



# FOTOVOLTAICO IN TICINO: EVOLUZIONE E PROSPETTIVE

Rachele Longhitano, Marco Andretta

Dipartimento del Territorio, Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana - OASI, SPAAS

Linda Soma, Nerio Cereghetti, Antonietta D'Ottavio

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito - ISAAC, DACD, SUPSI

*Nell'ultimo decennio gli impianti fotovoltaici si sono indubbiamente diffusi in Ticino, permettendo di superare ampiamente l'obiettivo 2020 previsto dal Piano energetico cantonale (PEC). Quelle che nel 2008 erano sporadiche installazioni, di una tecnologia ancora poco conosciuta, sono oggi una realtà consolidata, diffusa e in continua evoluzione.*

*Nel presente contributo vengono presentati: stato dell'arte, evoluzione a scala cantonale e nazionale della tecnologia fotovoltaica, principali studi condotti in tal ambito e prospettive future.*

*Il 2018 ha visto completarsi il progetto federale [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch), con il quale è stata messa a disposizione per l'intera Svizzera una base comune di dati più recenti e precisi per fare valutazioni sui potenziali del fotovoltaico, sia sul tetto che in facciata.*

*Questo aggiornamento ha permesso, mediante uno studio conclusivo ultimamente, di rianalizzare il potenziale fotovoltaico, in termini di produzione di energia elettrica, realizzabile in Ticino mediante installazioni di moduli sui tetti idonei. I risultati di questa analisi hanno favorito il confronto tra la produzione di energia elettrica effettiva e quella teorica. Sebbene negli ultimi anni le installazioni fotovoltaiche siano aumentate considerevolmente, grazie alle politiche energetiche attuate e allo sviluppo della tecnica, elevate permangono le possibilità di diffusione sia in termini di distribuzione capillare sul territorio che in termini di innovazioni progettuali.*

## Introduzione

A sei anni di distanza dalla pubblicazione della prima mappatura solare cantonale<sup>1</sup>, mostrata nella presente rivista nel settembre del 2013 (Andretta, Cereghetti e Pampuri 2013), proponiamo un aggiornamento sulla situazione del fotovoltaico in Ticino.

Nel presente contributo vengono descritti e illustrati i provvedimenti attuati negli ultimi 10 anni per la diffusione e lo sviluppo degli impianti fotovoltaici nel nostro territorio, la loro evoluzione e il reale sfruttamento rispetto al potenziale stimato.

Negli ultimi anni l'Ufficio federale dell'energia (UFE), l'Ufficio federale di topografia (swisstopo) e l'Ufficio federale di meteorologia e climatologia (MeteoSvizzera) hanno collaborato per la creazione di un catasto solare svizzero, chiamato [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch)<sup>2</sup>. Tale modello ha

richiesto diversi anni di elaborazione ed è stato completato nei primi mesi del 2018 per tutta la Confederazione incluso il Ticino.

Analogamente alla prima mappatura solare cantonale, [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch) permette di stimare l'energia elettrica che può essere prodotta tramite l'installazione dei pannelli fotovoltaici, e eseguire un'analisi sul potenziale relativo allo sfruttamento dell'energia solare (anche solare termico, non oggetto del presente articolo) sui tetti e sulle facciate degli edifici del cantone Ticino.

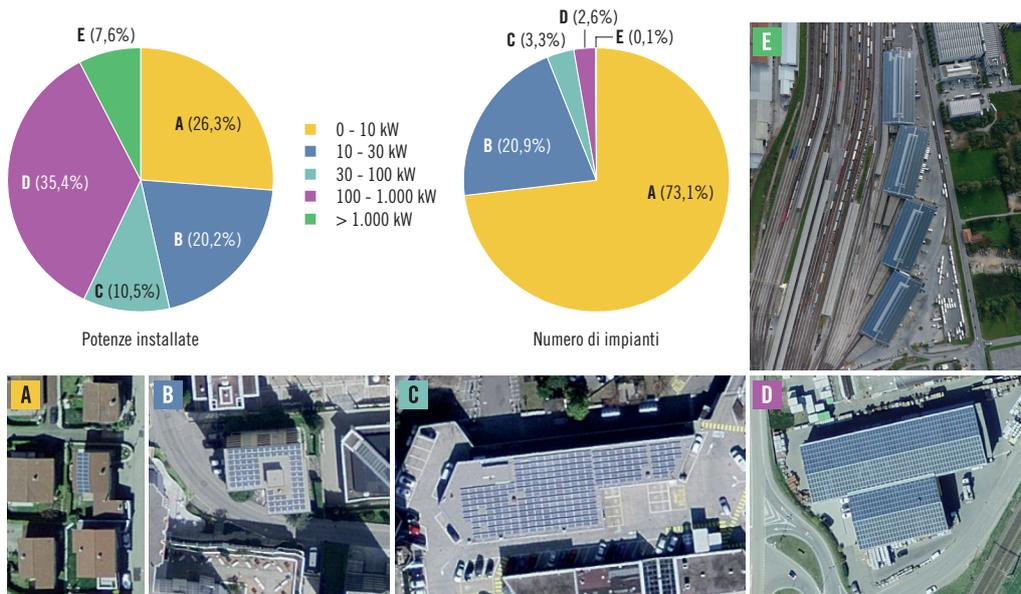
[Tettosolare.ch](http://Tettosolare.ch) sostituisce quindi la mappatura solare cantonale del 2012, portando una notevole evoluzione che, partendo da un maggior grado di precisione dell'identificazione delle forme dei tetti offre anche una stima del potenziale delle facciate degli edifici per la produzione di energia elettrica dal sole.

<sup>1</sup> Dall'8.2012 al 5.2019 disponibile sul portale dei dati ambientali dell'Osservatorio ambientale della Svizzera italiana OASI ([www.ti.ch/oasi](http://www.ti.ch/oasi)).

<sup>2</sup> Accessibile al pubblico alla pagina [www.tettosolare.ch](http://www.tettosolare.ch).

## F.1

Potenze complessive installate e numero di impianti fotovoltaici (in %) nel cantone Ticino, secondo le classi di potenza [kW]



Fonte: ISAAC

Un confronto tra le due mappature mostra un potenziale di sfruttamento dei tetti ancora maggiore di quanto finora stimato e permette di analizzare anche le differenze di approccio e di informazione che si possono riscontrare.

Si espone inoltre il confronto tra la situazione a livello cantonale dei potenziali e gli impianti realizzati fino alla fine del 2018, un paragone con l'andamento a livello svizzero e spunti sul futuro di questa tecnologia.

### Stato dell'arte

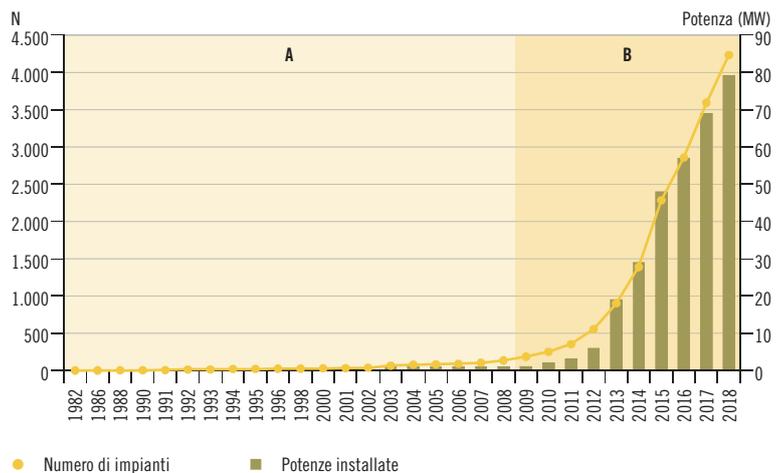
A fine 2018 erano presenti più di 4.200 impianti fotovoltaici installati, per una potenza complessiva di 79 MW. La produzione di tutti gli impianti copre circa il 2,7% del fabbisogno di energia elettrica del cantone Ticino.

Questi dati, se confrontati con gli obiettivi del Piano energetico cantonale (PEC) rappresentano un ampio superamento di ciò che si perseguiva per il 2020 (26 MW di potenza installata). Tale valore, raggiunto durante il 2015, ha già portato al 42% dell'obiettivo fissato per il 2050 (189 MW). Un risultato indubbiamente incoraggiante, che andrà costantemente monitorato, negli anni futuri per i trend che andranno a delinearsi e adeguare le politiche energetiche in funzione degli sviluppi auspicati.

La maggior parte degli impianti installati (73%) sono di piccole dimensioni, con potenze massime che raggiungono i 10 kW [F. 1]; queste installazioni coprono il 26% della potenza installata, raggiungendo da soli quasi 21 MW. Impianti con potenze più significative, nella fascia che va fra 100 e 1.000 kW (2,6%) coprono il 35% delle potenze installate equivalenti a 28 MW [F. 1]. Il quadro che si va a delineare è quindi etero-

## F.2

Impianti fotovoltaici installati (N) e potenze installate cumulate nel cantone Ticino (in MW)



Fonte: ISAAC

geneo, e proprio il connubio di piccoli e grandi impianti ha permesso ad oggi di raggiungere l'obiettivo fissato per il 2020.

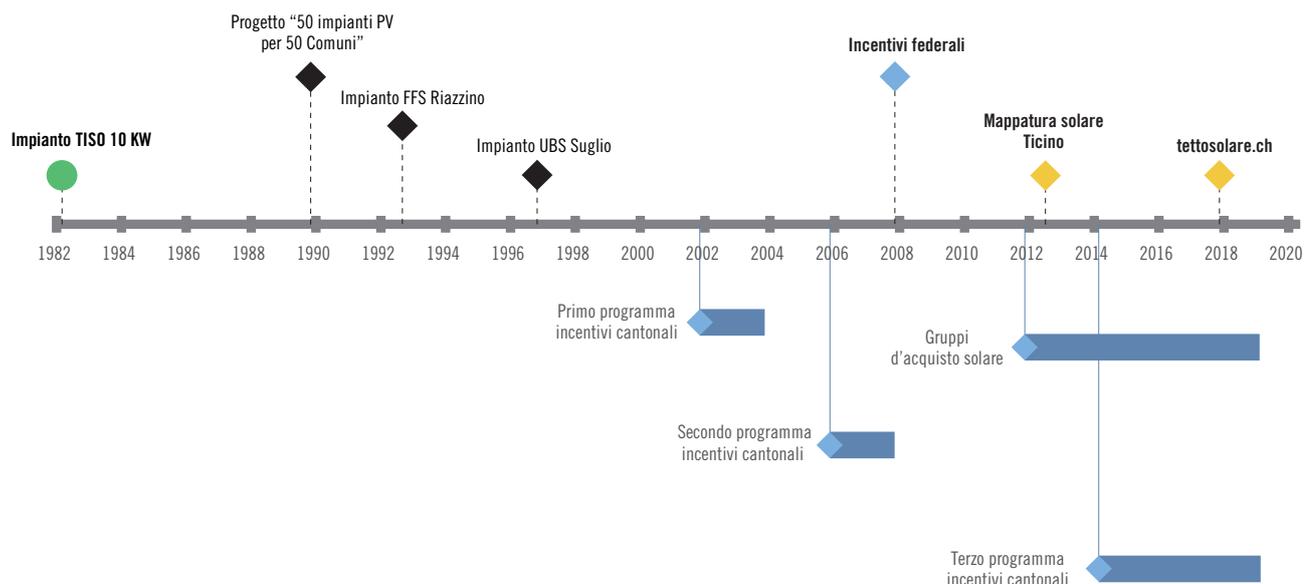
Nel 96% dei comuni ticinesi è presente almeno un impianto fotovoltaico; il primato spetta sia per impianti installati che per potenze a Bellinzona, che, dopo l'aggregazione, conta ben 375 impianti per circa 6 MW; seguono Lugano, Mendrisio e Capriasca per numero di impianti installati e Balerna, Lugano e Mendrisio in termini di potenze installate.

### Dal 2009 al 2018: cosa è cambiato?

La situazione nel 2008 era la seguente: 136 impianti per meno di 1 MW installato; nei successivi 10 anni si sono installati più di 4.200 impianti corrispondenti a 79 MW [F. 2].

## F.3

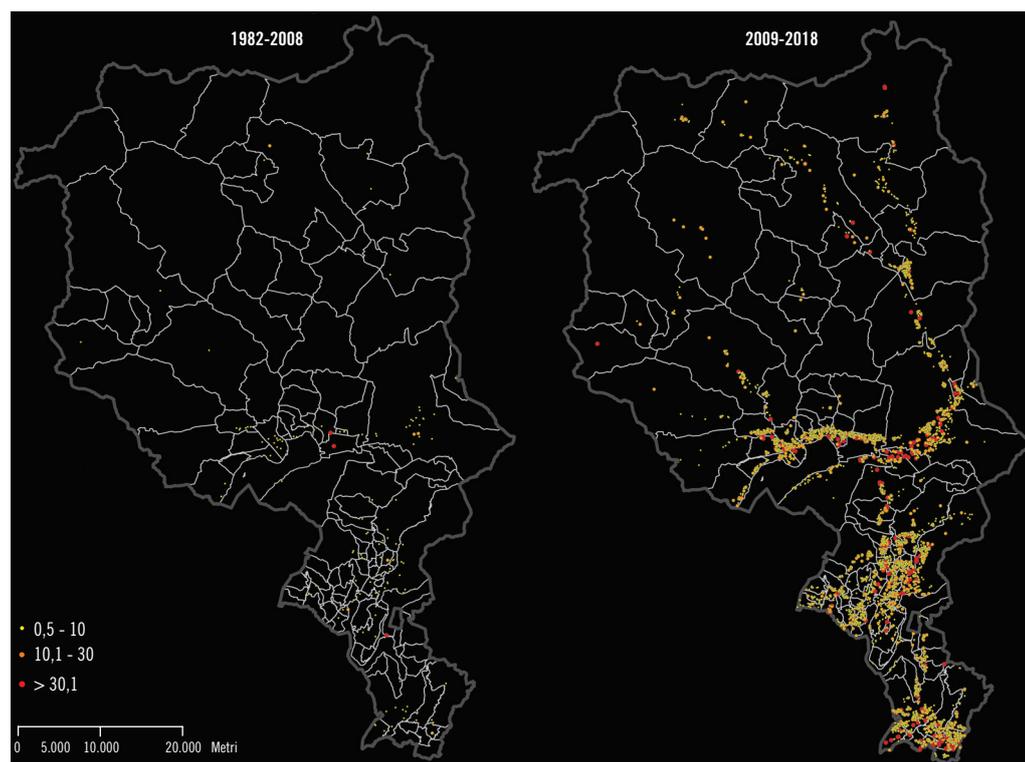
## Eventi che hanno influenzato la diffusione del fotovoltaico nel cantone Ticino



Fonte: ISAAC

## F.4

## Impianti fotovoltaici installati nel cantone Ticino dal 1982 al 2008 (a sinistra) e dal 2009 al 2018 (a destra)\*



\* I colori mostrano che la maggior parte degli impianti sono di piccole dimensioni (in giallo nella cartina).

Fonte: ISAAC

Il periodo 1982-2008 è stato caratterizzato dall'installazione media di 5 impianti all'anno e una potenza media annua di 35 kW, considerando anche gli anni in cui non è stato installato alcun impianto. Nell'ultimo decennio (2009-2018), grazie agli incentivi federali e cantonali, [F.3] la media si è alzata a 410 impianti annui per una potenza media annuale

di 7,8 MW. Il record degli impianti installati è avvenuto nel 2015.

Mettendo a confronto la diffusione geografica degli impianti, visibile nelle due cartine del cantone Ticino [F.4], appare evidente l'intensificazione negli anni della diffusione di questa tecnologia e il suo sviluppo anche in zone maggiormente discoste e in aree più periferiche.

## F.5

## Alcuni esempi di impianti fotovoltaici installati in Ticino



Savosa: 47,8 kWp, gruppo C nella figura [F. 1]

Fonte: ISAAC



Casa comunale di Vogorno: 29,9 kWp, gruppo B nella figura [F. 1]

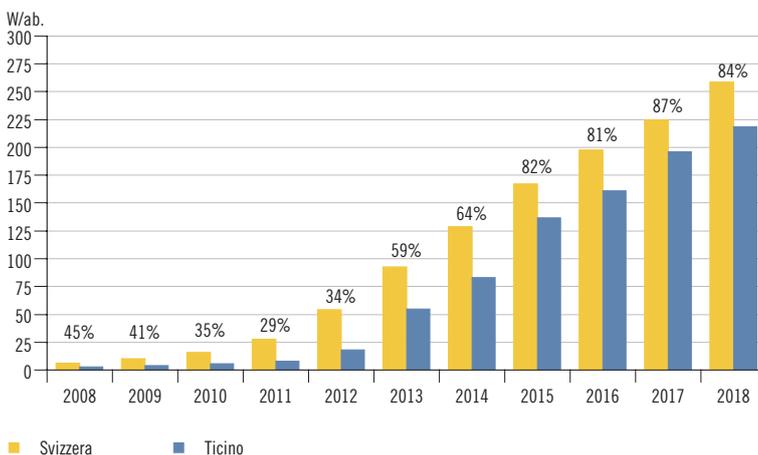
**Confronto su scala nazionale e internazionale**

Note le potenze installate in Ticino e stimate quelle in Svizzera e nel mondo<sup>3</sup> nel 2018 si sono raggiunti i 65 Watt/abitante a livello mondiale, 259 W/abitante per la Svizzera e 218 W/abitante in Ticino. Dal 2013 il divario fra Ticino e Svizzera, considerando il Watt/abitante, si è andato riducendo [F. 6], ciò significa che le installazioni, in termini di potenza, hanno visto un sostanziale incremento dopo quell'anno nel cantone Ticino. Tale tendenza è dovuta a molteplici fattori [F. 3] che hanno influito sulla maggiore diffusione degli impianti: gli incentivi federali nel 2008 hanno dato impulso alla presenza di tale tecnologia dal punto di vista economico. La mappatura cantonale ha inoltre permesso un sostegno dal punto di vista conoscitivo, dando accesso pubblico alla situazione presente sul tetto della propria abitazione, ma anche permettendo alle aziende elettriche di identificare superfici per l'installazione di impianti di grandi dimensioni. Con il terzo programma di incentivi cantonali si è poi potuto colmare maggiormente il divario fra la situazione cantonale e quella federale permettendo al Ticino di arrivare all'80% del risultato svizzero, percentuale sotto alla quale non si è scesi negli ultimi quattro anni, indice del fatto che le installazioni in Ticino sono aumentate considerevolmente con lo stesso ritmo del resto della Confederazione. Tale dato sarà da monitorare nei prossimi anni per poter confrontare il trend cantonale con quello federale.

**Mappatura solare come incentivo al raggiungimento degli obiettivi**

La costante promozione delle energie rinnovabili è uno degli elementi cardine della strategia energetica federale e cantonale. La mappatura solare, stimando il potenziale di produzione di energia solare di ogni singolo tetto, permette di quantificare il potenziale della

## F.6

**Energia prodotta con impianti fotovoltaici, in Watt/abitante, in Svizzera e nel cantone Ticino, dal 2008 al 2018\***

\* La percentuale sopra agli istogrammi rappresenta il rapporto fra i due dati (Ticino/Svizzera).  
Fonti: Swissolar, Ustat e STAT-TAB, UST

produzione cantonale e di incentivare in modo mirato le installazioni.

Questo strumento, previsto nel Piano energetico cantonale (PEC) del 2010, ai tempi della sua realizzazione nel 2011-2012 ha rappresentato un progetto innovativo e complesso: non solo era uno dei primi catasti solari esistenti in Svizzera (ne disponevano tre città, tra cui Locarno, e un semicantone), ma anche il primo per dimensioni e complessità del territorio.

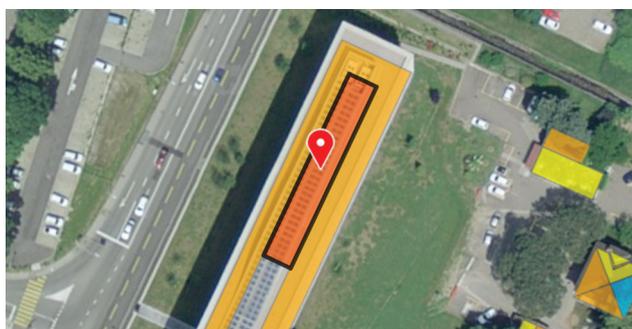
Per il Piano d'azione 2013 la mappatura solare cantonale, elaborata nel frattempo su mandato del Dipartimento del territorio, ha quindi confermato che il potenziale è raggiungibile in modo sostenibile sfruttando solo tetti con un'insolazione buona o ottima.

Pubblicata sul sito dell'Osservatorio ambientale della Svizzera italiana (OASI) nell'agosto 2012, la mappatura solare cantonale ha costituito un efficace mezzo di informazione e sensibilizzazione – basti pensare che in 6 anni

<sup>3</sup> 2,2 GW potenza fotovoltaica stimata in Svizzera nel 2018 (considerato il dato di potenza installata nel 2017 pari a 1.955 MW); 504 GW potenza fotovoltaica stimata nel mondo nel 2018 (considerato il dato di potenza installata nel 2017 pari a 404,5 GW).

## F.7

Esempio di visualizzazione di immobili su [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch)\*



\* La classificazione, insieme ad altre informazioni essenziali quali produzione di energia elettrica, costi di investimento e introiti annui, vengono visualizzati selezionando un singolo elemento della mappa. I dettagli possono poi essere estratti e scaricati sotto forma di documento.

Fonte: estratto da [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch)

Grado di idoneità <sup>1</sup>	Ottimo
Rendimento energetico fino a <sup>2</sup> Rendimento dei moduli: 17% Performance Ratio: 80%	56.400 kWh all'anno di elettricità solare Il consumo medio di una famiglia di quattro persone è di 3.500 kWh
Elettricità solare per un valore fino a	5.600 franchi all'anno
Pannelli solari sull'intero tetto – sfruttamento ottimale	56.400 kWh
Pannelli solari su tre quarti del tetto – sfruttamento usuale	42.300 kWh
Pannelli solari su metà del tetto – sfruttamento limitato	28.200 kWh

<sup>1</sup> Scarso < 800 kWh/m<sup>2</sup>/anno; Medio ≥ 800 e < 1.000 kWh/m<sup>2</sup>/anno; Buono ≥ 1.000 e < 1.200 kWh/m<sup>2</sup>/anno; Ottimo ≥ 1.200 e < 1.400 kWh/m<sup>2</sup>/anno; Eccellente ≥ 1.400 kWh/m<sup>2</sup>/anno.

<sup>2</sup> Il rendimento elettrico (rendimento energetico) di un impianto fotovoltaico dipende dalla superficie, dall'irraggiamento, dal rendimento dei moduli impiegati e dalla Performance Ratio.

è stata consultata 30.000 volte e viene ancora visitata da circa 400-500 utenti al mese – affiancando le politiche di incentivazione economica per la posa di impianti fotovoltaici da parte di aziende o cittadini.

A sei anni dalla pubblicazione la mappatura solare cantonale viene ora sostituita dal nuovo catasto solare federale pubblicato dall'Ufficio federale dell'energia con il nome di [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch)<sup>4</sup>.

### La banca dati federale: [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch)

La mappatura solare cantonale, assieme ad altre hanno dato l'impulso all'elaborazione di una soluzione unica a livello nazionale chiamata [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch), che rappresenta la sua naturale evoluzione grazie anche al grande progresso legato alla disponibilità dei dati sugli edifici. La sfida principale della prima mappatura solare infatti, è stata quella di costruire un modello con geometria tridimensionale di tutti gli edifici del territorio.

Nel 2018 è stata quindi pubblicata l'analisi sul sito [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch) ed è ora possibile analizzare il potenziale relativo allo sfruttamento dell'energia solare sui tetti e le facciate degli edifici del parco immobiliare dell'intera Svizzera, ricevendo come dato di output l'energia

elettrica e/o termica che può essere prodotta mediante l'installazione di pannelli fotovoltaici e/o impianti solari termici.

Tettosolare.ch, come tutte le mappature del potenziale solare, si fonda sull'utilizzo di tre gruppi di dati di base: dati climatici (radiazioni e temperatura), geodati (geometria dell'edificio e dati del terreno) e dati statistici (edificio e registro delle abitazioni). Per il calcolo del potenziale solare delle superfici del tetto si considerano come dati di input la superficie utile del tetto in m<sup>2</sup> (corrispondente alla superficie inclinata effettiva del tetto), l'orientamento della superficie del tetto (grado opposto alla direzione nord in senso orario) e inclinazione in orizzontale (gradi), e vengono restituiti come dati di output l'insolazione media sulla superficie del tetto in kWh/m<sup>2</sup>/anno, l'insolazione totale sulla superficie del tetto in kWh/anno che, moltiplicata per fattori di rendimento definiti, fornisce la produzione di energia elettrica in kWh/anno<sup>5</sup>. Inserito l'indirizzo di interesse per l'analisi del potenziale di energia elettrica e/o termica sul tetto dell'edificio in oggetto, è possibile visualizzare i dati di produzione stimati della falda del tetto e l'analisi del potenziale, restituita in un rapporto come quello riportato in [F. 7].

<sup>4</sup> Per far in modo che gli utenti ritrovino l'informazione e le funzionalità di quest'ultima, [tettosolare.ch](http://tettosolare.ch) è stato anche integrato nella pagina OASI dove già si trovava la precedente mappatura cantonale ([www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare.html](http://www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare.html)).

<sup>5</sup> Il modello di dettaglio è disponibile alla seguente pagina: <http://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/geoinformazione/geodati/energia-solare/energia-solare--idoneita-dei-tetti-delle-case.html>

### Riquadro 1 – Confronto tra mappatura solare cantonale (2012) e tettosolare.ch (2018)

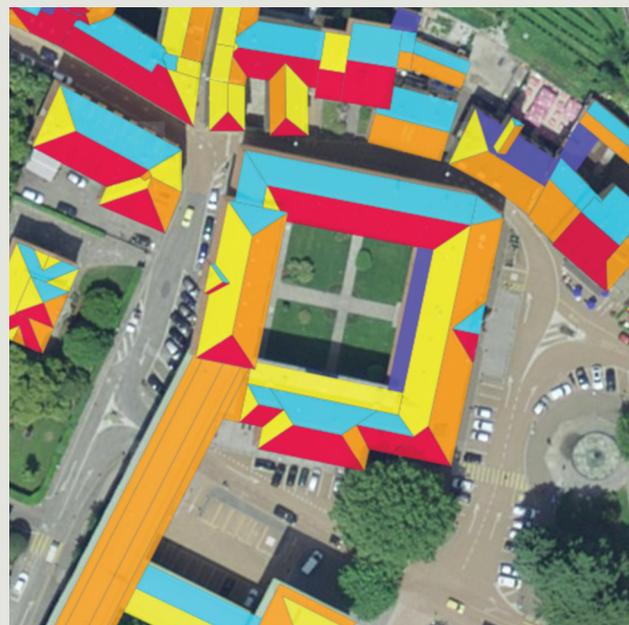
Analizzando le due mappature si rileva una differenza nelle stime del potenziale fotovoltaico, per una stessa area d'interesse, dovuta a svariati fattori.

In entrambi i catasti è indicato il grado di idoneità alla posa di un impianto solare termico e fotovoltaico dal punto di vista del potenziale di insolazione solare annuo per metro quadrato (kWh/m<sup>2</sup>/anno), calcolato sulla base di fattori quali l'irraggiamento, l'orientamento e l'inclinazione dei tetti e l'eventuale ombreggiamento presente.

Bisogna anche tener conto che in tettosolare.ch la superficie dei tetti gioca un ruolo chiave nella stima del potenziale fotovoltaico: in tettosolare.ch vi è un incremento della superficie dei tetti utilizzabile per la produzione di energia solare dovuta ad una migliore definizione delle aree dei tetti [F. 8]. Considerata la figura [F. 8] si nota che ad un rilievo più preciso corrispondono superfici più ampie e di conseguenza un potenziale fotovoltaico installabile maggiore. Le altre variabili che determinano la differenza nella stima del potenziale sono

F. 8

Confronto tra le superfici dei tetti della mappatura solare cantonale (a sinistra) e tettosolare.ch (a destra)\*



\* Le geometrie delle falde della mappatura solare cantonale appaiono frastagliate rispetto al nuovo catasto federale.  
Fonti: OASI e tettosolare.ch

T. 1

Schematizzazione principali differenze tra le due mappature

	Mappatura solare cantonale					Tettosolare.ch				
	ottimo	buono	discreto	sufficiente	scarso	ottimo	buono	discreto	sufficiente	scarso
<b>Classi di insolazione media [kWh/m<sup>2</sup>/anno]</b>	≥ 1.300	1.230 ≤ x < 1.300	1.140 ≤ x < 1.230	980 ≤ x < 1.140	< 980	≥ 1.400	1.200 ≤ x < 1.400	1.000 ≤ x < 1.200	800 ≤ x < 1.000	< 800
<b>Superficie del tetto</b>	Geometrie delle falde frastagliate.					Rilievo di dettaglio più preciso al quale corrispondono superfici più ampie. Dataset SwissBUILDINGS 3D più completo e aggiornato.				
<b>Dati meteorologici</b>	Considerata la media climatologica di 20 anni (1981-2000) dei dati di irraggiamento globale di sei stazioni meteorologiche di MeteoSvizzera, estrapolati per tutto il territorio in base a MeteoNorm (copyright MeteoTest) e corrette in base all'altitudine e a effetti climatici locali.					Utilizzato un prodotto di MeteoSvizzera che deriva l'irraggiamento globale da dati satellitari per ogni anno, facendo una media sugli ultimi 10 anni (2004-2014).				
<b>Efficienza dei moduli fotovoltaici</b>	Rapporto di rendimento (rapporto tra reale immissione in rete e rendimento teoricamente ottenibile) pari a 0,15.					Rendimento medio dei moduli fotovoltaici maggiore e pari a 0,17 per tener conto dell'aumento del rendimento medio dei nuovi moduli negli anni.				
<b>Pendenza delle falde</b>	Minor precisione nel rilievo della pendenza e dunque inclinazioni minori.					Pendenza più accentuata nei tetti a falde.				
<b>Stima potenziale</b>	Fattori di riduzione del potenziale stimabile che considerano la riduzione della superficie della falda (no installazione sul bordo, spaziature per evitare l'ombreggiamento fra le file di moduli).					Potenziale stimato pari al massimo teorico possibile e potenziale con fattori di riduzione per la stima a livello comunale.				

Fonte: ISAAC

approfondite in maniera sintetica di seguito. La tabella [T. 1] schematizza le principali analogie e differenze tra la mappatura solare e tettosolare.ch.

Per meglio comprendere quanto queste differenze influiscono sulla stima del potenziale si riporta di seguito il confronto del dato stimato mediante l'utilizzo delle due differenti mappature a scala cantonale. In particolare, per quanto riguarda il confronto sul caso studio del Comune di Bellinzona possiamo dire che si sia riscontrato un +35% nella superficie dei tetti e un +4% sulla media dell'insolazione, mentre il rendimento medio dei moduli usato in tettosolare.ch è aumentato del 13%. Partendo dal potenziale solare dei singoli tetti di ogni comune definito da tettosolare.ch, si può stimare l'entità del potenziale di produzione di energia elettrica dell'intero territorio comunale, per risalire successivamente al potenziale di produzione di energia elettrica aggregato (ossia del territorio cantonale) e confrontarlo con quello stimato nella mappatura solare cantonale.

Che vengano applicati o meno i fattori di riduzione, dal calcolo emerge che il potenziale di produzione elettrica stimato

per il territorio cantonale è maggiore in tettosolare.ch [T. 2]. Nel primo caso, in cui il totale fornito in tettosolare.ch è un valore di potenziale massimo, che non considera riduzioni dovute ad elementi costruttivi e tipologie edilizie, la differenza nella stima del potenziale di produzione solare è del 188% in più rispetto alla mappatura solare cantonale. Applicando i fattori correttivi questa differenza si riduce al 49%.

**T. 2**  
Confronto delle stime del potenziale fotovoltaico sfruttabile definite dalle due differenti mappature solari

Confronto del potenziale di produzione elettrica (GWh)

	Mappatura solare cantonale	tettosolare.ch potenziale massimo	Differenza (%)
Ticino	1.751	5.046	+188
Bellinzona	183	509	+178
	Mappatura solare cantonale	tettosolare.ch con fattori di riduzione	Differenza (%)
Ticino	1.751	2.612	+49
Bellinzona	183	272	+49

Fonte: ISAAC

### **Analisi dei dati e risultati ottenuti: che percentuale sfruttiamo ad oggi rispetto al potenziale esistente?**

Il totale fornito per le singole falde nella banca dati federale tettosolare.ch è un valore potenziale massimo, che non considera riduzioni dovute ad elementi costruttivi ed ingombri presenti, ma fornisce un dato da cui partire, per affinare caso per caso ciò che è più idoneo all'installazione. Proprio per questo motivo sul sito è possibile scegliere la percentuale del tetto su cui installare i moduli.

Di recente l'Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito (ISAAC) della SUPSI ha svolto un'analisi ed applicato una metodologia sviluppata in ambiente GIS (*Geographic Information System*) che, partendo dal dato massimo fornito da tettosolare.ch, permette di fornire una stima dei potenziali (Soma, D'Ottavio e Cereghetti 2018b). Tale stima è stata effettuata applicando fattori di riduzione che tengono conto sia del fatto che una parte dei tetti non può essere sfruttata per la presenza di ingombri sia del fatto che, nel caso dei tetti piani, vi è una riduzione della superficie sfruttabile per la posa dei moduli inclinati atta a garantire adeguate distanze tra le file di moduli per evitare zone in ombra; inoltre, volendo definire un potenziale ragionevole di sfruttamento delle superfici si sono anche escluse le porzioni di tetto (falde) con un basso grado di insolazione: nello specifico si è considerato il potenziale delle falde con insolazione maggiore di 800 kWh/m<sup>2</sup>/anno in un caso, e maggiore di 1.000 kWh/m<sup>2</sup>/anno nell'altro.

Con la metodologia ISAAC è stato stimato un potenziale annuo di 2.548 GWh, considerando le falde con insolazione maggiore di 800 kWh/m<sup>2</sup>/anno e 2.248 GWh limitando il poten-

ziale disponibile ai casi con insolazione maggiore di 1.000 kWh/m<sup>2</sup>/anno.

Quest'analisi ha permesso di paragonare la produzione potenziale ottenuta con la produzione effettiva degli impianti già realizzati, partendo dai dati forniti da tettosolare.ch e dai dati raccolti annualmente nell'ambito del monitoraggio del PEC [F. 9]. Una prima stima della produzione a fine 2018 si attesta sugli 86,9 GWh, ciò significa che attualmente sfruttiamo il 3,3% del potenziale presente.

### **Prospettive future: facciate e sistemi non convenzionali**

L'attuale sviluppo della tecnica delle installazioni fotovoltaiche, la riduzione dei costi dei moduli, l'esigenza di incrementare l'energia prodotta da fonti rinnovabili secondo gli obiettivi della Strategia energetica 2050, unite alla maggiore attenzione verso la sostenibilità ambientale delle soluzioni scelte, stanno favorendo l'installazione di impianti fotovoltaici integrati nelle costruzioni o realizzati su supporti non convenzionali (traverse ferroviarie, tegole, lastre...).

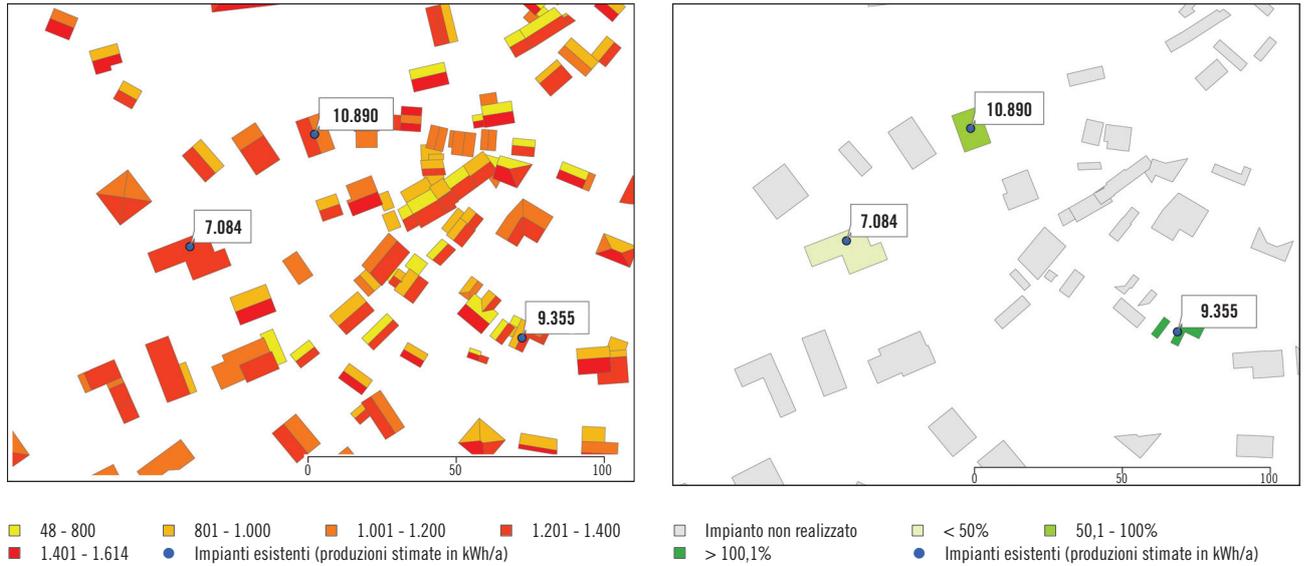
I pannelli in facciata, semplicemente fissati a coperture esistenti, con la sola funzione di produrre energia elettrica, stanno per essere superati da soluzioni completamente integrate alle strutture urbane con funzioni logistiche, paesaggistiche, architettoniche e sociali, senza per questo implicare la perdita di prestazioni in termini di efficienza produttiva.

Il Centro di competenza BiPV<sup>6</sup> (Building Integrated Photovoltaics), nato nel 2005 in seno all'ISAAC, ha lo scopo di integrare le competenze dei diversi attori che operano nel settore fotovoltaico.

<sup>6</sup> Per ulteriori approfondimenti: [www.bipv.ch/index.php/it](http://www.bipv.ch/index.php/it).

## F. 9

Esempio di confronto tra gli impianti fotovoltaici installati (pallini blu con relativa produzione annua in kWh/anno, rappresentati in entrambe le immagini) e i potenziali\*



\* L'immagine a sinistra mostra l'insolazione delle falde (in kWh/m<sup>2</sup>/anno, da quelle minori, in giallo, a quelle più elevate, in rosso), mentre l'immagine a destra mostra il rapporto sotto forma percentuale fra la produzione degli impianti installati (in kWh/anno) e la produzione potenziale possibile (in kWh/anno) per lo stesso edificio.

Fonte: ISAAC

## F. 10

Esempi di installazioni in facciata, realizzate nel 2018 su un edificio a Lugano (a sinistra) e sul palazzo positivo DeltaRosso a Vacallo (a destra)



Fonte: ISAAC



Fonti: Greenkey, deltaZERO, Luciano Carugo

Nel 2018 su un edificio a Lugano sono stati installati moduli in facciata [F. 10]. Tre delle quattro facciate (est, sud ed ovest) presentano moduli integrati all'edificio: un caso interessante non solo per la presenza di un elemento costruttivo innovativo, che viene integrato nel contesto urbano, ma anche per la ricerca. I dati raccolti dal fornitore dell'inverter (dati di produzione relativa ai singoli moduli), uniti alla sensoristica disposta sulle facciate, permettono infatti di acquisire informazioni importanti sul comportamento di questi sistemi in un contesto reale, nel quale fenomeni come ad esempio ombreggiamenti, surriscaldamenti, accumulo di sporcizia influiscono sulle prestazioni finali. Il monitoraggio di questi impianti può essere un'enorme fonte di informazioni, utile alla ricerca e all'innovazione ma anche alla comprensione e alla diagnosi delle problematiche, così da per-

mettere al sistema di mantenere la sua funzionalità nel tempo e di risolvere tempestivamente possibili inefficienze<sup>7</sup>.

Un altro caso d'interesse è l'edificio DeltaRosso a Vacallo, (consumi ed emissioni zero), dotato di doppia pompa di calore aria-acqua reversibile, collettori solari e moduli fotovoltaici satinati integrati in falda e facciata [F. 10].

Questi sono solo alcuni recenti esempi delle moderne installazioni fotovoltaiche che si stanno diffondendo a scala internazionale e i cui casi sono destinati con il tempo a divenire sempre più numerosi anche nel nostro cantone.

Alcune soluzioni non convenzionali – quali per esempio le installazioni realizzate sugli impianti di depurazione delle acque, sulla pavimentazione delle piste ciclabili o sulle traversine dei binari ferroviari [F. 11] – che rappresentano ad oggi installazioni poco diffuse o realizzate in

<sup>7</sup> Per ulteriori approfondimenti: [www.supsi.ch/isaac/servizi/fotovoltaico/analisi\\_monitoraggio\\_PV.html](http://www.supsi.ch/isaac/servizi/fotovoltaico/analisi_monitoraggio_PV.html).

## F.11

Moduli fotovoltaici retrattili sull'impianto di depurazione di Chur (prodotto della ditta dhp technology AG) e impianti integrati alle traversine ferroviarie (Traverse Greenrail Solar, sviluppate da Greenrail Group Srl)



Fonte: prodotto della ditta dhp technology AG



Fonte: Traverse Greenrail Solar, sviluppate da Greenrail Group Srl

progetti pilota, delle quali non sono ancora noti tutti gli aspetti di fattibilità tecnico-economica, sono destinate a diventare sempre più diffuse per il loro positivo impatto non solo in termini di produzione energetica ma soprattutto di integrazione architettonica e benefici ambientali.

ringrazia OASI per la costante collaborazione, il centro di competenza BiPV e il team Engineering dell'ISAAC per le informazioni e il materiale fornito.

## Conclusioni

Il Piano d'azione 2013 ha proposto una serie di provvedimenti atti a concretizzare quanto definito nel Piano energetico cantonale (PEC). Gli incentivi federali, cantonali (FER- fondo per le energie rinnovabili) e comunali insieme all'efficacia degli strumenti di sensibilizzazione quali la mappatura solare, hanno permesso di diminuire il divario tra il Ticino e la media svizzera nonché di raggiungere e superare gli obiettivi fissati dal PEC.

Nel portale energia del sito OASI è ora possibile consultare il nuovo catasto tetto solare.ch, che permetterà di identificare oltre alle parti di tetto, anche le facciate idonee, dal punto di vista dell'insolazione, alla posa di un impianto solare termico e/o fotovoltaico.

Nell'ottica di un cantone Ticino sempre più orientato allo sviluppo di quartieri innovativi e sostenibili, alla creazione di smart city, alla decentralizzazione dell'energia, alla comunicazione e informazioni a tutti i cittadini delle buone pratiche e delle nuove tecnologie sostenibili, l'esigenza di continuare a favorire lo sviluppo di progetti innovativi di integrazione dell'energia fotovoltaica sul territorio, diviene essenziale e di grande interesse per tutto il territorio.

## Ringraziamenti

Si ringraziano la Confederazione e il cantone Ticino per la fornitura dei dati utilizzati e tutte le aziende elettriche ticinesi per la costante collaborazione nella raccolta dei dati nell'ambito delle attività di accompagnamento al monitoraggio del Piano energetico cantonale. Si

## Bibliografia

Andretta, M.; Cereghetti, N. e Pampuri, L. (2013). Fotovoltaico in Ticino: situazione, potenziali e obiettivi. Dati – Statistiche e società.

Disponibile in: [www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare](http://www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare)

BFE (2016). Solarpotentialanalyse für Sonnendach.ch\_Schlussbericht.

DT e DFE (2013). Piano d'azione 2013 (2013). Disponibile in: [www4.ti.ch/generale/piano-energetico-cantonale/piano-energetico-cantonale-pec/piano-energetico-cantonale-pec/piano-dazione-2013/](http://www4.ti.ch/generale/piano-energetico-cantonale/piano-energetico-cantonale-pec/piano-energetico-cantonale-pec/piano-dazione-2013/)

DT e DFE (2010). Piano energetico cantonale (PEC). Disponibile in: [www.ti.ch/pec](http://www.ti.ch/pec)

ISAAC - SUPSI, Sezione protezione aria acque e suolo (SPAAS) (2018). Impianti fotovoltaici in Ticino (stato 31.12.2017).

Disponibile in: [www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare](http://www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare)

Klauser, D. (2016). Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. Bundesamt für Energie BFE. Solarpotentialanalyse für Sonnendach.ch. Schlussbericht.

Portmann, M.; Galvagno-Erny, D.; Lorenz, P.; Schacher, D. e Heinrich, R. (2016). BFE, Solarpotentialanalyse für Sonnendach.ch\_Schlussbericht. Sonnendach.ch: Berechnung von Potenzialen in Gemeinden, BFE.

Solar Power Europe (2018). Global Market Outlook For Solar Power/ 2018 - 2022.

Soma, L.; D'Ottavio, A. e Cereghetti, N. (2018a). Rapporto tecnico - Bilancio energetico cantonale 2017.

Soma, L.; D'Ottavio, A. e Cereghetti, N. (2018b). Rapporto sul potenziale degli impianti fotovoltaici in Cantone Ticino.

Swissolar, (2018). Markterhebung Sonnenenergie 2017.

Swisstopo. swissBUILDINGS3D 2.0.

Disponibile in: <https://shop.swisstopo.admin.ch> (consultato il 18.04.2019)