



Task 15 Strategie per lo sviluppo del BIPV

S  
P  
V  
P

## SCHEDA INFORMATIVA

# Valutazione Multidimensionale delle Installazioni BIPV

LUGLIO 2024

Autori: 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.

Responsabili del Task 15:

Francesco Frontini, SUPSI, Switzerland

Helen Rose Wilson, Fraunhofer ISE, Germany



# Valutazione Multidimensionale delle Installazioni BIPV

I sistemi Fotovoltaici Integrati negli edifici (BIPV - Building Integrated Photovoltaics) rappresentano una tecnologia fondamentale per il design sostenibile degli edifici, **integrando in modo armonioso pannelli solari nelle strutture edilizie.**



La metodologia di valutazione multidimensionale per le installazioni BIPV è progettata per facilitare comparazioni trasversali con l'obiettivo di aumentare la diffusione dei BIPV

## Sviluppo dello Strumento di Valutazione Multidimensionale

Definizione chiara degli obiettivi di ricerca e dei parametri attraverso quattro categorie principali di indicatori di performance (PI - Performance Indicators):

Indicatori di Performance Energetica	Indicatori di Performance Economici	Indicatori di Performance Ambientali	Indicatori di Performance Visivi
Produzione di energia elettrica continua (DC) dell'impianto BIPV	Costi degli elementi edilizi BIPV (intero sistema BIPV)	Domanda cumulativa di energia da fonti non rinnovabili	Riconoscibilità
Produzione finale di energia in corrente alternata (AC)	Costo medio standard dell'elettricità (levelized cost)	Cambiamento climatico (GWP)	Colore (uniformità)
Produzione finale di energia in corrente alternata (AC) specifica per area	Extended levelized cost dell'elettricità	Utilizzo delle risorse, minerali e metalli	Abbagliamento (rischio)
Performance Ratio annuale	Valore del materiale sostituito	Quantità di particolato emesse	Riconoscibilità del modulo fotovoltaico nel sistema BIPV
Indice di autosufficienza	Valore attuale netto esteso / costi	Acidificazione	Riconoscibilità del sistema BIPV nell'intero edificio
	Periodo esteso di recupero scontato	Uso di acqua	Riconoscibilità dell'edificio BIPV nell'ambiente urbano



Sviluppo di un sistema di valutazione numerica per ciascun indicatore di performance (PI) per consentire un'analisi comparativa quantitativa e qualitativa delle diverse installazioni BIPV secondo diversi indicatori per categoria. Per gli indicatori visivi, invece, viene utilizzato un approccio semi-quantitativo.

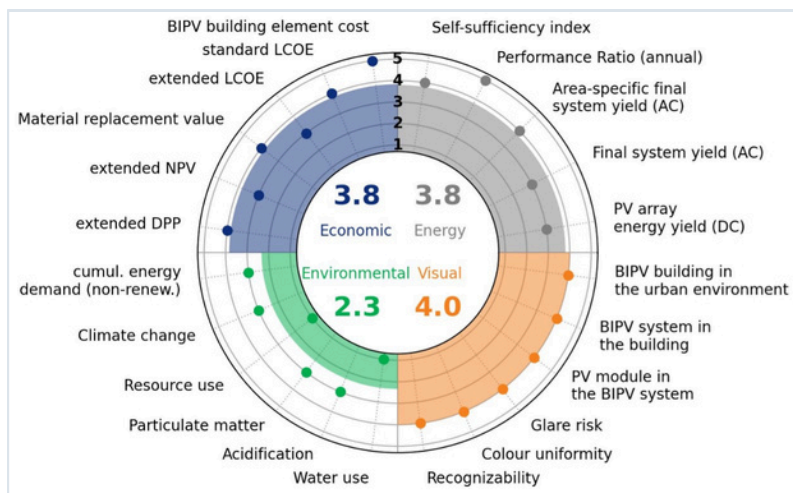
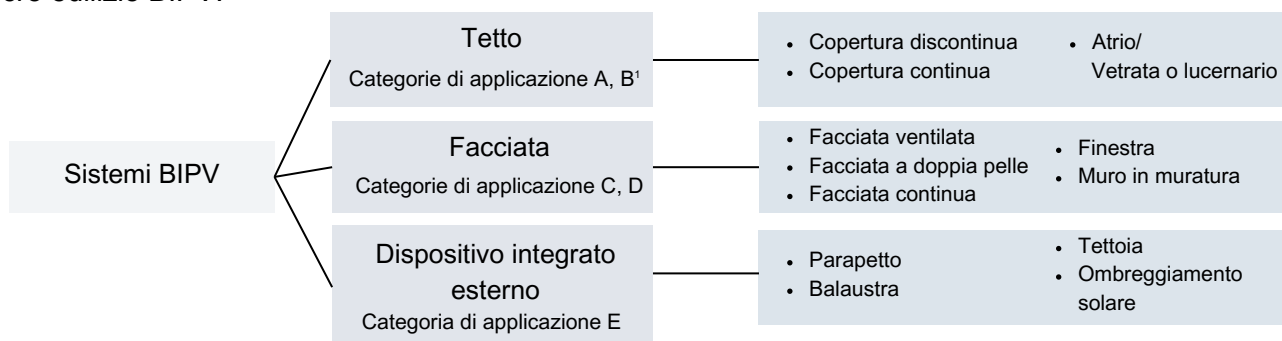


Fig. 1: Risultati della valutazione delle performance visualizzati nelle 4 categorie, indicando i valori numerici degli indicatori di performance (PI) valutati

*L'obiettivo della valutazione comparativa delle performance multidimensionali è quello di **apprendere dai progetti esistenti di BIPV** e di **supportare architetti, sviluppatori di sistemi e altri stakeholder coinvolti nella pianificazione di nuovi progetti BIPV.***

Sviluppo di uno schema di classificazione armonizzato per i tipi di installazione BIPV. Questo schema rappresenta un approccio ottimizzato che funge da riferimento per la classificazione della tecnologia di involucro edilizio BIPV.



<sup>1</sup> Le categorie di applicazione A, B, C, D ed E sono utilizzate nelle normative BIPV EN 50583 e IEC 63092.

## Applicazione dello Strumento di Valutazione Multi-Dimensional



**Selezionare diverse installazioni BIPV** che rappresentano diverse tipologie di edifici (come facciate, tetti, e dispositivi esterni). Ogni installazione funge da caso studio per un'analisi comparativa. La valutazione può essere effettuata per:

- Progetti pianificati, basandosi su dati provenienti da schede tecniche, dati ambientali tabulati, simulazioni e rendering;
- Installazioni BIPV esistenti, basandosi su dati di prestazioni misurati, costi reali, dati ambientali noti e una valutazione in loco delle prestazioni visive e ottiche.



**Applicare la metodologia multidimensionale** per quantificare e valutare le performance di ogni installazione attraverso gli indicatori definiti. Questo processo implica la raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati utilizzando metodi di valutazione standardizzati. I risultati vengono presentati in un formato strutturato per consentire un confronto dettagliato e una valutazione approfondita.



## Casi Studio

### 1 Ristrutturazione di un Edificio Residenziale con Moduli BIPV Colorati (Svizzera)



Foto: © Vividén + Partner AG

- Risanamento di un edificio residenziale con l'integrazione di moduli fotovoltaici colorati sulle facciate (risultando in una perdita di potenza di circa il 35%).
- Il design complesso dell'edificio ha creato condizioni di ombreggiamento severe.
- Sono stati utilizzati 18 formati diversi di moduli, di cui solo quattro erano moduli dummy (non attivi). Approssimativamente, il 98% della facciata vetrata è attivo.
- Nei primi anni, una percentuale significativa di ottimizzatori di potenza (oltre il 7%) è stata sostituita, causando perdite nella generazione di elettricità e aumentando l'uso di risorse e la domanda energetica.

### 2 Edificio per uffici con integrazione di facciate e tetti BIPV (Uppsala, Svezia)



Foto: © Nils Lindstrand/ Nordiske Medier

- Edificio per uffici certificato LEED Platinum con BIPV integrati su facciate e tetti, che richiede l'implementazione di sistemi energetici altamente efficaci e soluzioni innovative.
- Costruito con una struttura completamente in legno e progettato per elevate performance energetiche al fine di minimizzare l'impatto climatico sia dei materiali da costruzione che dell'uso dell'energia.
- I pannelli fotovoltaici sono integrati sia nel tetto che nella facciata, con finitura opacizzata o satinata per integrarsi armoniosamente con il resto dell'edificio senza nascondere le celle.

### 3 Case a schiera con tetti BIPV tradizionali (Delft, Paesi Bassi)



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

- Exasun utilizza prodotti prefabbricati e standardizzati per sostituire le tradizionali tegole del tetto.
- Il sistema X-Roof si integra perfettamente con lucernari, abbaini e irregolarità del tetto.
- L'intero tetto è composto da pannelli fotovoltaici per massimizzare il rendimento energetico.

### 4 Ristrutturazione di un Edificio Residenziale con Parapetti BIPV (Nord Italia)



Foto: © Eurac Research

- Parapetti BIPV: Installati come parte della ristrutturazione utilizzando una sottostuttura versatile click-&-Go sviluppata nel progetto di EnergyMatching (Horizon 2020).
- Balaustrate BIPV: Sviluppata all'interno di un sistema "Solar Window Block", prefabbricato e multifunzionale. Include un sistema BIPV integrato con una batteria per alimentare un ventilatore all'interno della finestra.
- Le dimensioni e la posizione dei sistemi BIPV sono state ottimizzate per migliorare l'abbinamento tra la produzione di elettricità oraria e il consumo, massimizzando così l'efficienza complessiva del sistema.



## Sfide e Considerazioni

Lo strumento di valutazione deve considerare diverse sfide:

- **Disponibilità dei Dati:** La limitata disponibilità e l'autorizzazione all'uso dei dati possono ostacolare Valutazioni comprensive.
- **Problemi di Standardizzazione:** La mancanza di definizioni standardizzate per determinare ciascun indicatore di prestazione può causare problemi significativi nel confrontare le performance di diverse applicazioni BIPV, ad esempio nel calcolare i benefici economici, dove diversi studi hanno utilizzato elementi di costo e beneficio diversi.
- **Variabilità dei Dati Ambientali:** Diverse metodologie di generazione dei dati ambientali possono complicare il calcolo degli indicatori ambientali.
- **Valutazione Estetica Soggettiva:** Le valutazioni delle prestazioni visive sono chiaramente soggettive, richiedendo un approccio semiquantitativo per standardizzare le valutazioni.

## Prospettive Future

Lo strumento è stato originariamente progettato per il confronto trasversale tra diverse installazioni BIPV. Tuttavia, il metodo può essere adattato per altri tipi di valutazioni:

- **Valutazione delle opzioni concorrenti per un progetto specifico nella fase di pianificazione:** Le condizioni esterne come posizione e costruzione sono fisse, mentre le condizioni economiche come tasso di interesse e fornitura di capitale possono essere standardizzate tra le varianti BIPV. Sono utilizzati metodi predefiniti di valutazione degli indicatori di performance (PI) per una valutazione coerente.
- **Valutazione separata di ciascun indicatore di performance:** Questo approccio è utile per potenziali clienti BIPV che devono prioritizzare gli indicatori pertinenti per il loro caso.
- **Analisi delle installazioni pionieristiche (come lo Studio di Caso 1):** Questo aiuta a valutare i successi, individuare le aree di miglioramento e contribuire allo sviluppo del mercato.
- È in programma **un'analisi longitudinale di un'installazione BIPV** durante il suo ciclo di vita nella Fase 3 del Task 15.



La ricerca in corso esplorerà gli impatti a lungo termine sulle performance e le tendenze evolutive delle installazioni BIPV, supportando l'integrazione sostenibile dei sistemi fotovoltaici nelle strutture edilizie.



Questa metodologia rappresenta un significativo progresso nella valutazione dei sistemi BIPV, promuovendo un'integrazione efficace e sostenibile dei fotovoltaici in vari contesti architettonici.



## IEA PVPS Task 15

Task 15 mira a stabilire un framework per accelerare l'adozione globale dei prodotti BIPV nei settori delle energie rinnovabili e della costruzione, garantendo una competizione equa con BAPV e componenti edilizi tradizionali. Integra i BIPV sia nelle tecnologie elettriche che nelle tecnologie di costruzione, enfatizzando i contributi aggiuntivi all'estetica degli edifici, alle prestazioni energetiche e alla multifunzionalità. Il task copre edifici nuovi ed esistenti, diverse tecnologie PV, varie applicazioni e scale che vanno dalle abitazioni residenziali alle installazioni BIPV su larga scala in edifici commerciali e di servizio.

Questa Scheda Informativa si basa su un articolo degli esperti del Task 15 di IEA PVPS, pubblicato su Energy and Buildings. Per una descrizione dettagliata del metodo, si prega di fare riferimento all'articolo.

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.