

**Zeitschrift:** Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

**Herausgeber:** Società Svizzera Ingegneri e Architetti

**Band:** - (2011)

**Heft:** 5: Il tetto degli edifici

**Artikel:** Un elemento indispensabile per la copertura energetica

**Autor:** Rudel, Roman

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-323162>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Roman Rudel\*

*Ein wichtiges Element zur Deckung  
des Energiebedarfs*

# Un elemento indispensabile per la copertura energetica

## Introduzione

Il tetto, componente primordiale di ogni abitazione e primo elemento di protezione contro le intemperie, a seconda delle zone climatiche, ha conosciuto nel corso del tempo una grande diversificazione. I tetti sono diventati caratteristici per stili ed epoche e rappresentano un patrimonio ricchissimo. A questo proposito il Cantone di Zurigo ha recentemente pubblicato delle linee guida che disciplinano la salvaguardia di quello che è chiamato il paesaggio dei tetti, pur consentendo di sfruttare spazi e volumi interessanti. Non solo le forme, ma anche i materiali si differenziano secondo le esigenze climatiche, le condizioni ambientali e i materiali locali disponibili.

Il tetto è anche superficie di sperimentazione di ogni genere. Si citi come esempio Hundertwasser, uno degli artisti – architetti più conosciuti in questo campo, che ha iniziato a rivalutare il tetto come superficie utile per diversi scopi oltre la semplice protezione. Hanno destato particolare curiosità ed interesse i suoi tetti verdi per il pascolo di pecore ed altri animali, per il recupero dell'acqua piovana nonché come strato per isolare contro il caldo e il freddo, combinando in modo molto originale l'aspetto estetico con quello più utilitaristico.

Più recentemente si associa una nuova funzionalità al tetto, forse un po' meno spettacolare, ma non meno pratica. Esso, in fatti, diventa superficie utile per il recupero energetico (elettrico e termico) e si trasforma in una componente indispensabile per il nostro approvvigionamento energetico; in particolare nella più recente prospettiva di politica energetica, la produzione decentralizzata sui singoli edifici assume una nuova valenza.

In questo breve articolo tentiamo di entrare in materia di quest'ultima trasformazione del tetto, illustrando brevemente gli aspetti tecnologici, il potenziale e la sua funzionalità. Vorremo anche accennare alla problematica o criticità che un intenso sfruttamento energetico dell'uso dei tetti potrebbe comportare.

A questo punto occorre ricordare che lo sfruttamento dell'energia solare nel nostro paese è solamente all'inizio e nei prossimi anni si prevendono forti sviluppi dal punto di vista quantitativo e qualitativo. Le previsioni più plausibili per il fotovoltaico prevedono un aumento progressivo della potenza installata annualmente da 25MW nel 2010 a circa 1200MW nell'anno 2020.

## Tecnologia

Senza entrare troppo nei dettagli tecnici è opportuno distinguere alcuni aspetti, che ci permettono di capire i loro diversi usi e le loro potenzialità. In particolare distinguiamo tra lo sfruttamento dell'energia solare per la produzione di energia elettrica – grazie all'effetto fotovoltaico attraverso le celle mono – o policristalline rigide di silicio di uno spessore tra circa 180 e 250 $\mu$ m o i film con strati di silicio amorfo di uno spessore circa 100 volte più sottile – e quello dell'energia termica ricavata attraverso l'assorbimento del calore con diversi materiali e liquidi. Un'altra differenziazione importante riguarda il grado d'integrazione dei moduli nel tetto, ambito nel quale si è assistito ad uno sviluppo particolarmente interessante negli ultimi anni, sia dal punto di vista tecnologico che architettonico-estetico.

La forma più «banale» di utilizzare il tetto per la produzione di energia elettrica o termica consiste nell'appoggiare i moduli solari su una struttura portante ancorata. Questa modalità si è sviluppata molto negli ultimi anni, soprattutto per quanto riguarda la struttura portante e l'ancoraggio sul tetto con diverse forme di zavorra. Lo sviluppo va soprattutto nella direzione di sistemi sempre meno costosi e più semplici da costruire, in quanto il costo della struttura incide in maniera importante sul costo di un impianto fotovoltaico. In Ticino questo tipo di impianto è stato utilizzato sui tetti piani, generalmente non visibili, di scuole, palestre o altri edifici pubblici.

Un modo molto meno scontato di utilizzare i moduli solari riguarda quello dell'integrazione nell'edificio stesso. In questo ambito si è assistito ad un grande sviluppo di materiali, forme e tipologie di integrazione sia sui tetti che sulla facciata. Sembra che non ci sia limite all'espressione architettonica ed elementi considerati fino a poco tempo fa antiestetici diventano elementi costitutivi, che offrono nuove possibilità di forme e strutture.

Non è possibile, per semplici motivi di spazio, mostrare un campionario rappresentativo dalla casa monofamiliare alla stravagante copertura di interi edifici di grande dimensioni come lo stadio olimpico, fino alle tegole con piccoli moduli fotovoltaici integrati.

Una terza applicazione concerne l'integrazione o incapsulamento del modulo fotovoltaico o film sottile direttamente in una membrana, che funge da materiale di copertura.

Quest'applicazione, che si può abbinare con materiali isolanti, capace di aumentare la resa energetica con l'aumento della temperatura, si presta particolarmente bene per grandi superfici di tetti industriali o commerciali. Grazie alla flessibilità del materiale, l'impiego di questa tecnologia è molto ampio, specialmente perché non richiede particolari supporti o strutture di ancoraggio.

La scelta tra le varie tecnologie ed applicazioni è determinata da diversi fattori tra i quali la resa energetica – per il silicio cristallino si calcola circa il doppio rispetto all'amorfo – lo spazio disponibile e la visibilità o l'ingombro di un impianto solare. Con la progressiva integrazione dei moduli fotovoltaici o termici nella struttura del tetto, la qualità e la durabilità del prodotto diventano essenziali. La sostituzione di un elemento difettoso può diventare estremamente difficile e costosa. Di conseguenza la scelta del prodotto e delle sue caratteristiche diventa fondamentale, per impiegare materiali con la stessa durata di vita e per evitare di costruire edifici con elementi che hanno tempi di obsolescenza molto diversi. Per i prodotti di buona qualità si calcola una durata di vita di almeno 20 anni. Durante questo periodo anche la resa energetica non dovrebbe diminuire più del 10%.

#### Potenziale di energia solare

Nel paragrafo iniziale è stato accennato all'obiettivo di installazione di nuovi pannelli fotovoltaici per l'anno 2020 di 1200 MWp, per raggiungere una potenza installata complessiva in Svizzera di almeno 6.5 GW e una produzione di energia elettrica di 6.5 TWh, pari al 10% del fabbisogno di energia elettrica in Svizzera. Ci si chiede se in Svizzera si dispone di sufficienti spazi per raggiungere questi obiettivi. Soprattutto se si considera che in un paese densamente popolato e fortemente costruito gli spazi disponibili per grandi impianti a campo aperto sono estremamente limitati, che sarebbero piuttosto spazi da utilizzare per altri scopi non per l'installazione di impianti fotovoltaici. Diventa quindi molto importante capire quali spazi sui tetti siano effettivamente disponibili e quale può essere considerato il potenziale realmente sfruttabile.

Da diversi fonti si evince che la superficie dei tetti in Svizzera ammonta a circa 400 kmq, dei quali circa 150 kmq rispondono ai diversi criteri che permettono tecnicamente e teoricamente lo sfruttamento dell'energia solare. I criteri che riducono la totalità della superficie sono: l'orientamento dei tetti verso sud, l'inclinazione e l'assenza di ombreggiature, come alberi o corpi tecnici sui tetti stessi. Secondo diversi esperti, in Svizzera un terzo della superficie dei tetti sarebbe potenzialmente e tecnicamente usufruibile per impianti solari.

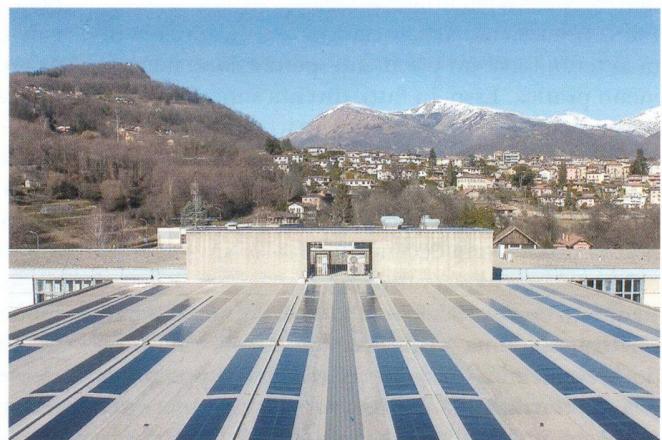
Un calcolo molto grossolano e approssimativo ci fa



1.



2.



3.

1. Impianto storico TISO 10kW del 1982 sul tetto dell'aula magna presso la Supsi di Trevano (Fonte: SUPSI-ISAAC)
2. Impianto a Barberêche (FR) 920 mq e 110 kWp. Vincitore del Swiss and European Solar Prize 2006 (Fonte: Schweizer Solarpreis 2006, [www.solaragentur.ch](http://www.solaragentur.ch))
3. Tetto del centro professionale di Trevano (Fonte ISAAC)

capire quali superfici sono necessarie per raggiungere gli obiettivi indicati all'inizio del paragrafo. Presupponendo che 1 mq di pannello fotovoltaico corrisponde circa ad una potenza di 125 Wp e che con 8 mq si raggiunge una potenza di 1 kWp, devono essere coperti circa 60 kmq con pannelli fotovoltaici, meno della metà del potenziale disponibile. Da questo calcolo si evince che teoricamente esistono le condizioni tecniche per raggiungere quello che appare un obiettivo ambizioso, ma che corrisponde al risultato che la Germania sta raggiungendo in questi anni. La realizzazione di questi potenziali dipende evidentemente anche da fattori economici ed istituzionali, come per esempio i piani regolatori. Saranno intanto importanti la disponibilità dei proprietari di case, la capacità tecniche e le competenze dei diversi professionisti che si dovranno accingere a pianificare questi impianti e a realizzarli a costi competitivi.

Il ruolo della politica nel favorire le diverse tecnologie e la scelta tra il solare fotovoltaico e il solare termico determineranno la velocità con la quale si raggiungerà questo obiettivo. In questo contesto bisogna considerare che i prezzi per i moduli fotovoltaici, meno per quelli termici, sono in forte calo secondo una curva di apprendimento del settore, come quasi per tutte le tecnologie che raggiungono una certa maturità. La discesa dei prezzi dei moduli e della loro installazione permetterà di raggiungere nei prossimi tre o quattro anni la «famosa» grid parity, cioè il punto nel quale il costo per l'energia elettrica da fonte fotovoltaica corrisponderà a quello da fonti convenzionali, cioè a quello che oggi vige sulla rete, riducendo la necessità di sussidiare questa tecnologia.

Un punto più controverso riguarda, invece, la scelta o la ponderazione degli spazi da dedicare all'energia fotovoltaica o termica solare. A nostro avviso, l'energia elettrica ha un valore superiore ed è molto più versatile, mentre l'uso dell'energia termica ci appare più limitato. Inoltre i pannelli solari hanno molto meno margine di miglioramento tecnologico. Un altro vantaggio l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici riguarda la possibilità di essere integrati nella rete e soprattutto durante l'estate, che non viene utilizzata direttamente da chi la produce, può essere immessa in rete, mentre l'eccesso di calore prodotto dai moduli solari va disperso nell'ambiente. Con la diffusione di sistemi di smart grid, ovvero reti intelligenti, che gestiscono il bilanciamento tra produzione, lo stoccaggio e il consumo, la generazione di energia elettrica decentralizzata diventa molto più interessante.

Tuttavia saranno diversi fattori difficilmente ponderabili che stabiliranno con quali moduli quali spazi dei tetti o delle facciate saranno coperti e non ci arroghiamo di stabilire in questo momento quale sia il modo migliore per sfruttare l'energia solare.

## Conclusione

Siamo invece convinti che nei prossimi anni saremo obbligati a fare enormi sforzi e progressi nello sfruttamento dell'energia solare, fonte energetica quasi illimitata e a un costo estremamente basso. Questo non dovrebbe andare a scapito di altre risorse molto preziose come il territorio, risorsa molto limitata, in particolare nel nostro paese o comportare una trasformazione radicale del paesaggio costruito. Per questo motivo l'uso dei nostri tetti per l'installazione di impianti fotovoltaici e solare diventerà una necessità assoluta, trasformandoli da copertura e protezione contro le intemperie ad una componente essenziale nell'approvvigionamento energetico sostenibile.

In questo passaggio verso l'uso massiccio dell'energia solare gli architetti e i tecnici svolgono un ruolo essenziale, per rendere la diffusione dei pannelli solari esteticamente e architettonicamente compatibile con il patrimonio costruito e per mantenere intatta la moltitudine delle forme dei tetti delle nostre città e nuclei. Dal punto di vista tecnologico le premesse ci appaiono molto buone; manca ancora il coraggio per riconoscere in questa necessità un'opportunità per aggiungere una nuova dimensione a quello che siamo abituati di considerare il paesaggio urbano dei nostri tetti.

\* ISAAC, Supsi

## Bibliografia

- Kanton Zürich (2009) *Leitfaden Dachlandschaften. Projektierungshilfe für Bauten im Dachgebiet*.
- Swissolar (1999) *Fotovoltaik. Strom aus der Sonne*. Info.
- Zanetti, Isa (2011) «Pannelli solari nei nuclei», *Archi* 02-2010

*Das Dach hat seit jeher die Funktion, den Menschen vor der Einwirkung unterschiedlicher Umweltfaktoren zu schützen. Im Laufe der Geschichte sind unterschiedlichste Ausprägungen entstanden, in denen sich die besonderen Umstände und die jeweils lokal vorhandenen Rohmaterialien widerspiegeln. Form und Struktur der Dächer prägen die Bebauung massgeblich.*

*Mit der wachsenden Bedeutung neuer Energiequellen wie z. B. der Sonnenenergie wird das Dach insbesondere in dicht besiedelten Ländern zu einer unverzichtbaren Fläche für die umfassende Nutzung dieser Technologie. In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Lösungen entwickelt, die heute eine ästhetisch und architektonisch interessante Anwendung ermöglichen. In der Schweiz beträgt die Summe der Flächen, auf denen potenziell Solarmodule installiert werden können, ca. 150 km<sup>2</sup>. Durch die komplett Nutzung dieser Fläche könnte ein Drittel des derzeitigen Strombedarfs in unserem Land gedeckt werden. Zum Erreichen des Ziels von 10% bis zum Jahr 2020 wäre eine Dachfläche von insgesamt 60 km<sup>2</sup> erforderlich. Voraussetzung für die Realisierung dieses Potenzials ist das Engagement von Eigentümern und insbesondere von Architekten und Planern, die sich dieser Herausforderung stellen und ihren Projekten eine neue Dimension verleihen müssen.*