV. Sin embargo, el método puede ser utilizado para otros tipos de evaluaciones:

- **Evaluación de opciones competitivas para un proyecto específico en la fase de planificación:** Las condiciones externas de límite están fijadas (ubicación, construcción, tiempo de operación), las condiciones económicas (tasa de interés, provisión de capital) pueden ser consistentes entre las variantes BIPV, y los métodos de evaluación predefinidos para los indicadores de rendimiento (PIs) pueden ser utilizados de manera consistente.
- **Evaluación separada de cada indicador de rendimiento:** Esto puede ser útil para los posibles clientes de BIPV que pueden priorizar los indicadores relevantes para su caso.
- **Análisis de instalaciones pioneras (como el Caso de Estudio 1):** Esto ayuda a determinar logros, identificar áreas de mejora y contribuir al desarrollo del mercado.
- Se planea un análisis longitudinal de una instalación BIPV a lo largo de su vida útil en la Fase 3 de Task 15.



Las investigaciones en curso explorarán los impactos en el rendimiento a largo plazo y las tendencias evolutivas de las instalaciones BIPV, apoyando la integración sostenible de la energía fotovoltaica en las estructuras de los edificios.



Esta metodología representa un avance significativo en la evaluación de sistemas BIPV, fomentando la integración efectiva y sostenible de la energía fotovoltaica en diversos contextos arquitectónicos.



IEA PVPS Task 15

La Task 15 tiene como objetivo establecer un marco para acelerar la adopción global de productos BIPV en los sectores de energía renovable y construcción, garantizando una competencia justa con BAPV y componentes de construcción tradicionales. Integra BIPV tanto en tecnologías eléctricas como de construcción, enfatizando las contribuciones de valor agregado a la estética del edificio, el rendimiento energético y la multifuncionalidad. La tarea abarca edificios nuevos y existentes, diversas tecnologías fotovoltaicas, aplicaciones diversas y escalas que van desde viviendas residenciales hasta grandes instalaciones BIPV en edificios comerciales y de servicios públicos.

Esta hoja informativa se basa en un artículo de los expertos de IEA PVPS Task 15, publicado en Energy and Buildings. Para una descripción detallada del método, consulte el artículo:

[Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Eder, G. C., Babin, M., Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Yang, R. J., Weerasinghe, N., Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., & Frischknecht, R. \(2024\). Multi-dimensional evaluation of BIPV installations: Development of a tool to assess the performance as building component and electricity generator. Energy and Buildings, 312.](#)