

# **Villa Castelli**



## **Integrazione estetica**

L'integrazione dei moduli fotovoltaici sulla copertura è basata sui seguenti criteri: complanarità, rispetto delle linee, raggruppamento dei moduli, rispetto della forma e delle proporzioni della falda, cura dei dettagli e scelte cromatiche. I moduli sono complanari alla copertura e ne seguono le linee di simmetria. Sono stati appositamente disegnati per rispettare la forma triangolare o trapezoidale delle falde, cercando di favorire il più possibile la percezione di un rivestimento omogeneo dell'intera superficie. Tutti i moduli, inoltre, presentano il medesimo orientamento, coerente con quello generale del fabbricato, al fine di minimizzare la loro percepibilità dall'intorno. Per quanto riguarda l'integrazione cromatica, si è scelto un colore della copertura metallica che ricorda i materiali tipici locali, al fine di avere una buona integrazione cromatica rispetto alla sua visibilità dal lago e del contesto urbano circostante.

## **Integrazione energetica**

L'energia elettrica prodotta copre quasi interamente il fabbisogno dell'edificio, rappresentato (i) dal consumo elettrico di una pompa di calore geotermica, che assieme ad una termo-cucina da 8 kW fornisce acqua calda per uso sanitario e riscaldamento degli interni, e (ii) da un sistema di ventilazione meccanica con scambiatore di calore, costituito da tre macchine, una per piano.

L'impianto BIPV è connesso ad un sistema di monitoraggio di produzione e consumo elettrico, e ad una serie di radio prese che permettono la gestione diretta dei carichi privilegiati dell'impianto. Il sistema di monitoraggio raccoglie dati di produzione fotovoltaica e dati di immissione/prelievo di energia dalla rete. Inoltre, attraverso i dati meteorologici disponibili, determina una previsione di producibilità e, in base a quest'ultima, razionalizza l'attivazione automatica dei carichi controllati. Questo processo ottimizza l'utilizzo dell'impianto sovrapponendo i dati di produzione e consumo, e permette, soprattutto in caso di quota di energia prodotta in eccesso, di aumentare dinamicamente l'autoconsumo attraverso l'attivazione dei carichi comandati. Il progetto BIPV, curato da Solbian, ha tenuto in considerazione l'andamento atteso degli ombreggiamenti nel corso della giornata e nell'intero arco di un anno, nonché una stima dei possibili consumi futuri dell'edificio.

## **Integrazione tecnologica**

Sulla copertura sono integrati moduli fotovoltaici flessibili, direttamente incollati sulla superficie in alluminio con un biadesivo strutturale specifico che possiede un coefficiente di dilatazione termica confrontabile con quello del materiale della copertura. Questa tecnologia nasce in cooperazione con il CNR e trova la sua specificità in un innovativo processo di laminazione delle celle monocristalline, che utilizza speciali e selezionati tecnopolimeri come incapsulanti.

## **Processo decisionale**

L'obiettivo della committenza era quello di operare un restauro conservativo unitamente a un sensibile miglioramento delle sue prestazioni energetiche, al fine di renderlo abitabile nella sua interezza, seppur con costi di gestione contenuti. Un rapporto virtuoso di stretta collaborazione tra i proprietari, gli esperti e le maestranze coinvolte è stato alla base del processo decisionale.

## **Lesson learnt**

La Soprintendenza responsabile del progetto ha valutato come criteri fondamentali nell'integrazione: le caratteristiche estetiche dei pannelli (colore e finitura superficiale), la loro disposizione geometrica in rapporto alla sagoma delle falde e all'orientamento dell'edificio (forma dell'impianto, modularità), l'aderenza e la complanarità alla copertura, le superfici non riflettenti, la percepibilità dall'intorno, con particolare riferimento alla quota strada, del lago e del paesaggio circostante.

Il progetto della copertura nasce dalla stretta interazione tra l'architetto, la Soprintendenza e l'azienda produttrice dei pannelli e della copertura. I moduli fotovoltaici erano già in produzione ma venivano utilizzati quasi esclusivamente per imbarcazioni a vela e piccoli manufatti che richiedono sistemi flessibili.

La ricerca di integrazione architettonica è stata sviluppata attraverso un lungo percorso progettuale. All'inizio erano state prescelte tipologie di pannelli con celle colorate per privilegiare l'integrazione estetica con i materiali tradizionali dell'architettura locale e con il paesaggio circostante. La copertura doveva prevedere un materiale che risolvesse anche i problemi causati dalla presenza di un grosso Cedro Deodara che sovrasta la casa e che, con la caduta continua di aghi, creava problemi funzionali alla precedente copertura in coppi. A questo scopo, sono stati sviluppati tre prototipi. Inizialmente, si è optato per una copertura in Pietre della Valmalenco, frequentemente utilizzata su edifici storici sul tutto il territorio del lago. Si è quindi cercato di abbinare i pannelli fotovoltaici a questo tipo di copertura, facendo produrre due prototipi. Il primo prototipo ha previsto la creazione di un supporto trasparente abbinando due lastre di vetro e interponendo le celle fotovoltaiche policristalline classiche. L'integrazione era basata sulla trasparenza del supporto. Il secondo prototipo si basava sull'integrazione cromatica. A questo scopo, è stato creato un apposito modulo con celle di colore grigioverde provenienti dalla Germania, con una dimensione perfettamente adattata al passo delle pietre in serpentino della Valmalenco. In collaborazione con Brandoni, produttore italiano di pannelli fotovoltaici, è stato realizzato un prototipo di copertura in scala 1:1 per verificare i problemi di installazione. Il risultato era esteticamente gradevole, ma poco pratico perché i moduli non erano calpestabili e prevedevano una manutenzione complessa. In un secondo tempo è stato creato un tavolo tecnico di lavoro con Solbian e Prefa e definito un terzo prototipo, che è stato poi scelto per l'installazione definitiva, con pannelli calpestabili, sottili, efficienti e perfettamente mimetizzati con la copertura.

Il processo progettuale ha mostrato l'importanza della collaborazione tra le diverse competenze tecniche, artigianali e produttive nella redazione di un progetto di restauro conservativo. Nel disegno di moduli fotovoltaici ad hoc, è stata fondamentale la collaborazione con l'azienda fornitrice della copertura, che insieme all'architetto e alla Soprintendenza, ha saputo definire un progetto integrato dal punto di vista estetico, tecnologico ed energetico.

## DATI EDIFICIO

<b>Tipologia progetto</b>	Riqualificazione
<b>Destinazione d'uso</b>	Residenziale
<b>Sistema di integrazione</b>	Tetto inclinato opaco
<b>Indirizzo</b>	Bellano, LECCO

## DATI SISTEMA BIPV

<b>Tipologia moduli</b>	Moduli custom
<b>Tecnologia FV</b>	Pannelli in silicio monocristallino flessibili e ultrasottili
<b>Potenza nominale (STC) [kWp]</b>	10
<b>Dimensione sistema [m<sup>2</sup>]</b>	88.76
<b>Dimensioni moduli [mm]</b>	< 2
<b>Orientamento</b>	Vario
<b>Inclinazione [°]</b>	27.5

#### **COSTI SISTEMA BIPV**

<b>Costo totale [€]</b>	43500
<b>€/m<sup>2</sup></b>	490
<b>€/kWp</b>	4103

#### **DATI PRODUTTORE**

<b>Produttore</b>	Solbian
<b>Indirizzo</b>	Viale Gandhi 21b, 10051 Avigliana (TO)
<b>Contatto</b>	info@solbian.eu / +39 011.966.35.12
<b>Web</b>	<a href="https://www.solbian.eu/it/">https://www.solbian.eu/it/</a>



2



3



4



5



6



7

- 1.
2. L'edificio prima dell'intervento di risanamento energetico (© Valentina Cari)
3. Alternativa progettuale per la copertura proposta alla Soprintendenza (©Valentina Cari)
4. Alternativa progettuale per la copertura proposta alla Soprintendenza - particolare (©Valentina Cari)
5. L'edificio dopo l'intervento di risanamento energetico (© Valentina Cari)
6. La scelta finale dell'integrazione del fotovoltaico in copertura (©Valentina Cari)
7. La scelta finale dell'integrazione del fotovoltaico in copertura- particolare (©Valentina Cari)