

Il presente volume rappresenta il risultato dell'attività di ricerca svolta nell'ambito del progetto europeo ENERSELVES in collaborazione tra la Regione Lazio ed il Centro di Ricerca Interdipartimentale CITERA dell'Università Sapienza di Roma.

ENERSERLVES è un progetto di Cooperazione Territoriale Europea approvato all'interno del Programma Interreg Europe 2014-2020, un programma comunitario atto a migliorare le politiche di sviluppo regionale, incentivando lo scambio di esperienze e buone pratiche tra Istituzioni pubbliche, e sostenuto dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR).

Il progetto è finalizzato all'individuazione di *best practices* per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio della Regione Lazio, supportando l'integrazione delle Fonti di Energia Rinnovabili (FER) negli edifici, promuovendo nuove politiche o migliorando quelle esistenti, al fine di potenziare l'autoconsumo di energia prodotta da fonti rinnovabili negli edifici. Il risultato propone interventi o strategie dipendenti dalla zona climatica di attuazione che consentano di massimizzare i benefici nell'intero sistema edificio-impianto.

SOFIA AGOSTINELLI

# DEEP

DEEP RENOVATION

# RENOVATION

CRITERI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI



**Sofia Agostinelli**, ingegnere, è laureata in Gestione del Progetto e della Costruzione dei Sistemi Edilizi presso l'Università Sapienza di Roma, dove frequenta il Dottorato di Ricerca in Energia e Ambiente. E' docente di Project Management presso la Facoltà di Architettura della stessa Università. Svolge attività di ricerca presso il CITERA (Centro di Ricerca Interdipartimentale Territorio, Edilizia, Restauro e Ambiente) nell'ambito del miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici e della digitalizzazione applicata alla gestione dei processi edilizi e dei sistemi ambientali, nel ruolo di project manager in gruppi di ricerca nazionali ed internazionali.



CENTRO DI RICERCA  
INTERDISCIPLINARE TERRITORIO  
EDILIZIA RESTAURO AMBIENTE CITERA

SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA



ISBN 979-12-200-5959-6



REGIONE  
LAZIO



LINEE GUIDA PER  
L'EFFICIENTAMENTO  
ENERGETICO DI  
EDIFICI RESIDENZIALI  
DELLA REGIONE LAZIO

## **Regione Lazio**

Assessorato alle Politiche abitative, Urbanistica, Ciclo dei Rifiuti e impianti di trattamento, smaltimento e recupero

*Assessore:* Massimiliano Valeriani

Direzione Regionale per le Politiche Abitative e la Pianificazione Territoriale, Paesistica e Urbanistica

*Direttore:* Manuela Manetti

Area Edilizia Residenziale Sovvenzionata

*Dirigente ad interim:* Pierpaolo Rocchi

Servizio Progettazione Europea

Ferdinando Rossi

Coordinamento tecnico regionale

Giulia Santini

Collaboratore

Emanuele Caprodossi (LAZIOcrea SpA)

Ricerca, raccolta ed elaborazione a cura del Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente (CITERA) della Sapienza - Università di Roma

*Coordinatore:* Prof. Marco Casini

Sofia Agostinelli

Fabrizio Cumo

Elisa Pennacchia

Matteo Sforzini

This research activity is carried out within the European project ENERSELVES in collaboration between the Lazio Region and the CITERA Interdepartmental Research Center of the University of Rome "Sapienza" aimed at identifying best practices for the energy efficiency of the residential building of the Lazio Region. The main objectives of the project are:

- Support the integration of Renewable Energy Sources in buildings;
- Promote new policies or improve existing policies in order to enhance the self-consumption of energy produced from renewable sources in buildings;
- Propose interventions or strategies, dependent on the climatic zone of implementation, which allow to maximize the benefit from the use of renewable sources.

The ENERSELVES project is a European Territorial Cooperation project, approved within the 2014-2020 Interreg Europe Program, a community program aimed at improving regional development policies by promoting the exchange of experiences and good practices between public institutions, and supported by the European Fund of Regional Development.

\*\*\*

L'attività di ricerca è stata svolta nell'ambito del progetto europeo ENERSELVES in collaborazione con la Regione Lazio ed il centro Interdipartimentale di ricerca CITERA dell'Università di Roma "Sapienza" finalizzata alla individuazione di best practice per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio residenziale della Regione Lazio. Gli obiettivi principali del progetto sono:

- Supportare l'integrazione delle Fonti di Energia Rinnovabili negli edifici;
- Promuovere nuove politiche o migliorare le politiche esistenti al fine di potenziare l'autoconsumo di energia prodotta da fonti rinnovabili negli edifici;
- Proporre interventi o strategie, dipendenti dalla zona climatica di attuazione, che consentano di massimizzare il beneficio provenienti dall'uso di fonti rinnovabili.

Il Progetto ENERSELVES è un progetto di Cooperazione Territoriale Europea, approvato all'interno del Programma *Interreg Europe 2014-2020*, programma comunitario atto a migliorare le politiche di sviluppo regionale incentivando lo scambio di esperienze e buone pratiche tra Istituzioni pubbliche, e sostenuto dal *Fondo Europeo di Sviluppo Regionale*.

## INDICE

<b>Introduzione</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Descrizione della metodologia adottata per la redazione delle Linee Guida</b> ....	<b>10</b>
1.1 Quadro normativo .....	11
<b>2. Analisi delle categorie di interventi di efficientamento</b> .....	<b>14</b>
2.1 Generalità .....	14
2.2 Ambito di applicazione .....	15
<b>3. Diagnosi energetica finalizzata alla riduzione delle dispersioni e all’ottimizzazione della produzione energetica</b> .....	<b>20</b>
<b>4. Embodied energy correlata alle attività di manutenzione</b> .....	<b>25</b>
<b>5. Installazione di sistemi di isolamento per l’involucro edilizio</b> .....	<b>32</b>
5.1 Chiusure verticali.....	33
5.1.1 Tipologie di chiusure verticali opache.....	34
5.1.2 Tipologie di chiusure verticali trasparenti.....	35
5.2 Evoluzione della tecnologia delle chiusure verticali .....	37
5.2.1 Chiusure verticali opache .....	38
5.2.2 Chiusure verticali trasparenti .....	40
5.3 Strategie di intervento .....	41
5.3.1 Soluzioni per efficientare la parete perimetrale verticale opaca .....	42
5.3.2 Soluzioni per efficientare l’involucro trasparente.....	48
<b>6. Efficientamento dei sistemi di riscaldamento</b> .....	<b>57</b>
6.1 Generatore di calore.....	58
6.1.1 Manutenzione del generatore di calore .....	58
6.1.2 Sostituzione del generatore di calore .....	59
6.2 Rete di distribuzione dell’impianto di riscaldamento.....	68
6.2.1 Coibentazione delle tubazioni.....	69
6.2.2 Sostituzione delle unità terminali di emissione .....	69
6.3 Sistemi di termoregolazione .....	75
6.3.1 Regolazione climatica .....	75
6.3.2 Regolazione di zona.....	76
6.3.3 Regolazione ambiente.....	77
6.3.4 Sistemi domotici .....	77
<b>7. Sistemi di efficientamento per la produzione di acqua calda sanitaria</b> .....	<b>79</b>
7.1 Solare termico.....	79
7.2 Impianti geotermici a bassa temperatura.....	87

<b>8.</b>	<b>Efficientamento dei sistemi di raffrescamento e ventilazione .....</b>	<b>95</b>
8.1	Sistemi a pompa di calore per il raffrescamento attivo.....	95
8.2	Sistemi per il raffrescamento passivo .....	98
8.3	Sistemi di raffrescamento evaporativo.....	100
8.4	Sistema innovativo a “travi fredde” .....	102
<b>9.</b>	<b>Efficientamento dei sistemi di illuminazione.....</b>	<b>105</b>
9.1	Strategie di intervento .....	105
9.1.1	Relamping LED .....	106
9.1.2	Rifacimento completo dell’impianto di illuminazione .....	106
9.2	Vantaggi della tecnologia LED .....	107
9.3	Individuazione dei sistemi applicabili agli edifici residenziali e della Pubblica Amministrazione .....	109
9.4	Indicazioni per l’efficientamento dei sistemi di illuminazione.....	120
9.5	Impianto di illuminazione esterna .....	122
9.6	Manutenzione e gestione dei sistemi illuminotecnici.....	123
<b>10.</b>	<b>Sistemi fotovoltaici.....</b>	<b>125</b>
10.1	Sistemi di accumulo .....	128
10.2	Principali applicazioni del fotovoltaico nell’edilizia residenziale.....	129
<b>APPENDICE A: Diagnosi energetica realizzata su un edificio residenziale di proprietà dell’ATER del comune di Roma finalizzata ad una riqualificazione energetico ambientale.....</b>		<b>141</b>
A.1	Inquadramento territoriale dell’edificio oggetto di studio nel quartiere San Saba a Roma ..	141
A.2	Analisi energetica dell’edificio .....	143
A.2.1	Chiusure verticali opache e trasparenti .....	145
A.2.2	Sistemi di illuminazione.....	147
A.3	Applicazione congiunta di tutti gli interventi.....	148
<b>APPENDICE B: Diagnosi energetica realizzata su un edificio non residenziale di proprietà della Camera dei Deputati finalizzata all’individuazione di interventi di riqualificazione energetica.....</b>		<b>150</b>
B.1	Presentazione generale del sito.....	150
B.2	Descrizione del “sistema edificio-impianto” .....	152
B.3	Analisi dei consumi energetici e valutazione dei costi di esercizio .....	158
B.4	Interventi di riqualificazione energetica .....	159
B.4.1	Pellicole filtranti sui vetri.....	159
B.4.2	Sostituzione degli infissi.....	160
B.4.3	Coibentazione delle pareti verticali interne.....	160
B.4.4	Sostituzione dei corpi illuminanti con nuovi elementi a LED .....	160
B.4.5	Sostituzione delle caldaie .....	161
B.4.6	Soluzioni proposte .....	162

B.5 Conclusioni.....	162
<b>APPENDICE C: Incentivi per gli interventi di efficientamento energetico .....</b>	<b>164</b>
C.1 Il ruolo delle Energy Service Companies .....	164
C.2 Il ruolo del Gestore dei Servizi Energetici .....	167
C.3 Certificati Bianchi o Titoli di Efficienza Energetica .....	167
C.4 Conto termico.....	168
C.5 Detrazione fiscale.....	171
C.6 Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica .....	172
<b>ALLEGATO A: Schede tecniche materiali involucro opaco.....</b>	<b>174</b>
<b>ALLEGATO B: Schede tecniche materiali involucro trasparente.....</b>	<b>185</b>
<b>ALLEGATO C: Schede tecniche sistemi e dispositivi per il controllo illuminotecnico .....</b>	<b>186</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>195</b>

## 10. Sistemi fotovoltaici

di Elisa Pennacchia

L'elemento base di un impianto fotovoltaico è la cella, una piccola lastra di materiale semiconduttore costituita generalmente da silicio. La radiazione solare incidente sulla cella consente di mettere in movimento gli elettroni presenti nel materiale, producendo in questo modo una corrente continua. Il modulo fotovoltaico, normalmente composto da un numero di celle pari a 60 o 72, è testato in condizioni standard con una irradianza di  $1 \text{ kW/m}^2$  alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$ ; la potenza elettrica fornita in queste condizioni viene chiamata potenza nominale o potenza di picco ( $\text{kW}_p$ ). L'energia elettrica prodotta sarà, ovviamente, proporzionale all'energia solare incidente che, inferiore al valore di prova, può variare nel corso della giornata, delle stagioni e delle condizioni atmosferiche. Le singole celle fotovoltaiche vengono unite tra loro a formare un modulo o pannello, che a sua volta è collegato in serie ad altri moduli costituendo una stringa; quest'ultima è collegata in parallelo ad altre analoghe. La quantità di energia solare che raggiunge la superficie terrestre e che può essere raccolta utilmente da un dispositivo fotovoltaico, è chiamata irraggiamento. Quest'ultimo è, infatti, la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno ( $\text{kWh/m}^2\text{giorno}$ ). Il valore istantaneo della radiazione solare incidente sull'unità di superficie viene invece denominato radianza ( $\text{kW/m}^2$ ). L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia, ecc.) e dipende dalla latitudine del luogo, crescendo quanto più ci si avvicina all'equatore.

In Italia, l'irraggiamento medio annuale sul piano orizzontale varia così come riportato:

- $3,6 \text{ kWh/m}^2\text{giorno}$  della pianura padana;
- $4,7 \text{ kWh/m}^2\text{giorno}$  del centro Sud;
- $5,4 \text{ kWh/m}^2\text{giorno}$  della Sicilia.

L'orientamento consigliato per un pannello fotovoltaico è quello verso sud con un'inclinazione uguale all'angolo di latitudine del sito stesso; questa configurazione consente di ridurre maggiormente le disparità tra la producibilità invernale ed estiva.

INCLINAZIONE \ ORIENTAMENTO	0°	30°	60°	90°
Est	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ovest	0,93	0,96	0,88	0,66
Ovest	0,93	0,90	0,78	0,55

Tabella 16. Fattori di correzione per inclinazione ed orientamento

Oltre al giusto orientamento e alla corretta inclinazione è importante valutare l'eventuale presenza di ostruzioni all'irraggiamento solare tramite l'impiego di software in grado di



simulare l'interazione tra l'edificio oggetto d'intervento e il sole. In base alle condizioni d'installazione, alle scelte impiantistiche, al tipo di applicazione a cui l'impianto è destinato, al grado di integrazione nella struttura edilizia, si distinguono varie tipologie di impianto. Esistono sistemi non collegati alla rete elettrica detti isolati (stand-alone) e sistemi collegati alla rete. I primi sono costituiti da moduli fotovoltaici, regolatore di carica e sistema di batterie che garantisce l'erogazione di corrente anche nelle ore di illuminazione limitata o di buio. La corrente generata è continua e richiede perciò un inverter se l'utenza è costituita da apparecchiature che prevedono una alimentazione in corrente alternata. Questa tipologia risulta tecnicamente ed economicamente vantaggiosi nei casi in cui la rete elettrica è assente o difficilmente raggiungibile, sostituendo spesso i gruppi elettrogeni. In Italia sono stati realizzati molti impianti fotovoltaici di elettrificazione rurale e montana soprattutto nel Sud, nelle isole e sull'arco alpino. I sistemi collegati alla rete elettrica, consentono di usufruire dell'energia nelle ore in cui i pannelli fotovoltaici non producono energia necessaria a coprire la domanda di elettricità. Viceversa, quando il sistema fotovoltaico produce energia elettrica in più, il surplus viene trasferito alla rete e contabilizzato.

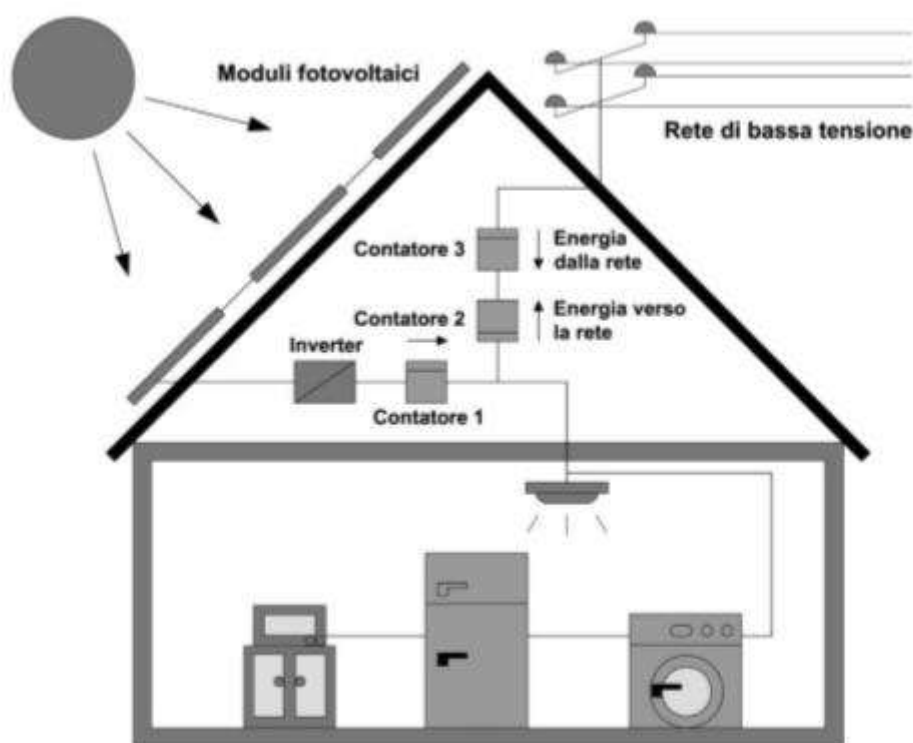


Figura 50. Schema di un sistema collegato alla rete

Gli impianti più diffusi per uso residenziale di piccola taglia hanno potenze comprese tra 1,5 e 3,0 kW<sub>p</sub> e vengono installati su coperture e facciate degli edifici ma possono essere anche integrati su superfici vetrate, su dispositivi di protezione solare o su elementi architettonici accessori come parapetti di balconi o pensiline. Nel caso di impianti integrati negli edifici la corrente continua generata istantaneamente dai moduli, viene trasformata in corrente alternata e immessa nella rete interna dell'edificio utilizzatore, in parallelo alla rete di

distribuzione pubblica. I moduli fotovoltaici possono essere integrati anche su componenti tradizionali come ad esempio coppi di argilla o in tegole o possono sostituire quest'ultime con elementi piatti realizzati interamente in silicio. Il rendimento energetico è maggiore quando la temperatura dei moduli fotovoltaici è più bassa durante l'irraggiamento solare; questo richiede nel caso di facciate fotovoltaiche ad esempio, l'applicazione dei pannelli nelle zone più "fredde" delle facciate, come ad esempio parapetti, corpi ascensore e altre superfici opache, orientati sempre verso sud-est o sud-ovest e non nelle zone ombreggiate.

A titolo indicativo alle latitudini dell'Italia centro-meridionale 1 m<sup>2</sup> di moduli può produrre in media 0,3-0,4 kWh al giorno nel periodo invernale e 0,6-0,8 kWh in quello estivo; si tenga conto che 1 kWp corrisponde a moduli di superficie complessiva pari a circa 5-6 m<sup>2</sup> se in silicio monocristallino e circa 7-8 m<sup>2</sup> se in silicio policristallino. Le strutture di supporto devono essere realizzate in modo tale da garantire una durata pari almeno a quella dell'impianto, cioè circa 25-30 anni, devono essere montate in modo da permettere un facile accesso: ai moduli per la manutenzione e la pulizia, alle scatole di giunzione elettrica, per ispezione e manutenzione. I generatori fotovoltaici collocati sui tetti e sulle coperture non devono ovviamente interferire con la impermeabilizzazione e la coibentazione. Fra i moduli è necessario interporre uno spazio vuoto, da un minimo di 5 mm, per i generatori posti parallelamente e a poca distanza da altre superfici fisse, fino a 5 cm, per i generatori sui quali la pressione del vento può raggiungere valori elevati.

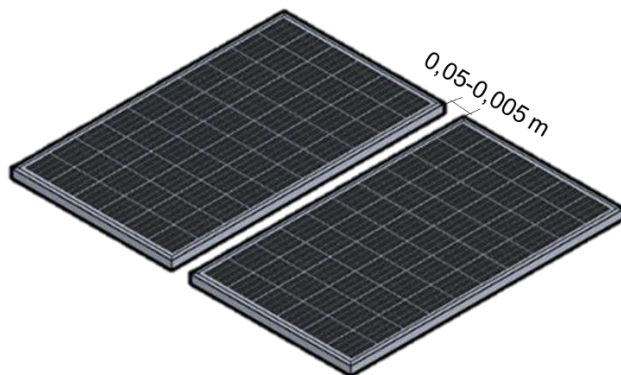


Figura 51. Distanza media tra i moduli fotovoltaici

La manutenzione di un impianto fotovoltaico è riconducibile a quella di un impianto elettrico. I moduli, che rappresentano la parte attiva dell'impianto che converte la radiazione solare in energia elettrica sono costituiti da materiali, praticamente inattaccabili dagli agenti atmosferici, come è dimostrato da esperienze in laboratorio e in campo. I moduli fotovoltaici maggiormente presenti sul mercato si possono classificare nelle seguenti categorie:

- *Moduli fotovoltaici con celle solari in silicio monocristallino*: dato l'elevato livello di rendimento sono i più efficienti sul mercato. Questa tipologia di pannelli richiede una minore quantità di spazio per ottenere l'energia desiderata rispetto ad altri tipi, tendono a durare più a lungo, inoltre funzionano meglio delle altre tipologie di pannelli classificati nella stessa categoria a condizioni di minor intensità solare e a

temperature inferiori. Il principale svantaggio è l'elevato costo a causa dello spreco significativo di silicio in fase di produzione;

- *Moduli fotovoltaici con celle solari in silicio policristallino*: sono i più diffusi attualmente sul mercato, presentano un minor costo dal momento che i "wafer" di silicio sono già quadrati e vi è quindi un minor spreco. Essi hanno una tolleranza al calore superiore a quelli realizzati in silicio monocristallino e quindi tendono ad aver migliori risultati quando sono impiegati ad alte temperature. Non sono però efficienti come quelli monocristallini poiché il silicio è meno puro e di conseguenza è necessario coprire una superficie maggiore per produrre la stessa potenza elettrica;
- *Moduli fotovoltaici con celle solari di silicio amorfo*: utilizzano minori quantità di silicio rispetto ad ambedue le precedenti tipologie. Sono più economici di quelli in silicio cristallino poiché il processo di produzione che si utilizza è relativamente semplice e richiede solo piccole quantità di silicio. I moduli in silicio amorfo possono essere resi flessibili e quindi possono facilmente essere posizionati su superfici curve. Offrono prestazioni migliori in condizioni di luce non favorevoli e reagiscono meglio in casi di copertura parziale, come sotto ombra, sporcizia e neve rispetto ai pannelli cristallini. Il principale svantaggio è che hanno un tempo di vita inferiore rispetto ai moduli in silicio cristallino, infatti a distanza di poco tempo dall'installazione, i moduli subiscono un brusco calo di efficienza che può arrivare anche al 20%.

## 10.1 Sistemi di accumulo

Lo storage fotovoltaico è un sistema di accumulo dell'energia elettrica prodotta dai pannelli solari fotovoltaici e consente di accumulare l'energia in eccesso prodotta dai pannelli solari nelle ore del giorno per utilizzarla nelle ore serali, quando l'impianto non la produce. L'energia prodotta in eccesso durante le ore del giorno può essere:

- Ceduta alla rete elettrica nazionale. In questo caso, l'utente ha un doppio contatore e doppie tariffe. Uno dedicato all'energia ceduta a credito e l'altro all'energia consumata a debito. È possibile soltanto per gli impianti fotovoltaici collegati alla rete.
- Accumulata negli storage fotovoltaici in casa per essere consumata nelle ore serali. In questo caso, l'energia prodotta dai pannelli non viene ceduta alla rete elettrica ma stoccata temporaneamente per l'autoconsumo. Questa soluzione è valida anche per gli impianti fotovoltaici isolati (stand alone).

Lo storage fotovoltaico è composto da un sistema di batterie agli ioni di litio. Sono le stesse utilizzate dalle auto elettriche. Queste batterie ricaricabili consentono di accumulare ed erogare una discreta quantità di energia elettrica. Durante le ore del giorno i pannelli solari fotovoltaici ricaricano le batterie dello storage con l'energia solare. Nelle ore serali e notturne l'impianto fotovoltaico cessa di produrre elettricità. Quando l'utente consuma elettricità nelle ore serali o notturne, l'energia viene erogata dallo storage, in completa autonomia dalla rete elettrica. In questo modo nelle ore serali l'utente consuma l'elettricità prodotta dai suoi pannelli solari fotovoltaici nel corso del giorno. L'energia prodotta dal tetto fotovoltaico viene immagazzinata e utilizzata nel momento in cui l'utente ne ha bisogno. Durante le ore di

autoconsumo l'utente può essere indipendente quasi al 100% dalla rete elettrica. Le principali caratteristiche da considerare in un sistema di accumulo fotovoltaico domestico sono:

- la capacità;
- la durata;
- l'inverter;
- l'efficienza di carica e scarica;
- le dimensioni e il peso

La prima caratteristica essenziale da considerare è la capacità dello storage ed è misurata in kWh. La scelta deve essere proporzionata alla potenza dell'impianto fotovoltaico a cui sarà collegato. Tanto maggiore è la capacità dello storage, tanto più a lungo il sistema può accumulare ed erogare energia elettrica. Sul mercato esistono sistemi di storage da 1 a 12 kWh: al di sotto dei 2,5 kWh sono storage per piccoli impianti; al di sopra dei 2,5 kWh, sono storage per impianti fotovoltaici di medie dimensioni. Un sistema di storage da 5 kWh occupa circa 1 m<sup>2</sup>. Il peso è comunque elevato.

## **10.2 Principali applicazioni del fotovoltaico nell'edilizia residenziale**

Come sopra descritto i sistemi fotovoltaici presi in esame sono dei tre tipi più comuni ed efficienti presenti sul mercato al momento. I pannelli fotovoltaici con celle solari di silicio monocristallino: sono in assoluto i più efficienti ma sono quelli con il costo più elevato. I pannelli fotovoltaici con celle solari di silicio policristallino sono i più diffusi e consigliati per rapporto efficienza costo iniziale. I pannelli fotovoltaici con celle solari di silicio amorfo sono i più economici sul mercato e offrono diverse soluzioni di montaggio, l'efficienza è leggermente minore rispetto agli altri due tipi di pannelli. I pannelli fotovoltaici possono essere posizionati su tetti a falda oppure su tetti piani con apposito sostegno metallico inclinato. I pannelli fotovoltaici sono spesso vistosi e visibili modificando l'aspetto dell'edificio, per questo motivo, soprattutto quando si vuole installare il sistema in un edificio con vincoli architettonici, esistono in commercio diverse soluzioni "invisibili"; la più performante è quella che prevede coppi con moduli fotovoltaici integrati, questa tecnologia rende il fotovoltaico disponibile e praticabile anche su edifici di valenza architettonica poiché permettono di essere installati senza gravare sull'aspetto generale dell'edificio. Dove non sia possibile l'installazione sui tetti, è prevista anche l'installazione a terra a patto di garantire sempre ai pannelli adeguata esposizione solare; altri sistemi invece possono essere installati sulle pareti esterne verticali attraverso una intelaiatura metallica e fungono da brise soleil, sono spesso usati in edifici con destinazione d'uso non residenziale. Di seguito si riporta un abaco delle soluzioni più efficienti esistenti sul mercato per le differenti tipologie di sistemi fotovoltaici sopra illustrate.

Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Modulo fotovoltaico monocristallino



### CARATTERISTICHE

La cella solare a 5 busbar utilizza una nuova tecnologia per migliorare l'efficienza dei moduli, offrendo un impatto estetico migliore, perfetto per l'installazione sul tetto. L'efficienza di conversione del modulo è più alta (fino al 20,38%) grazie alla struttura a semi-cella (caratteristiche di bassa resistenza). L'avanzata testurizzazione della superficie di vetro e della cella solare consente eccellenti prestazioni in ambienti a bassa luminosità. Certificato per resistere a forti carichi di vento (2400 Pascal) e neve (5400 Pascal). Resistenza a nebbia salina e ammoniacale.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	390	Tensione alla massima potenza (V)	41.1
Efficienza (%)	19.8	Resistenza Vento/Neve (Pa)	2400/5400
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	-0.28	Dimensioni (bxhxp)	100x200x4
Corrente alla massima potenza (A)	9.49	Peso (Kg)	22.5

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	I pannelli sono fissati tra di loro tramite appositi supporti e giunzioni metalliche.
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**

Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**

Salva Spazio: **SI**

Impatto visivo: **BASSO**

Incentivi Fiscali: **SI**

Costo Iniziale: **MEDIO**

Manutenzione: **BASSA**

Zone Costiere: **SI**

### POSIZIONAMENTO



## Modulo fotovoltaico in silicio Cristallino su vetro



### CARATTERISTICHE

Modulo fotovoltaico realizzato in vetro e silicio mono o policristallino, caratterizzato da una alta efficienza energetica. Grazie alle numerose combinazioni di celle e alle differenti strutture di supporto realizzabili è utilizzabile per facciate ventilate, pensiline e brisolell. Le celle di silicio mono o policristallino possono avere diverse concentrazioni a seconda della luminosità ambientale.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	163 148	Trasmittanza termica U (W/m <sup>2</sup> K)	5.2 0.73
Efficienza (%)	16.3 14.8	Resistenza ad impatto	1B1
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	-0.45	Isolamento al Fuoco	B-s1,d0
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	16 - 41	Assorbimento acustico (dB)	32

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera I pannelli sono fissati tra di loro tramite appositi supporti metallici integrati al pannello stesso.
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

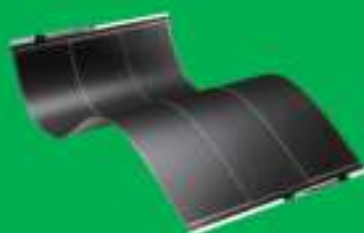
### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: <b>SI</b>	Incentivi Fiscali: <b>SI</b>
Idoneo per Ristrutturazioni: <b>SI</b>	Costo Iniziale: <b>MEDIO</b>
Salva Spazio: <b>SI</b>	Manutenzione: <b>NORMALE</b>
Impatto visivo: <b>ALTO</b>	Zone Costiere: <b>NO</b>

### POSIZIONAMENTO



## Modulo fotovoltaico flessibile



### CARATTERISTICHE

Il modulo fotovoltaico, adesivo, facilmente configurabile per molteplici applicazioni, consente una rapida installazione e integrazione di sistemi a basso costo con una vasta gamma di substrati del tetto, come EPDM, TPO ed altre combinazioni di materiali.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	<input type="text" value="87"/> <input type="text" value="109"/>	Resistenza agli urti (mm)	<input type="text" value="1250"/>
Efficienza (%)	<input type="text" value="8.7"/> <input type="text" value="10.9"/>	Resistenza a impatto (Kps)	<input type="text" value="60"/>
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	<input type="text" value="-0.48"/>	Reazione al Fuoco	<input type="text" value="F"/>
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	<input type="text" value="1220"/>		

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

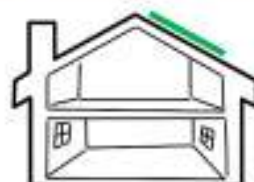
Con giunzioni metalliche	<input type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera Viene fatto aderire alla superficie tramite un apposito adesivante e successivamente viene pressato attraverso rulli che rendono perfettamente coeso il pannello.
Con malta o colle	<input checked="" type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**  
 Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**  
 Salva Spazio: **SI**  
 Impatto visivo: **BASSO**

Incentivi Fiscali: **SI**  
 Costo Iniziale: **MEDIO**  
 Manutenzione: **BASSA**  
 Zone Costiere: **NO**

### POSIZIONAMENTO



Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Modulo fotovoltaico flessibile ed impermeabile



### CARATTERISTICHE

Sistemi impermeabili fotovoltaici composti da modulo non convenzionale, formato da una speciale membrana in APAO - 35 Phoenix solar tech o un manto sintetico PVC - TPO, accoppiato in maniera inscindibile, in adesione, o con sistema d'aggancio fisico/meccanico, al pannello fotovoltaico in film sottile di silicio amorfo.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	68	Resistenza agli urti (mm)	1250
Efficienza (%)	6.8	Resistenza a impatto (Kps)	60
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	-0.21	Reazione al Fuoco	F
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	528		

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera Viene fatto aderire alla superficie tramite un apposito adesivante e successivamente viene pressato attraverso rulli che rendono perfettamente coeso il pannello.
Con malta o colle	<input checked="" type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**

Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**

Salva Spazio: **SI**

Impatto visivo: **BASSO**

Incentivi Fiscali: **SI**

Costo Iniziale: **MEDIO**

Manutenzione: **BASSA**

Zone Costiere: **NO**

### POSIZIONAMENTO





Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Modulo fotovoltaico in silicio amorfo su vetro trasparente



### CARATTERISTICHE

Modulo fotovoltaico disponibile in varie dimensioni realizzato con vetro e film sottile di silicio amorfo, con buona efficienza per la condizione di luce diffusa, può raggiungere una trasparenza del 30%. Grazie al suo grado di trasparenza si può utilizzare per la realizzazione di lucernari, finestre, facciate ventilate e continue e nella ristrutturazione di edifici storici, a seconda della stratificazione utilizzata.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	27 - 56	Trasmittanza termica U (W/m <sup>2</sup> K)	5.2 - 5.7
Efficienza (%)	2.7 - 5.6	Resistenza ad impatto	Class 3
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	-0.19	Isolamento al Fuoco	B-s1,d0
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	16 - 41	Assorbimento acustico (dB)	32 - 34

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera I pannelli generalmente sono fissati tra di loro tramite giunzioni metalliche che costituiscono il telaio su cui fissarli. Altrimenti, nel caso di facciate continue sono fissati tra di loro tramite fissaggi meccanici puntuali.
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**  
Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**  
Salva Spazio: **SI**  
Impatto visivo: **NESSUNO**

Incentivi Fiscali: **SI**  
Costo Iniziale: **MEDIO**  
Manutenzione: **ALTA**  
Zone Costiere: **SI**

### POSIZIONAMENTO



Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Modulo fotovoltaico in silicio amorfo su vetro colorato calpestabile



### CARATTERISTICHE

Modulo realizzato in vetro e film sottile di silicio amorfo. Ha la caratteristica di essere calpestabile ed è costituito da una superficie piana di vetro antiscivolo, può essere configurato come un normale pavimento in colori neutri o retro illuminato dall'energia auto generata. Può essere utilizzato per pavimentare terrazze e per lucernari calpestabili. Ha un ridotto rendimento ma è in grado di utilizzare la luce diffusa, può essere utilizzato anche per la pavimentazione d'interni.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) <small>Con irraggiamento medio di 1000 W/m<sup>2</sup></small>	27 - 58	Trasmittanza termica U (W/m <sup>2</sup> K)	5.2
Efficienza (%)	2.7 - 5.8	Resistenza ad impatto	Class 3
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	-0.19	Isolamento al Fuoco	B-s1,d0
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	41	Assorbimento acustico (dB)	34

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera I pannelli sono fissati tra di loro tramite appositi supporti e giunzioni metallici per pavimentazioni.
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: <b>SI</b>	Incentivi Fiscali: <b>SI</b>
Idoneo per Ristrutturazioni: <b>SI</b>	Costo Iniziale: <b>ALTO</b>
Salva Spazio: <b>SI</b>	Manutenzione: <b>NORMALE</b>
Impatto visivo: <b>NESSUNO</b>	Zone Costiere: <b>SI</b>

### POSIZIONAMENTO



Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Modulo fotovoltaico in vetro per strutture verticali



### CARATTERISTICHE

Pannello fotovoltaico in vetro trasparente e film sottile, è disponibile in colore neutro, bruno rossastro e giallo oro. Ha la particolarità tecnica di generare energia da entrambi i lati del pannello e per questo è consigliato per installazioni verticali, particolarmente adatto per parapetti e recinti. Inoltre, è in grado di filtrare i raggi UV e garantisce buoni livelli di isolamento acustico.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	<input type="text" value="40"/> <input type="text" value="103"/>	Trasmittanza termica U (W/m <sup>2</sup> K)	<input type="text" value="5.04"/>
Efficienza (%)	<input type="text" value="4 - 10.3"/>	Resistenza ad impatto	<input type="text" value="1B1"/>
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	<input type="text" value="-0.16"/>	Isolamento al Fuoco	<input type="text" value="B-s1,d0"/>
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	<input type="text" value="20"/>	Assorbimento acustico (dB)	<input type="text" value="40"/>

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera I pannelli vengono fissati tramite profili metallici o fissaggi meccanici puntuali.
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**

Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**

Salva Spazio: **SI**

Impatto visivo: **ALTO**

Incentivi Fiscali: **SI**

Costo Iniziale: **MEDIO**

Manutenzione: **BASSA**

Zone Costiere: **NO**

### POSIZIONAMENTO



## Frangisole fotovoltaico



### CARATTERISTICHE

Frangisole fotovoltaico che permette al tempo stesso di regolare luminosità e temperatura all'interno degli ambienti e produrre energia.

Il film sottile di fotovoltaico è inserito in vetro stratificato antigrandine, viene montato su una struttura leggera composta da un tubo centrale in alluminio estruso e supporti porta pannelli in alluminio forgiato. È integrabile sia in facciate continue che nelle schermature delle finestre.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	<input type="text" value="73"/> <input type="text" value="104"/>	Resistenza agli urti (mm)	<input type="text" value="1250"/>
Efficienza (%)	<input type="text" value="7.3"/> <input type="text" value="10.4"/>	Resistenza a impatto (m/s)	<input type="text" value="23"/>
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	<input type="text" value="0.19"/> <input type="text" value="0.25"/>	Isolamento al Fuoco	<input type="text" value="B-s1,d0"/>
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	<input type="text" value="375"/>		

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera Le mensole si poggiano su telai in acciaio
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: <b>NO</b>	Incentivi Fiscali: <b>SI</b>
Idoneo per Ristrutturazioni: <b>SI</b>	Costo Iniziale: <b>ALTO</b>
Salva Spazio: <b>NO</b>	Manutenzione: <b>ALTA</b>
Impatto visivo: <b>ALTO</b>	Zone Costiere: <b>SI</b>

### POSIZIONAMENTO



Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Coppo in cotto con fotovoltaico integrato



### CARATTERISTICHE

Coppo fotovoltaico disponibile in varie colorazioni ed effetti favorendo in particolare l'integrazione negli edifici esistenti. La posa non necessita di staffe di fissaggio, quindi, vengono eliminate le problematiche connesse con possibili infiltrazioni e ponti termici.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m <sup>2</sup> ) Con irraggiamento medio di 1000 W/m <sup>2</sup>	142	Trasmittanza termica U (W/m <sup>2</sup> K)	45
Efficienza (%)	14.3	Carico Massimo (Pa)	5400
Coefficiente perdita di potenza (%/C°)	-0.45	Resistenza ad impatto (m/s)	23
Massa Volumica (kg/m <sup>3</sup> )	4125		

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera Si dovrà predisporre la micro ventilazione secondo le normative. Disporre la prima fila di coppi di canale, fissandola con ganci di partenza. Si ricoprirà la prima fila di coppi di canale con una fila di coppi di coperta "tre quarti" e si fisserà con viti. Si procederà con le restanti file.
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**  
Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**  
Salva Spazio: **SI**  
Impatto visivo: **BASSO**

Incentivi Fiscali: **SI**  
Costo Iniziale: **MEDIO**  
Manutenzione: **BASSA**  
Zone Costiere: **NO**

### POSIZIONAMENTO



Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Coppo in cotto con fotovoltaico integrato invisibile



### CARATTERISTICHE

Tecnologia finalizzata alla massimizzazione dell'integrazione della tecnologia fotovoltaica con involucri edilizi esistenti, può assumere l'aspetto di qualsiasi materiale edilizio.

È formato da un composto polimerico atossico e riciclabile, all'interno del quale sono incorporate le celle di silicio monocristallino. Una speciale superficie, opaca alla vista e trasparente per i raggi solari, ricopre le celle nascondendole senza pregiudicare il funzionamento. Il modulo si «mimetizza» nella continuità estetica dell'ambiente in cui viene installato. Può sopportare un elevato carico statico, non teme solventi chimici e agenti atmosferici. È realizzato con materiali anche naturali o da riuso. Occorrono 223 coppi per produrre 1 kWp, l'efficienza FV è bassa.

### PRESTAZIONI

Peso (kg)	1.5	Carico statico al pezzo (kg)	500
Protezione	IP 68	Efficienza del modulo	6.29
Temperatura di funzionamento (C°)	60 / 85	Potenza di picco (Wp)	4.5
Infiammabilità	HB		

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrizione posa in opera Gli elementi in cotto sono collegati tra loro attraverso un connettore a vite
Con malta o colle	<input type="checkbox"/>	
Leganti e fissaggi meccanici	<input type="checkbox"/>	

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**

Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**

Salva Spazio: **SI**

Impatto visivo: **NESSUNO**

Incentivi Fiscali: **SI**

Costo Iniziale: **ALTO**

Manutenzione: **BASSA**

Zone Costiere: **NO**

### POSIZIONAMENTO



Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

## Pannello integrato fotovoltaico e termico



### CARATTERISTICHE

Pannello integrato fotovoltaico e solare termico per la produzione contemporanea, di energia elettrica ed acqua calda per riscaldamento.

Grazie a questa integrazione, sistema permette il raffreddamento del PV, abbattendone la temperatura di esercizio migliorandone quindi l'efficienza.

Sul retro del modulo viene applicato un collettore di alluminio il quale trasferisce il calore del pannello fotovoltaico ad un sistema a circuito chiuso di acqua/glicole. Attraverso un normale scambiatore di calore acqua/acqua o acqua/aria, il sistema a circuito chiuso cede il calore raccolto dall'impianto.

### PRESTAZIONI

Potenza Nominale (WP/m<sup>2</sup>)  
Con irraggiamento medio di 1000 W/m<sup>2</sup>

~~127~~  
145

Resistenza agli urti (mm)

25

Efficienza (%)

~~12.7~~  
14.5

Resistenza a impatto (ms)

23

Coefficiente perdita di potenza (%/C°)

-0.47

Carico Massimo (Pa)

5400

Massa Volumica (kg/m<sup>3</sup>)

459

### PROCEDURE DI FISSAGGIO

Con giunzioni metalliche



Con malta o colle



Leganti e fissaggi meccanici



Descrizione posa in opera

I pannelli vengono fissati tramite profili metallici.

### PARAMETRI DI CONFRONTO

Uso residenziale: **SI**

Idoneo per Ristrutturazioni: **SI**

Salva Spazio: **SI**

Impatto visivo: **BASSO**

Incentivi Fiscali: **SI**

Costo Iniziale: **MEDIO**

Manutenzione: **BASSA**

Zone Costiere: **SI**



### POSIZIONAMENTO