



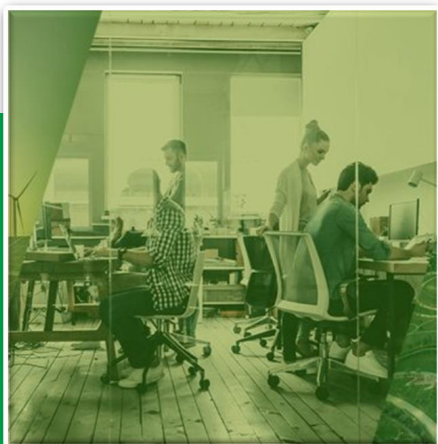
Nicola Faifer



FOTOVOLTAICO

Dalla progettazione alla manutenzione

La guida definitiva



Prima Edizione

Cenni storici e importanza del settore fotovoltaico nell'attuale processo di decarbonizzazione

Elementi base per la valutazione della profittabilità degli impianti

Gestione e manutenzione degli impianti

Innovazioni tecnologiche

ENERGY2020
EUROPEAN COMMISSION



È con profonda emozione e rinnovato entusiasmo che oggi Vi presento questo libro. Un libro che nasce da una passione radicata, un amore viscerale per il nostro pianeta, una convinzione incrollabile nella necessità di generare energia in modo sostenibile.

Permettetemi di condividere con voi un ricordo, un'immagine vivida impressa nella mia memoria: circa vent'anni orsono, poco prima che il "Conto Energia" illuminasse il panorama nazionale con i suoi incentivi per il fotovoltaico, sentivo già vibrare nell'aria una vera e propria rivoluzione silenziosa, potente, caratterizzata da un minor ricorso a combustibili fossili, fatta di silicio, di luce e di ingegno umano.

Ho certificato nel corso degli anni il personale credo ambientalista anche nel silenzio operoso di un'associazione personalmente presieduta.

Ricordo le prime installazioni, pionieristiche, quasi avveniristiche. Ricordo lo scetticismo di molti, l'indifferenza di altri.

Ai dubbiosi e inconcludenti che opponevano mille motivi pur di non scegliere soluzioni utili all'indipendenza energetica, rispondevo con sguardo fiero e determinato di chi, come me, credeva fermamente che un futuro diverso fosse possibile.

Ero consapevole, fin da allora, di essere parte di un movimento culturale e tecnologico destinato a cambiare il corso della storia e a trasformare i cittadini in protagonisti attivi della transizione energetica.

Questo libro è il frutto di quel sogno, di quella visione.

Ma è anche qualcosa di più. È un omaggio alla tenacia dei pionieri, alla genialità degli scienziati, all'impegno degli ambientalisti che, con il loro lavoro instancabile, hanno reso possibile questa rivoluzione che continuo a studiare per effetto di continue e repentine innovazioni ingegnerizzate con l'IA.

Posso sinceramente sostenere di aver dedicato buona parte della vita a quanto un grande pensatore ha così riassunto: "non

ereditiamo la terra dai nostri antenati, la prendiamo in prestito dai nostri figli".

Nicola Faifer

ENERGY2030
General Contractor



Copyright © 2025 Nicola Faifer
Via del Caravaggio 1 – 24017 Serina (BG)
Tel. + 39 351 668 7798
email: amministrazione@energy2030.it
URL: <https://energy2030.it>

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale con qualsiasi mezzo (compreso i microfilm e le copie fotostatiche) sono riservati per tutti i Paesi.

L'elaborazione dei testi, anche se curata con scrupolosa attenzione, non può comportare specifiche responsabilità per eventuali involontari errori o inesattezze.

*"Dedico queste pagine alle nuove generazioni, custodi del futuro.
È un invito all'azione, un patto per costruire un mondo migliore,
dove l'energia del sole sia simbolo di speranza e impegno per
restituire ai nostri figli e nipoti una terra viva e rigogliosa."*

Indice

• PREFAZIONE	8
○ Il contesto globale: accordi sul clima e fonti di energia rinnovabile (FER)	10
○ Obiettivi del mini book	10
• 1 - EVOLUZIONE TECNOLOGICA DEL FOTOVOLTAICO: UNA PROSPETTIVA APPROFONDATA	12
○ Silicio monocristallino e policristallino: le basi dell'Industria	12
○ Celle a film sottile: vantaggi e applicazioni	12
○ Celle ad eterogiunzione (HJT) e IBC: verso l'alta efficienza ...	12
○ Perovskite: il materiale del futuro?	13
○ Evoluzione degli inverter: stringa vs. micro-inverter, ottimizzatori e inverter ibridi	14
○ Ricerca e sviluppo: le sfide del settore	15
○ Come il silicio produce energia elettrica: L'effetto fotovoltaico	15
• 2 - TEMPERATURA DI ESERCIZIO, RESISTENZA ALLA GRANDINE, RESISTENZA AL VENTO, NORMATIVE ANTINCENDIO	17
○ Il limite della temperatura: influenza sul rendimento dei pannelli fotovoltaici	17
○ Resistenza alla grandine dei moduli fotovoltaici	18
○ Fissaggio dei moduli fotovoltaici e tenuta a violente raffiche di vento	21
○ La normativa antincendio per gli impianti fotovoltaici	23
• 3 - VALUTARE IL POTENZIALE DEL TUO IMPIANTO CON PVGIS: UNA GUIDA DETTAGLIATA E ARGOMENTI AVANZATI	27
○ Accesso a PVGIS e selezione dello strumento	27
○ Inserimento della località e dei parametri dell'Impianto	27
○ Selezione del database di irradiazione: SARAH, ERA5, CMSAF	27
○ Orizzonte calcolato: tenere conto dell'ombreggiamento	28
○ Analisi della variabilità interannuale	28
○ Valutazione economica: calcolo del LCOE (Levelized Cost of Energy)	28

○ API PVGIS: integrazione in applicazioni esterne	29
○ Software di progettazione avanzata	29
 ● 4 - INCENTIVI E OPPORTUNITÀ NEL CONTESTO ATTUALE: UNA VISIONE FINANZIARIA E NORMATIVA, CON IMPORTANTI AVVERTIMENTI E CONSIGLI	31
○ Conto Energia	31
○ Detrazioni fiscali e credito d'imposta: opportunità attuali	31
○ Superbonus 110% (contesto storico)	32
○ Comunità Energetiche Rinnovabili (CER): incentivi e vantaggi	32
○ Finanziamenti agevolati: come accedere al credito	33
○ Analisi costi-benefici: valutare la redditività dell'investimento	34
○ Modello matematico semplificato per il calcolo del Payback (PB)	34
➤ Esempio pratico (Impianto Residenziale)	34
➤ Esempio Pratico (Impianto Industriale)	35
○ Importante avvertimento: affidarsi a professionisti qualificati	36
➤ I rischi del "fai da te"	36
➤ Perché affidarsi a professionisti	38
➤ Come scegliere un professionista qualificato	38
○ Evitare il "collezionismo di preventivi" e concentrarsi sulla qualità	38
➤ Perché le aziende serie offrono prezzi analoghi	39
➤ Perché diffidare dei prezzi troppo bassi	39
➤ Esiste il giusto prezzo di un impianto fotovoltaico?	40
 ● 5 - MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA E MONITORAGGIO – COME UTILIZZARE AL MEGLIO L'ENERGIA PRODOTTA	42
○ Termografia	42
○ Analisi della curva I-V: valutare le prestazioni	42
○ Verifica del serraggio delle viti	43
○ Funzionamento dell'impianto elettrico	43
○ Lavaggio periodico dei moduli	43
○ Sostituzione dell'inverter e delle batterie.....	43
○ Monitoraggio online avanzato: visualizzazione e controllo in tempo reale da remoto	43
○ Allarmi intelligenti: rilevamento di anomalie e guasti	44
○ Intelligenza Artificiale (IA) per l'ottimizzazione	44

➤ Diagnosi predittiva dei guasti	44
➤ Ottimizzazione dell'autoconsumo	44
➤ Gestione ottimizzata delle batterie	44
○ Come Utilizzare al meglio l'energia prodotta	45
➤ Programmazione intelligente degli elettrodomestici	45
➤ Sistemi di gestione dell'energia (EMS)	45
➤ Ricarica di veicoli elettrici	46
 • 5 - GARANZIE E AFFIDABILITÀ DEI PRODOTTI: UN APPROCCIO CRITICO	47
○ Garanzia sul prodotto vs. garanzia sulla produzione	47
○ Solidità del produttore: un elemento chiave	47
○ Condizioni di garanzia: cosa verificare	47
○ Certificazioni di qualità: standard internazionali	47
 • 7 - BENEFICI AMBIENTALI E SOSTENIBILITÀ: - RATING ESG E BILANCIO DI SOSTENIBILITÀ.....	48
○ Riduzione delle emissioni di gas serra	48
○ Miglioramento della qualità dell'aria	48
○ Conservazione delle risorse idriche	48
○ Riduzione della dipendenza dai combustibili fossili	48
○ Sostenibilità aziendale e vantaggi competitivi (Aziende)	49
➤ Rating ESG (Environmental, Social, and Governance)	49
➤ Bilancio di sostenibilità	49
➤ Accesso al credito e internazionalizzazione	49
 • 8 - DURATA, OBSOLESCENZA E CONSERVAZIONE DELL'EFFICIENZA: MASSIMIZZARE IL TUO INVESTIMENTO FOTOVOLTAICO A LUNGO TERMINE	50
○ Durata dei componenti principali	50
➤ Moduli fotovoltaici	50
➤ Inverter	50
➤ Batterie (sistemi con accumulo)	50
➤ Strutture di supporto e cablaggi	50
○ Gestione dell'obsolescenza	51
➤ Revamping (ammodernamento)	51
➤ Repowering (rinnovo completo)	51
○ Migliori pratiche per conservare l'efficienza	52

• 9 - SMALTIMENTO E RICICLO DEI MODULI FOTOVOLTAICI: UN APPROCCIO SOSTENIBILE AL FINE VITA	53
○ Consorzi di smaltimento	53
○ Quota di smaltimento	53
○ Rigenerazione dei moduli	53
○ Riciclabilità dei materiali	53
○ Processi di riciclo avanzati	53
○ Normativa di riferimento	54
• 10 - ACCESSO AL CREDITO BANCARIO E SOLUZIONI ESCO	55
○ Accesso al credito bancario	55
○ Energy Service Company (ESCO): un'alternativa senza investimenti iniziali	56
• 11 – RISPOSTE A DOMANDE FREQUENTI - FAQ	59
• CONCLUSIONI E RINGRAZIAMENTI	62



PREFAZIONE

Il fotovoltaico ha origini che risalgono al XIX secolo, un periodo caratterizzato da un fervente interesse per la comprensione delle proprietà della luce e la sua interazione con i materiali. Nel 1839, il fisico francese Alexandre Edmond Becquerel scoprì l'effetto fotovoltaico mentre studiava il comportamento delle celle elettrochimiche. Questo fenomeno, che descrive la generazione di tensione elettrica in un materiale esposto alla luce, ha gettato le basi per lo sviluppo futuro delle tecnologie solari.

Negli anni successivi, la ricerca sul fotovoltaico progredì lentamente fino a quando Albert Einstein, nel 1905, fornì una spiegazione teorica dell'effetto fotoelettrico, un concetto strettamente correlato all'effetto fotovoltaico, che gli valse il Premio Nobel per la Fisica nel 1921. Tuttavia, è durante gli anni '50 che il fotovoltaico subì una svolta significativa grazie ai progressi nella fisica dei semiconduttori.

Nel 1954, i ricercatori dei Bell Laboratories negli Stati Uniti svilupparono la prima cella solare in silicio con un'efficienza del 6%, un importante passo avanti rispetto ai dispositivi precedenti. Questo prototipo segnò l'inizio dell'era moderna del fotovoltaico, rendendo possibile la conversione diretta della luce solare in elettricità con una tecnologia che, pur essendo costosa, aprì nuove prospettive per l'energia rinnovabile.

Con il passare degli anni, l'interesse per il fotovoltaico crebbe, spinto dalla crisi energetica degli anni '70 che evidenziò la necessità di fonti energetiche alternative. Durante questo periodo, i governi iniziarono a investire in ricerca e sviluppo per ridurre i costi di produzione e migliorare l'efficienza delle celle solari. Questi sforzi portarono alla realizzazione di impianti fotovoltaici su larga scala e all'integrazione di pannelli solari nelle infrastrutture civili.

Negli anni '80 e '90, il progresso tecnologico continuò con l'introduzione di nuovi materiali e tecnologie di produzione, tra cui celle solari a film sottile e moduli multigiunzione. Questi sviluppi contribuirono a ridurre ulteriormente i costi e a migliorare l'efficienza delle celle, rendendo il fotovoltaico una scelta sempre più competitiva nel panorama energetico mondiale.

Nel XXI secolo, il fotovoltaico ha visto un'espansione senza precedenti, alimentata dall'urgente bisogno di affrontare il cambiamento climatico e di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili. Gli incentivi governativi, unitamente ai progressi nelle tecnologie di stoccaggio dell'energia, hanno favorito la crescita del mercato globale del fotovoltaico, trasformandolo in una componente fondamentale della transizione energetica verso fonti sostenibili.



Primi test di moduli fotovoltaici artigianali

Oggi, il fotovoltaico continua a evolversi, con la ricerca che si concentra su tecnologie innovative come le celle solari organiche, i perovskiti e l'integrazione del fotovoltaico in dispositivi e superfici architettoniche. Questi progressi promettono di migliorare ulteriormente l'efficienza e la versatilità delle applicazioni solari,

rendendo il fotovoltaico non solo una fonte di energia pulita, ma anche un elemento integrato nella nostra vita quotidiana.

La storia del fotovoltaico è una testimonianza del potere dell'innovazione scientifica e tecnologica nel modellare il nostro futuro energetico.

Il settore fotovoltaico sta vivendo una rivoluzione tecnologica senza precedenti, spinta dalla necessità di fonti energetiche sostenibili e dalla crescente consapevolezza ambientale. Questa transizione energetica è un elemento cruciale per raggiungere gli obiettivi degli accordi internazionali sul clima, come l'Accordo di Parigi, che mirano a limitare il riscaldamento globale e a ridurre le emissioni di gas serra. Le fonti di energia rinnovabile (FER), tra cui il fotovoltaico, l'eolico, l'idroelettrico e la geotermia, svolgono un ruolo fondamentale in questo processo. In particolare, gli impianti fotovoltaici rappresentano una quota significativa e in continua crescita della capacità installata di FER a livello globale, contribuendo in modo determinante alla decarbonizzazione del settore energetico.

Questo mini book offre una panoramica completa sull'evoluzione del fotovoltaico, fornendo al contempo strumenti pratici per valutare il potenziale di un impianto e massimizzare i suoi benefici.



La transizione verso un futuro energetico sostenibile è oggi favorito dall'IA applicata alla ricerca e sviluppo di settore. Questa pubblicazione riassume l'evoluzione tecnologica del fotovoltaico, gli aspetti scientifici, pratici, finanziari e specialistici utili a chi intende conoscere o approfondire la materia.

1

EVOLUZIONE TECNOLOGICA

L'incremento dell'efficienza dei moduli fotovoltaici è il risultato di decenni di ricerca e sviluppo finalizzato alla selezione di materiali e soluzioni utili alla migliore conversione dell'energia solare in elettricità.

- **Silicio monocristallino e policristallino:** Le prime generazioni di celle solari basate su silicio monocristallino (c-Si) e policristallino (pc-Si) hanno gettato le basi per industrializzare la produzione di componenti fotovoltaici. Tuttavia, il loro rendimento era limitato da fattori come la ricombinazione dei portatori di carica e le imperfezioni del cristallo. La ricerca si è quindi concentrata sulla purificazione del silicio e sull'ottimizzazione dei processi di fabbricazione.

Riferimenti scientifici: pubblicazioni su "Journal of Applied Physics" e "Solar Energy Materials and Solar Cells".

- **Celle a film sottile:** Tecnologie a film sottile come il tellururo di cadmio (CdTe) e il rame indio gallio diseleniuro (CIGS) offrono vantaggi in termini di costi di produzione e flessibilità. Sebbene abbiano un'efficienza inferiore rispetto alle celle in silicio cristallino, la loro competitività risiede nella scalabilità e nel potenziale per applicazioni specializzate (ad esempio, integrazione in edifici).

Riferimenti scientifici: studi pubblicati su "Progress in Photovoltaics: Research and Applications" che analizzano le prestazioni e la stabilità delle celle a film sottile.

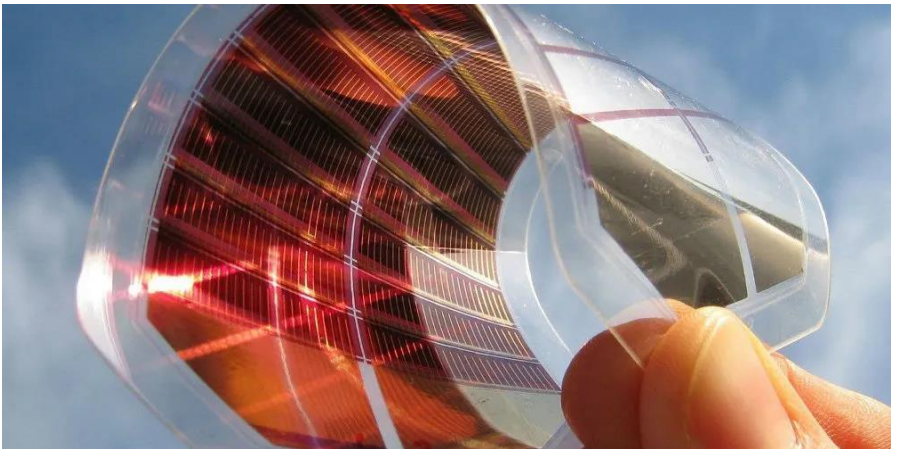
- **Celle ad eterogiunzione (HJT) e IBC:** Le celle ad eterogiunzione (Heterojunction with Intrinsic Thin layer, HJT) combinano silicio cristallino con strati sottili di silicio amorfo idrogenato (a-Si:H), riducendo le perdite per ricombinazione e migliorando la passivazione della superficie. Le celle a contatto posteriore interdigitato (Interdigitated Back Contact, IBC) spostano tutti i contatti elettrici sul retro della cella, massimizzando

l'assorbimento della luce sulla superficie frontale. Queste tecnologie superano il 25% di efficienza in laboratorio e stanno rapidamente guadagnando quote di mercato.

Riferimenti scientifici: "Nature Energy" e "Advanced Materials"

Perovskite: I materiali perovskite hanno attirato un'enorme attenzione negli ultimi anni grazie alla loro elevata efficienza teorica e ai bassi costi di produzione. Tuttavia, la stabilità a lungo termine delle celle in perovskite rimane una sfida critica. La ricerca si concentra sulla composizione del materiale, l'incapsulamento e la mitigazione della degradazione indotta dall'umidità e dalla luce.

Riferimenti scientifici: "Science" e "Nature" hanno preannunciato progressi significativi nella ricerca sulle perovskiti.



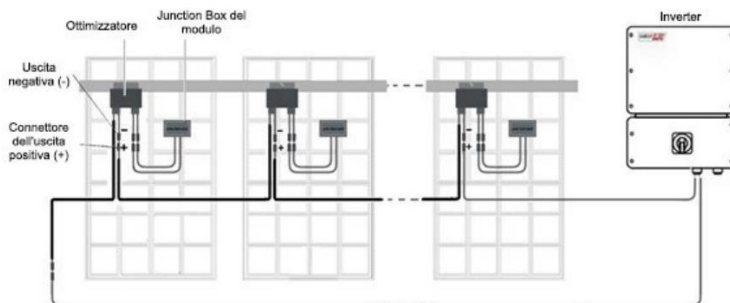
Celle in perovskite

Anche gli **inverter**, componenti cruciali per convertire la corrente continua prodotta dai moduli in corrente alternata utilizzabile e compatibile con la rete, hanno subito un'evoluzione significativa. I moderni inverter sono più efficienti, compatti e dotati di funzionalità avanzate come il monitoraggio remoto e l'ottimizzazione della produzione.

- **Inverter di stringa vs. micro-inverter e ottimizzatori:** Gli inverter di stringa sono la soluzione più comune per impianti residenziali e commerciali. Nei primi anni del secolo corrente sono stati prodotti anche i cosiddetti “micro-inverter”, installati direttamente su ogni modulo fotovoltaico, che offrivano vantaggi in termini di ottimizzazione della produzione poiché ogni singolo pannello non era collegato ad altri in stringa e l'ombreggiamento, sporco e malfunzionamento di un singolo modulo non influenzava le prestazioni degli altri.

I micro inverter, che risultavano eccessivamente onerosi e causa di eccessivi cablaggi elettrici, da circa un decennio sono stati soppiantati dagli **ottimizzatori** che, attraverso la tecnologia di Maximum Power Point Tracking (MPPT), massimizzano la produzione di energia di ogni singolo pannello, indipendentemente dagli altri, compensando le eventuali perdite dovute a quanto sopra descritto. Gli ottimizzatori, installabili su ogni singolo modulo fotovoltaico piuttosto che su coppie, monitorano costantemente la tensione e la corrente di ogni pannello, individuando il punto di massima potenza (MPPT) e regolando i parametri per massimizzare la produzione di energia.

In caso di problemi, come ombreggiamento o calo di rendimento di un singolo pannello, l'ottimizzatore lo isola, impedendo che influenzi la produzione degli altri pannelli collegati all'inverter.



Schema di collegamento tra moduli fotovoltaici dotati di ottimizzatori e inverter di stringa

Ogni pannello, grazie all'ottimizzatore, lavora al massimo della sua capacità, anche in condizioni non ottimali, migliorando l'efficienza complessiva dell'impianto.

Gli ottimizzatori permettono una maggiore flessibilità nella progettazione, consentendo di installare pannelli con diverse inclinazioni e orientamenti, e offrono anche funzionalità di spegnimento rapido (Rapid Shutdown) per la sicurezza.

In sintesi, gli ottimizzatori trasformano ogni pannello in un'unità indipendente, ottimizzando la produzione di energia e migliorando la flessibilità e la sicurezza dell'impianto fotovoltaico.

- **Inverter ibridi:** Gli inverter ibridi integrano la gestione dell'energia prodotta dal fotovoltaico con la possibilità di immagazzinare l'energia in batterie. Questi sistemi consentono di aumentare l'autoconsumo e ridurre la dipendenza dalla rete elettrica.
- **Ricerca e sviluppo:** La ricerca si concentra sull'aumento dell'efficienza di conversione degli inverter (riducendo le perdite di potenza), sullo sviluppo di algoritmi di controllo avanzati per massimizzare la produzione e sulla riduzione dei costi.

La ricerca di nuovi materiali rappresenta un altro fronte di innovazione. Materiali come la perovskite promettono di rivoluzionare il settore grazie al loro potenziale di elevata efficienza e bassi costi di produzione.

- **Come il silicio produce energia elettrica: L'effetto fotovoltaico**

Il silicio, elemento semiconduttore, è il materiale attualmente più utilizzato nella produzione di celle solari. La sua capacità di convertire la luce solare in energia elettrica si basa sull'effetto fotovoltaico, un fenomeno che si verifica quando la luce colpisce un materiale semiconduttore, generando una tensione elettrica. Per creare una cella solare funzionante, il silicio viene “drogato”, ovvero vengono aggiunte impurità per modificarne le proprietà elettriche.

- **Drogaggio con fosforo (Tipo N):** uno strato di silicio viene drogato con atomi di fosforo. Il fosforo ha cinque elettroni nel suo guscio esterno, mentre il silicio ne ha quattro. Quando un

atomo di fosforo sostituisce un atomo di silicio nel reticolo cristallino, rimane un elettrone in eccesso, libero di muoversi. Questo strato di silicio drogato con fosforo diventa quindi un semiconduttore di tipo N, con un eccesso di elettroni (portatori di carica negativi). Il processo di drogaggio avviene tramite diffusione termica o impiantazione ionica.

- **Drogaggio con boro (Tipo P):** un altro strato di silicio viene drogato con atomi di boro. Il boro ha tre elettroni nel suo guscio esterno. Quando un atomo di boro sostituisce un atomo di silicio, si crea un "buco", ovvero una mancanza di un elettrone. Questo strato di silicio drogato con boro diventa quindi un semiconduttore di tipo P, con un eccesso di "buchi" (portatori di carica positivi). Anche in questo caso, il drogaggio avviene tramite diffusione termica o impiantazione ionica.
- **Giunzione P-N:** Quando i due strati di silicio drogato (tipo N e tipo P) vengono messi a contatto, si crea una giunzione P-N. Gli elettroni in eccesso nello strato N tendono a diffondersi verso lo strato P, dove ci sono i "buchi", e viceversa. Questa diffusione crea una zona di carica spaziale (o zona di svuotamento) in corrispondenza della giunzione, con un campo elettrico interno.
- **Effetto fotovoltaico:** Quando la luce solare (fotoni) colpisce la cella solare, i fotoni con energia sufficiente possono liberare elettroni dagli atomi di silicio. Questi elettroni liberati vengono spinti dal campo elettrico della giunzione P-N verso lo strato N, mentre i "buchi" vengono spinti verso lo strato P. Questo flusso di elettroni e "buchi" crea una corrente elettrica che può essere utilizzata per alimentare un circuito esterno.

2

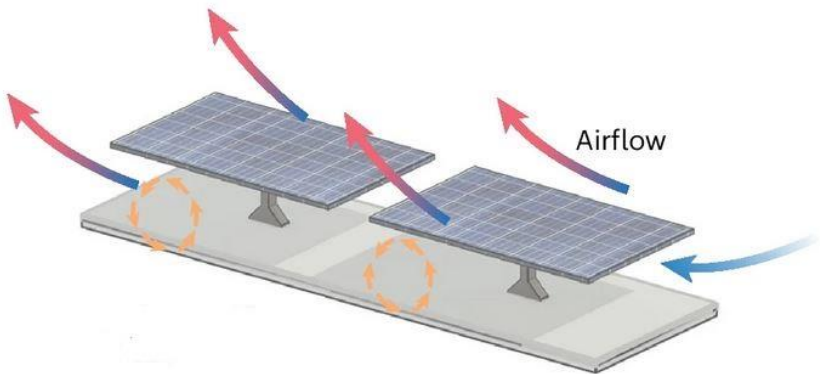
TEMPERATURA DI ESERCIZIO RESISTENZA ALLA GRANDINE RESISTENZA AL VENTO NORMATIVE ANTINCENDIO

- **Il limite della temperatura: influenza sul rendimento dei pannelli fotovoltaici**

La temperatura è un fattore cruciale che influenza il rendimento dei pannelli fotovoltaici. **L'efficienza dei pannelli diminuisce all'aumentare della temperatura.** Questo fenomeno è dovuto a diversi fattori fisici che influenzano il comportamento dei materiali semiconduttori.

- **Coefficiente di temperatura:** Ogni pannello fotovoltaico ha un coefficiente di temperatura, espresso in $\%/^{\circ}\text{C}$, che indica la percentuale di diminuzione della potenza per ogni grado Celsius di aumento della temperatura al di sopra di una temperatura di riferimento (generalmente 25°C).
- **Riduzione della tensione:** L'aumento della temperatura provoca una diminuzione della tensione a circuito aperto (Voc) della cella solare, riducendo la potenza erogata.
- **Aumento della corrente di corto circuito (Isc):** Sebbene l'aumento della temperatura provochi un leggero aumento della corrente di corto circuito (Isc), questo aumento non compensa la diminuzione della tensione, con una conseguente riduzione della potenza complessiva.
- **Prestazioni ottimali a $21-22^{\circ}\text{C}$:** I pannelli fotovoltaici raggiungono il loro massimo rendimento a temperature intorno ai $21-22^{\circ}\text{C}$. Al di sopra di questa temperatura, la produzione di energia diminuisce progressivamente nella misura dello 0,2% per ogni grado di surriscaldamento.
- **Strategie di mitigazione:** Per mitigare l'effetto della temperatura, è importante:

- **Garantire una buona ventilazione:** Assicurarsi che i pannelli siano installati in modo da favorire la circolazione dell'aria e dissipare il calore.
- **Utilizzare pannelli con basso coefficiente di temperatura:** Scegliere pannelli con un basso coefficiente di temperatura per minimizzare la perdita di potenza alle alte temperature.
- **Considerare sistemi di raffreddamento:** In climi particolarmente caldi, si possono utilizzare sistemi di raffreddamento ad acqua o circolazione di aria forzata per mantenere i pannelli a temperature più basse e aumentarne l'efficienza.



Principio di funzionamento di sistema di raffreddamento ad aria forzata

- **Resistenza alla grandine dei moduli fotovoltaici**

Molti di voi si chiederanno come e se i moduli fotovoltaici possano resistere ai sempre più frequenti eventi atmosferici avversi che caratterizzano sempre più il clima italiano.

Per quanto riguarda la resistenza alla grandine, i moduli fotovoltaici sono progettati con:

- Strato di vetro temperato: spesso tra 3 e 4,5 mm, protegge le celle sottostanti e viene sottoposto a test di impatto da grandine durante la certificazione.

- Certificazioni (es. IEC 61215 e IEC 61730): prevedono test di impatto con sferette di ghiaccio di circa 35 mm lanciate a velocità di 23–30 m/s, simulando la grandine. I moduli che superano questi test sono considerati idonei a resistere agli eventi grandinigeni di media entità.
- Dati tecnici: secondo le specifiche, il vetro temperato protegge efficacemente contro chicchi di grandine di dimensione fino a 25-35 mm. Oltre queste misure, il rischio di danni aumenta.
- **La resistenza effettiva dipende comunque da fattori quali:**
 - Spessore e qualità del vetro temperato
 - Capacità di supporto della cornice
 - Modalità di installazione: su questo punto la fisica insegna come l'impatto della grandine su superfici inclinate sia meno impattante rispetto a riversamento su superfici piane.



In buona sostanza, il vetro temperato funge da barriera contro gli impatti della grandine.

I moduli certificati resistono in modo efficace a eventi moderati, ma fenomeni estremi possono comunque danneggiarli.

- **Esistono brand** che offrono maggiori garanzie di resistenza meccanica tra cui, a titolo di pura informazione:
 - **SunPower** - Rinomata per la qualità dei suoi moduli, utilizza vetro temperato ad alta resistenza e celle Maxeon incapsulate per ulteriore robustezza meccanica.
 - **Q CELLS** - Offre una gamma di pannelli certificati con test di impatto che si spingono anche oltre gli standard minimi richiesti dalle normative.
 - **REC Group** - I moduli REC sono spesso scelti per installazioni in zone a rischio grandine, grazie a vetri temperati spessi e layout delle celle pensati per dissipare l'energia d'impatto.
 - **Trina Solar e JA Solar** - Sono noti per l'ampia gamma di prodotti con caratteristiche di resistenza meccanica superiori alle soglie minime.
- **Materiali e tecnologie che aumentano la resistenza**
 - **Vetro temperato spesso (fino a 4 mm)**
 - **Cornici in alluminio rinforzato:** migliorano la stabilità dell'intero modulo.
 - **Incapsulante in EVA (etilene vinil acetato) di alta qualità:** protegge le celle interne in caso di rottura parziale del vetro.
 - **Tecnologie di celle "half-cut":** la divisione delle celle abbassa parzialmente la probabilità di guasti localizzati.
 - **Film posteriore in Tedlar/PET:** aumenta la durabilità totale all'impatto.
- **Consigli per la scelta**
 - Consulta sempre il certificato di prova del modulo (in particolare la sezione dedicata ai test di resistenza alla grandine).
 - Se vivi in una zona con eventi grandinigeni ricorrenti, considera vetri temperati da 3,2 a 4 mm e abbi cura di installare moduli fotovoltaici che hanno positivamente sorpassato test con chicchi di almeno 35 mm di diametro.

- Assicura il tuo impianto fotovoltaico contro i danni causati da grandine o eventi metereologici estremi, avendo cura di verificare sulle condizioni di polizza, l'eventuale applicazione di franchigie, e la copertura totale dei danni causati dalla grandine.
- **Fissaggio dei moduli fotovoltaici e tenuta a violente raffiche di vento**

Le staffe di fissaggio dei moduli fotovoltaici sono costruite con diverse forme e dimensioni in funzione della tipologia di copertura del tetto su cui installare l'impianto.

Il fissaggio dei moduli deve garantire la tenuta dell'impianto anche in presenza di venti molto forti. In generale, secondo le normative europee (come la EN 1991-1-4, parte degli Eurocodici), la progettazione delle installazioni fotovoltaiche deve tener conto delle velocità di vento caratteristiche per la zona di installazione.

 - **Valori tipici:**
 - I sistemi di fissaggio sono normalmente progettati per resistere a velocità del vento comprese tra **130 km/h e 160 km/h** (36–44 m/s).



- In zone particolarmente esposte o soggette a eventi estremi (come zone costiere o montane), si può arrivare a **velocità di progetto di 200 km/h o più**.

- **Normative e test:**
 - I produttori di staffe e sistemi di fissaggio si attengono alle normative europee: la EN 1991-1-4 stabilisce i criteri di calcolo delle azioni del vento.
 - Alcuni produttori testano i propri prodotti secondo standard come UL 2703 e IEC 61215, che considerano anche le forze del vento e della neve.
- **Cosa influenza la resistenza:**
 - Altezza da terra, inclinazione dei moduli e posizione geografica influenzano la pressione esercitata dal vento sull'impianto.
 - Gli ingegneri progettano il sistema calcolando le forze massime che le staffe devono sostenere in caso di vento forte, applicando un margine di sicurezza.
- **Le staffe di fissaggio assicurano la stabilità dei moduli fino a velocità del vento di almeno 130–160 km/h**, spesso anche di più in aree a rischio. È fondamentale che l'impianto sia progettato e installato da professionisti che tengano conto della normativa locale e delle condizioni specifiche del sito.
- **Principali normative per la resistenza al vento dei sistemi di fissaggio fotovoltaici**
 - **EN 1991-1-4 (Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Azioni del vento):** Detta i criteri per il calcolo delle pressioni esercitate dal vento su edifici e strutture, inclusi i pannelli fotovoltaici.
 - **UNI 10349:** Normativa italiana che supporta la valutazione del clima e dei carichi ambientali.
 - **IEC 61215:** Standard internazionale che specifica le prove di resistenza meccanica dei moduli, compresi test di carico vento e neve.
 - **IEC 61730:** Riguarda i requisiti di sicurezza dei moduli fotovoltaici, incluso il fissaggio.

- **UL 2703** (spesso più usato in Nord America, ma adottato da produttori internazionali): Controlla la sicurezza dei sistemi di montaggio per moduli fotovoltaici.
- **Consigli pratici per verificare la conformità dell'impianto**
 - **Controlla la documentazione tecnica del produttore delle staffe di supporto:** dovrebbe indicare la resistenza massima alle sollecitazioni di vento (in km/h o m/s) e i certificati ottenuti secondo le normative sopra indicate.
 - **Chiedi il progetto strutturale:** per impianti sopra una certa potenza (in genere >100 kWp) o per installazioni in zone ad alto rischio vento, il progettista, previo accordo economico utile a remunerare i tecnici impegnati nelle attività, fornirà un calcolo delle sollecitazioni in base alle condizioni locali.
 - **Verifica l'installazione delle staffe:**
 - devono essere fissate su travi/punti solidi, non su coperture fragili.
 - controlla che i bulloni siano ben serrati e privi di ruggine.
 - le staffe devono essere realizzate in materiali certificati (acciaio inox, alluminio anodizzato o zincato).
 - **Richiedi fotografie e report di collaudo:** al termine dell'installazione, chiedi sempre una relazione tecnica e immagini che documentino il fissaggio.
 - **Controlli periodici:** le attività di manutenzione ordinaria da programmare con cadenza annuale ricomprendono anche una verifica del corretto serraggio dei bulloni e integrità delle staffe.
- **La normativa antincendio per gli impianti fotovoltaici in Italia** non impone un CPI per l'impianto stesso, ma richiede una valutazione del rischio incendio se l'impianto è a servizio di un'attività soggetta ai controlli dei Vigili del Fuoco (ai sensi del D.P.R.

151/2011). L'installazione può portare a modifica o aggravio di rischio, richiedendo una SCIA (segnalazione certificata di inizio attività) o una valutazione del progetto in base all'entità della modifica e al tipo di attività.

In buona sostanza, allorché si decida di installare un impianto fotovoltaico su un edificio soggetto a CPI (Certificato di Prevenzione Incendi) o sottoposto alla cd. “direttiva Seveso”, è fondamentale rispettare precise normative e accorgimenti tecnici per garantire la sicurezza antincendio.

In Italia, le indicazioni principali sono contenute nella **Regola Tecnica Verticale V.3 dell'Allegato al DM 3 agosto 2015** (Codice di Prevenzione Incendi) e nelle circolari dei Vigili del Fuoco.

Ecco gli accorgimenti tecnici principali previsti dalla normativa antincendio per impianti FV su edifici con CPI:

- **Percorsi e distanze di sicurezza**
 - **Distanza tra moduli e impianti tecnologici:** i moduli FV devono rispettare le distanze minime da comignoli, lucernari, sistemi di evacuazione fumi, solitamente almeno per 50 cm.
 - **Corridoi di rispetto:** vanno lasciati corridoi liberi di almeno 1 metro tra i moduli e gli elementi di accesso (terrazzi, botole, scale a pioli) per facilitare le squadre di soccorso.
 - **Divisione in settori:** gli impianti su edifici di grandi dimensioni devono essere suddivisi in settori di potenza e superficie gestibili separatamente, in modo da facilitare lo spegnimento o l'isolamento delle parti.
- **Interruttori e sezionatori**
 - **Presenza di sezionatori di stringa:** devono essere installati in posizione accessibile e segnalata per consentire la rapida disconnessione delle stringhe FV.
 - **Sistema di arresto rapido (“rapid shutdown”):** in alcune situazioni, la normativa prevede l'installazione di dispositivi atti a mettere in sicurezza l'impianto abbattendo la tensione in corrente continua entro limiti di sicurezza.

- **Segnaletica:** segnali ben visibili che indichino la presenza dell'impianto FV e la posizione dei sezionatori d'emergenza.



Segnaletica e pulsante di sgancio

- **Canalizzazioni e materiali**
 - Utilizzo di cavi resistenti alla propagazione di fiamma (LSZH o CPR classi minime richieste).
 - Canaline e tubazioni installate in modo da minimizzare il rischio di cortocircuiti e propagazione dell'incendio.
- **Documentazione e gestione**
 - È obbligatorio consegnare al comando dei Vigili del Fuoco lo schema elettrico dell'impianto, il manuale d'uso e

manutenzione, e il piano di emergenza aggiornato che riporti anche la presenza del fotovoltaico. E' a tal proposito prassi comune che il progettista si confronti con la Direzione Provinciale VVFF per condividere le soluzioni progettuali.

- Verifiche periodiche di manutenzione e adeguamenti a nuove normative sono fondamentali per garantire la conformità dell'impianto fotovoltaico nel tempo.
- **Integrazione con sistemi antincendio:** se presenti impianti di spegnimento automatici, la compatibilità elettrotecnica e fisica va sempre verificata in fase di progetto.

3

STIMA DI PRODUCIBILITA'

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) è uno strumento utile potente che va oltre la semplice stima della producibilità.

Si accede al prezioso e affidabile strumento cliccando il link https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

Approfondiamo alcuni aspetti di configurazione avanzati:

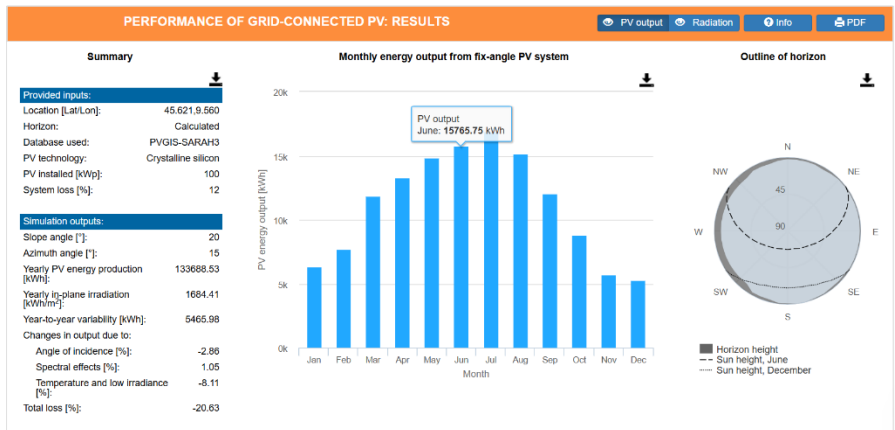
- **Selezione del database di Irradiazione:** PVGIS offre diversi database di irradiazione solare, ognuno con le proprie caratteristiche.
 - **SARAH:** Si basa su dati satellitari e offre una copertura globale.
 - **ERA5:** Utilizza dati di rianalisi del modello meteorologico ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), fornendo una risoluzione temporale e spaziale elevata.

The screenshot displays the PVGIS web interface. On the left, a map of Europe shows the location of Ispra, Italy, with coordinates 45.8°N, 8.61°E. The top navigation bar includes links for Home, Tools, Downloads, Documentation, and Contact us. The right panel, titled 'PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV', contains the following configuration options:

- Cursor:** 46.847, 7.819
- Selected:** Select location!
- Elevation (m):** 53
- PVGIS ver.:** 5.3
- Use terrain shadows:**
 - ☒ Calculated horizon
 - ☐ Upload horizon file
- Buttons:** csv, json, Scegli file, Nessun file selezionato
- Switch to version 5.2**
- GRID CONNECTED** (selected)
- TRACKING PV** (selected)
- Solar radiation database:** [dropdown menu]
- PV technology:** Crystalline silicon
- Installed peak PV power [kWp]:** 1
- System loss [%]:** 14
- Fixed mounting options:**
 - Mounting position:** Free-standing
 - Slope [°]:** 35
 - Azimuth [°]:** 0
 - ☐ Optimize slope
 - ☐ Optimize slope and azimuth
- PV electricity price:**
 - PV system cost (your currency):** [input field]
 - Interest [%/year]:** [input field]
 - Lifetime [years]:** [input field]
- Buttons:** Visualize results, csv, json

Schermata iniziale PVGIS

- **CMSAF:** È basato su dati satellitari e sviluppato dal Satellite Application Facility on Climate Monitoring. La scelta del database dipende dalla precisione desiderata e dalla disponibilità dei dati per la tua località.
- **Orizzonte calcolato:** La funzione "Calculated horizon" tiene conto dell'ombreggiamento causato da montagne, edifici o altri ostacoli circostanti. Caricare un file dell'orizzonte (ottenuto tramite misurazioni in loco) migliora ulteriormente l'accuratezza della simulazione.
- **Analisi della variabilità interannuale:** PVGIS fornisce informazioni sulla variabilità della produzione energetica da un anno all'altro, aiutandoti a valutare il rischio di fluttuazioni nella produzione e a pianificare di conseguenza.



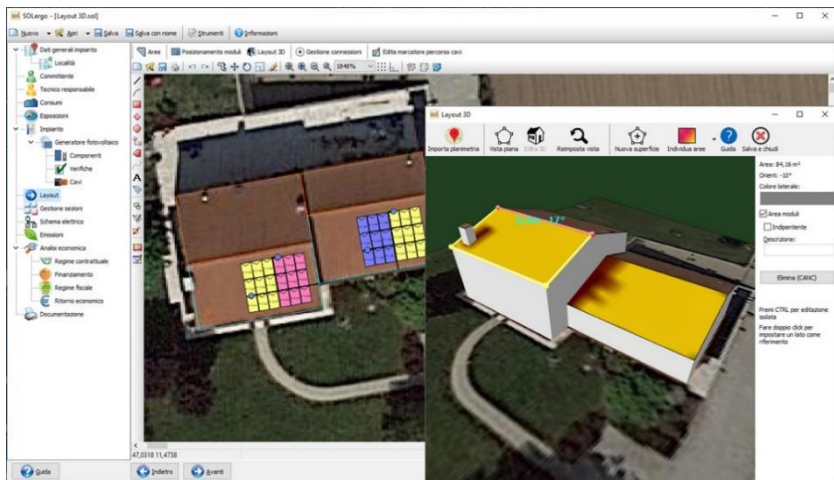
Esempio calcolo produzione mensile di impianto PVGIS

- **Valutazione economica:** Oltre alla stima della produzione, PVGIS permette di calcolare il costo dell'energia prodotta (LCOE, Levelized Cost of Energy), tenendo conto dei costi di investimento, manutenzione, finanziamento e della durata dell'impianto. Questo parametro è fondamentale per valutare la redditività del progetto.

- **API PVGIS:** Per utenti esperti e sviluppatori, PVGIS offre un'API (Application Programming Interface) che permette di integrare i dati e le funzionalità di PVGIS in applicazioni esterne. Questo consente di automatizzare le simulazioni e di creare strumenti personalizzati per l'analisi fotovoltaica. Consulta la documentazione sul sito per maggiori dettagli.

Esistono **software professionali** a pagamento, con moduli di progettazione tridimensionale BIM, interoperabilità con autocad e librerie dei componenti tecnici, che consentono di progettare gli impianti fotovoltaici nei minimi dettagli.

A titolo di puro esempio si citano i software “Solarius” di ACCA piuttosto che “Solergo” di Electrographics.



Interfaccia di lavoro di software professionali e dimensionamento di impianto 3D

Gli applicativi più avanzati consentono la progettazione completa di impianti fotovoltaici connessi alla rete di distribuzione (grid connected) o in isola (stand alone), con sviluppo della documentazione necessaria secondo quanto previsto dal GSE per l'attivazione dell'impianto.

Attraverso percorsi logici e specialistici si può:

4

INCENTIVI E PAYBACK**IL RUOLO DEI PROFESSIONISTI**

Il contesto normativo e finanziario è in continua evoluzione. È fondamentale rimanere aggiornati sulle ultime novità per massimizzare i benefici derivanti dall'installazione di un impianto fotovoltaico.

In ordine storico, le principali misure incentivanti nazionali sono state:

- **Conto Energia:** è entrato in vigore nel 2005 con il DM 28 luglio 2005, ma ha avuto piena applicazione con il DM 6 febbraio 2006. Il 6 luglio 2023 la misura è terminata per esaurimento dei fondi stanziati e raggiungimento del tetto previsto dalla normativa. La misura prevedeva incentivi calcolati sui kWh prodotti dall'impianto. La riduzione degli incentivi segue i seguenti periodi principali:
 - Primo Conto Energia: 2005–2007
 - Secondo Conto Energia: 2007–2010
 - Terzo Conto Energia: 2010–2011
 - Quarto Conto Energia: 2011–2012
 - Quinto Conto Energia: 2012–2013

Gli incentivi venivano riconosciuti per 20 anni a seguito dell'entrata in esercizio dell'impianto.

- **Detrazioni Fiscali:** la detrazione fiscale del 50% (presto al 36%) per gli interventi di **ristrutturazione edilizia residenziale** che includono l'installazione di impianti fotovoltaici (art. 16-bis del TUIR) rappresenta un incentivo consolidato di settore ed ha di fatto “sostituito” gli incentivi erogati dal conto energia.
- **Credito d'Imposta e contributi pubblici mirati,** sono invece stati dedicati alle **aziende** nel corso degli anni. I crediti di imposta per

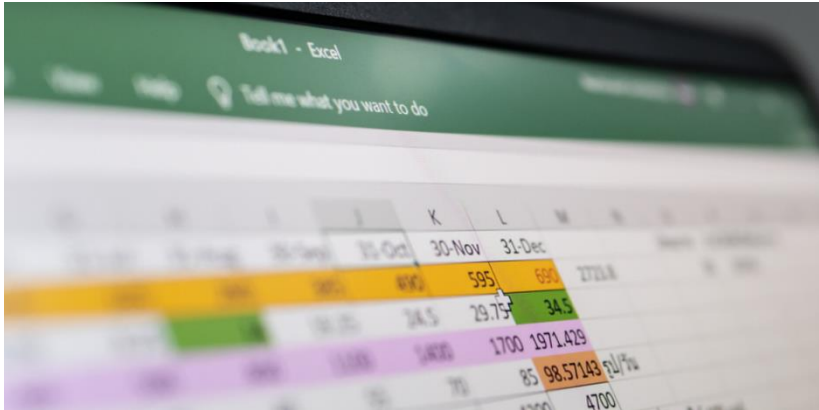
investimenti in beni strumentali dedicati all'efficienza energetica hanno subito numerose variazioni sino alle recenti misure "industria 4.0" e "transizione 5.0".

- **Superbonus 110% (Contesto Storico):** Anche se attualmente non più disponibile nella sua forma originale, il Superbonus 110% ha avuto un impatto significativo sul settore fotovoltaico dedicato al comparto residenziale. Nel più complesso ambito della riqualificazione energetica degli edifici, le agevolazioni pubbliche hanno interessato anche l'installazione di impianti fotovoltaici.



- **Comunità Energetiche Rinnovabili (CER):** le CER rappresentano un modello innovativo per la produzione e la condivisione di energia rinnovabile a livello locale. Gli incentivi per le CER sono regolamentati dal D.Lgs. 199/2021 e mirano a promuovere l'autoconsumo collettivo, la riduzione delle emissioni ed il risparmio. Oltre agli incentivi diretti in conto capitale e sull'energia

autoconsumata, le CER possono beneficiare sino a fine ottobre 2025 di sgravi fiscali e semplificazioni amministrative.



E' possibile effettuare il **download del foglio di calcolo dedicato alle CER** al seguente link: <https://www.energy2030.it/fotovoltaico-detrazione-fiscale-o-cer/>

- **Finanziamenti Agevolati:** numerosi istituti di credito e società finanziarie offrono finanziamenti agevolati per l'installazione di impianti fotovoltaici, con tassi di interesse ridotti e condizioni vantaggiose. È consigliabile confrontare le diverse offerte per trovare la soluzione più adatta alle proprie esigenze.

Il professionista incaricato alla progettazione preliminare dell'impianto avrà cura di effettuare un'analisi costi-benefici dettagliata tenendo conto dei costi di investimento, dei risparmi energetici e degli incentivi disponibili. Di fatto, le misure incentivanti hanno da sempre costituito un acceleratore alla diffusione degli impianti fotovoltaici.

- **Visione finanziaria e normativa, con modello di Payback**

Dopo aver elencato i principali incentivi e detrazioni fiscali di settore, si introduce il concetto di “periodo di payback” presentato con un modello matematico semplificato di calcolo.

- **Periodo di Payback (PB):** il periodo di payback è il tempo necessario affinché i risparmi cumulati derivanti dalla produzione di energia fotovoltaica e dagli incentivi eguagliano l'investimento iniziale. Un PB più breve indica un investimento più redditizio.

- **Modello Matematico Semplificato:**

$$PB = \text{Investimento Iniziale} / (\text{Risparmio Energetico Annuo} + \text{Incentivi Annuo})$$

Dove:

- **Investimento Iniziale:** Costo totale dell'impianto fotovoltaico (moduli, inverter, installazione, ecc.).
- **Risparmio Energetico Annuo:** Valore monetario dell'energia prodotta dall'impianto e autoconsumata, calcolato moltiplicando l'energia prodotta annualmente (kWh) per il costo dell'energia elettrica prelevata dalla rete (€/kWh).
- **Incentivi Annuo:** Valore degli incentivi fiscali (ad esempio, detrazione del 50% ripartita in 10 anni) e dei ricavi derivanti dalla vendita dell'energia in eccesso alla rete (se applicabile).
- **Esempio Pratico (Impianto Residenziale):**
 - **Investimento Iniziale:** 10.000 €
 - **Energia Prodotta Annualmente:** 4.000 kWh
 - **Costo Energia (€/kWh):** 0,25 €/kWh
 - **Autoconsumo:** 70% (2.800 kWh)
 - **Energia Venduta:** 30% (1.200 kWh)
 - **Tariffa di Vendita (€/kWh):** 0,10 €/kWh
 - **Detrazione Fiscale (50% in 10 anni):** 500 €/anno
 - **Calcolo:**

Risparmio Energetico Annuo (Autoconsumo): $2.800 \text{ kWh} * 0,25 \text{ €/kWh} = 700 \text{ €}$

Ricavo Vendita Energia: $1.200 \text{ kWh} * 0,10 \text{ €/kWh} = 120 \text{ €}$

Incentivi Annuo: 500 €

$PB = 10.000 \text{ €} / (700 \text{ €} + 120 \text{ €} + 500 \text{ €}) = 10.000 \text{ €} / 1.320 \text{ €}$
 $= 7,58 \text{ anni}$

In questo esempio, il periodo di payback dell'impianto è di circa 7,6 anni.

➤ **Esempio Pratico (Impianto Industriale):**

➤ **Investimento Iniziale:** 100.000 €

➤ **Energia Prodotta Annualmente:** 80.000 kWh

➤ **Costo Energia (€/kWh):** 0,20 €/kWh

➤ **Autoconsumo:** 90% (72.000 kWh)

➤ **Energia Venduta:** 10% (8.000 kWh)

➤ **Tariffa di Vendita (€/kWh):** 0,08 €/kWh

➤ **Credito d'Imposta (Si ipotizza un credito del 20% immediato sul bene strumentale nuovo, spalmabile in 3 anni):** 6.666,67 €/anno

➤ **Calcolo:**

Risparmio Energetico Annuo (Autoconsumo): $72.000 \text{ kWh} * 0,20 \text{ €/kWh} = 14.400 \text{ €}$

Ricavo Vendita Energia: $8.000 \text{ kWh} * 0,08 \text{ €/kWh} = 640 \text{ €}$

Incentivi Annuo: 6.666,67 €

$PB = 100.000 \text{ €} / (14.400 \text{ €} + 640 \text{ €} + 6.666,67 \text{ €}) = 100.000 \text{ €} / 21.706,67 \text{ €} = 4,61 \text{ anni}$

In questo esempio, il periodo di payback dell'impianto è di circa 4,61 anni.

I modelli di calcolo sono certamente semplificati. Un'analisi finanziaria più accurata include anche i costi di manutenzione, l'inflazione, il tasso di sconto, il decadimento di produzione dei moduli fotovoltaici e la svalutazione dell'impianto. Si consideri peraltro come:

- il costo dell'energia elettrica può variare nel tempo, tendenzialmente al rialzo, generando un maggior risparmio energetico annuale.
- le tariffe di vendita dell'energia alla rete possono variare in funzione del fornitore prescelto, tipologia e condizioni contrattuali.

- **Strumenti Online:** Esistono numerosi strumenti online (calcolatori fotovoltaici) che permettono di stimare il periodo di payback in modo più preciso, tenendo conto di tutti i fattori rilevanti.

Diamo qui evidenza del link di download di uno strumento gratuito professionale da noi sviluppato per installazioni residenziali in regime di detrazione fiscale:

<https://www.energy2030.it/fotovoltaico-detrazione-fiscale-o-cer/>

E' importante sottolineare che il periodo di payback è solo uno dei parametri da considerare nella valutazione della redditività di un impianto fotovoltaico. Altri fattori importanti includono il rendimento dell'investimento (ROI), il valore attuale netto (VAN), il tasso interno di rendimento (TIR) ed il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'immobile. La consulenza di un esperto finanziario può essere utile per effettuare un'analisi completa e prendere decisioni informate.

- **Importante avvertimento: affidarsi a professionisti qualificati**
Sebbene l'installazione di un impianto fotovoltaico possa sembrare un'operazione apparentemente semplice, è fondamentale **evitare** il "fai da te" scegliendo di affidarsi a progettisti e installatori competenti e qualificati.

Un impianto fotovoltaico non è semplicemente un insieme di pannelli, ma un sistema complesso che richiede una progettazione accurata, un'installazione a regola d'arte e il rispetto di tutte le normative elettriche, strutturali e di sicurezza.

I rischi del "fai da te" sono molteplici e possono avere conseguenze gravi quali:

- **malfunzionamenti e cortocircuiti:** un'installazione non corretta può causare malfunzionamenti, cortocircuiti e danni ai componenti dell'impianto, riducendone l'efficienza e la durata;
- **rischio di incendio:** un cortocircuito o un surriscaldamento dei cablaggi può generare un incendio, mettendo a rischio la sicurezza delle persone e degli edifici;
- **perdita delle garanzie:** l'installazione "fai da te" invalida la garanzia dei componenti dell'impianto, lasciando il proprietario senza protezione in caso di guasti;
- **mancato accesso agli incentivi:** molti incentivi fiscali e contributi economici richiedono che l'impianto sia installato da un'azienda qualificata e certificata.



Un semplice corto circuito, nella migliore delle ipotesi, può determinare un'interruzione di produzione di energia elettrica totale e parziale. Nel periodo che intercorre tra l'individuazione del guasto e il ripristino dell'impianto (a titolo oneroso) i vantaggi economici generati dall'impianto sono azzerati, compresi gli eventuali incentivi ottenuti sulla produzione o autoconsumo.

- **Perché affidarsi a professionisti:**
 - **per competenza:** i professionisti del settore fotovoltaico possiedono le competenze e le qualifiche necessarie per progettare in modo personalizzato e installare un impianto sicuro, efficiente, conforme alle normative;
 - **conoscenza delle normative:** sono aggiornati sulle ultime normative elettriche e di sicurezza e sono in grado di garantire il rispetto di tutte le regole;
 - **utilizzo di materiali certificati:** utilizzano solo materiali certificati e di alta qualità, garantendo la durata e l'affidabilità dell'impianto;
 - **garanzia sull'installazione:** offrono una garanzia sull'installazione, proteggendo il proprietario da eventuali problemi o difetti;
 - **sicurezza:** mettono al primo posto la sicurezza, proteggendo le persone e gli edifici dai rischi connessi all'impianto elettrico.
- **Come scegliere un professionista qualificato:**
 - assicurarsi che l'azienda sia abilitata all'installazione di impianti elettrici e che possieda le certificazioni necessarie (es. qualifica PES/PAV);
 - chiedere referenze ad altri clienti e verificare la loro soddisfazione;
 - verificare la copertura assicurativa che ogni azienda contrae obbligatoriamente per far fronte alla responsabilità civile per eventuali danni causati durante l'installazione.
- **Evitare il "collezionismo di preventivi" e concentrarsi sulla qualità della consulenza:** in un mercato maturo e stabile come quello del fotovoltaico, è importante evitare di raccogliere troppi preventivi per potersi concentrare sulla qualità della consulenza, servizi e prodotti offerti. La ricerca spasmodica del prezzo più basso può portare a scelte sbagliate o a compromessi in ordine alla sicurezza, funzionamento ed efficienza dell'impianto.



Scorcio della scrivania di un collezionista di preventivi seriale, da anni alla ricerca del "miglior prezzo" ma che continua a pagare importanti costi energetici

- **Perché le aziende serie offrono prezzi analoghi:**
 - **costi di materiali e manodopera:** le aziende ormai posizionate all'interno del mercato utilizzano materiali di alta qualità (moduli, inverter, cablaggi) certificati e conformi alle normative e si avvalgono di personale qualificato e formato. Questi fattori comportano costi che si riflettono nel prezzo finale, ma garantiscono la durata, l'efficienza e la sicurezza dell'impianto;
 - **rispetto delle normative:** rispettano tutte le normative in materia di sicurezza sul lavoro, ambiente e installazione di impianti elettrici;
 - **servizi di progettazione e assistenza:** offrono servizi di progettazione accurata, consulenza personalizzata, assistenza post-vendita e manutenzione, che richiedono competenze e risorse specifiche.
- **Perché diffidare dei prezzi troppo bassi:**
 - **utilizzo di materiali di scarsa qualità:** prezzi troppo bassi possono indicare l'utilizzo di moduli e inverter con prestazioni poco interessanti e prodotti da aziende neonate non in grado di dimostrare uno storico in termini di rispetto delle garanzie. Questi materiali potrebbero avere una durata inferiore, un rendimento inferiore e una maggiore probabilità di guasti;

- **lavori effettuati velocemente e male:** prezzi troppo bassi possono comportare lavori effettuati in modo veloce e superficiale, per risparmiare sul costo del lavoro, senza il rispetto delle regole di sicurezza e delle normative tecniche. Questo può compromettere la sicurezza dell'impianto e delle persone.
- **aziende inaffidabili:** potrebbero essere poco strutturate, con poca esperienza e con una scarsa probabilità di rispettare le garanzie offerte.

- **Esiste il giusto prezzo di un impianto fotovoltaico?**

Si. Chi scrive conosce le logiche di determinazione del prezzo e quali elementi lo caratterizzano.

Dal lontano 2006 ad oggi, il giusto prezzo di un impianto fotovoltaico, consente al privato di ripagare l'investimento in circa 6 anni. Il periodo di payback, per evidenti ragioni di economie di scala, è pari a circa 4,5 anni nel caso di installazioni industriali.

Gli incentivi hanno da sempre “drogato” la determinazione del prezzo degli impianti perché da ormai un ventennio a questa parte i **costi dei componenti** (pannelli fotovoltaici, inverter, cavi, quadri, etc.) **hanno subito fluttuazioni al ribasso o al rialzo in modo direttamente proporzionale alla quantità di incentivi ottenibili dai clienti finali.** L'ultimo rincaro dei prezzi, a conforto della tesi, è recente e collegato alla misura “superbonus”: visto che gli incentivi consentivano la possibilità di vendita degli impianti fotovoltaici con massimali di prezzo di 2.500 Euro/kWp il costo dei moduli fotovoltaici e inverter è, in quel particolare periodo storico, aumentato.

Le misure incentivanti oggi in vigore consentono di abbattere sensibilmente l'ideale periodo di payback di quasi il 50% rispetto ai valori temporali sopra indicati.

Il “giusto prezzo” è prontamente colto da chi è consapevole di operare un vero e proprio investimento familiare o aziendale, il cui studio va affidato a professionisti competenti, qualificati e affidabili.



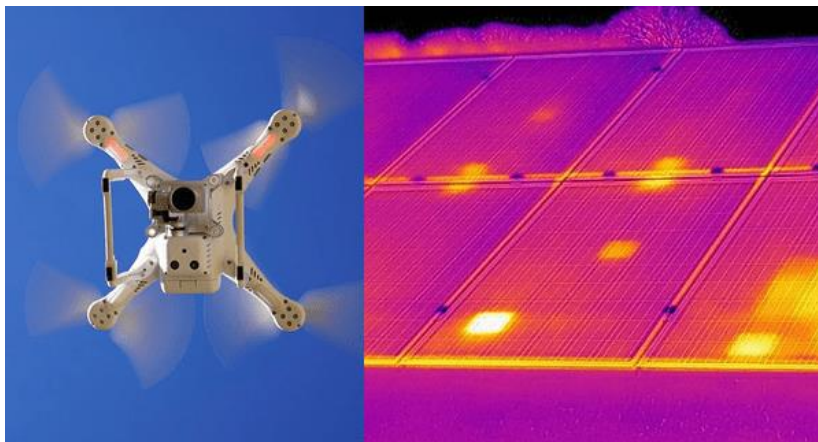
Difficilmente sarà invece individuato da coloro che investono inutilmente prezioso tempo nella spasmodica ricerca del prezzo più basso, semplicemente perché, a parità di qualità dei prodotti, professionalità e garanzie offerte, non esistono possibilità di mediare un prezzo già determinato in modo equo.

5

MANUTENZIONE E MONITORAGGIO**COME UTILIZZARE AL MEGLIO
L'ENERGIA PRODOTTA**

La manutenzione periodica di un impianto fotovoltaico è fondamentale per assicurare la massima produzione di energia elettrica e va talvolta oltre la semplice pulizia dei moduli.

- **Termografia:** l'utilizzo di termocamere permette di individuare punti caldi sui moduli fotovoltaici, che possono indicare difetti, celle danneggiate o connessioni allentate. La termografia, solitamente effettuata con l'utilizzo di droni, è uno strumento diagnostico efficace per prevenire guasti e ottimizzare la produzione.



Termografia effettuata con drone con punti caldi

- **Analisi della curva I-V:** la curva corrente-tensione (I-V) caratterizza le prestazioni di un modulo fotovoltaico. Misurare la curva I-V con appositi strumenti permette di individuare problemi come ombreggiamento parziale, difetti delle celle o problemi di connessione.

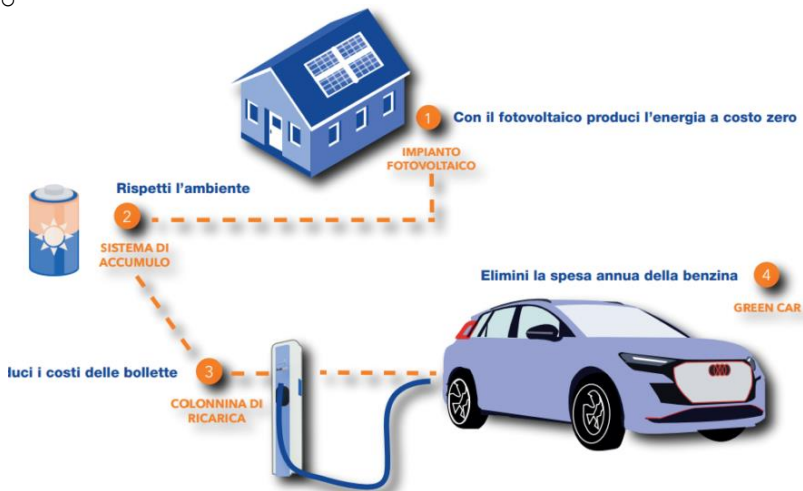
- **Verifica del serraggio delle viti:** annualmente, comunque eccezionalmente ed a seguito di eventi metereologici avversi è consigliabile verificare il corretto serraggio e tenuta di viti, bulloni e rivetti.
- **Funzionamento dell'impianto elettrico** le operazioni di manutenzione ordinaria prevedono un controllo di tutti i parametri elettrici, regolare funzionamento dell'inverter e stato di usura dei cavi.
- **Lavaggio periodico dei moduli:** è buona consuetudine lavare i cristalli dei moduli fotovoltaici al fine di rimuovere impurità, polveri da smog o residui organici di volatili. La capacità di autolavaggio dei moduli fotovoltaici nelle giornate di pioggia è direttamente proporzionale alla pendenza della falda su cui sono installati.
- **Sostituzione dell'inverter e delle batterie:** al contrario dei moduli fotovoltaici che funzionano stabilmente per almeno 30 anni, l'inverter e i pacchi batteria vengono sostituiti nel periodo che intercorre dal decimo al quindicesimo anno. Per aumentare la durata ed efficienza dei citati componenti elettrici è consigliabile installarli in locali non troppo caldi o umidi.
- **Monitoraggio da remoto avanzato:** i moderni sistemi di monitoraggio non si limitano a visualizzare la produzione di energia, ma offrono anche funzionalità avanzate come l'analisi dei dati, la diagnosi dei guasti e l'invio di allarmi in caso di anomalie. Tutto per garantire la massima efficienza e durata dell'impianto fotovoltaico. In particolare, i sistemi più evoluti consentono:
 - **di avere una visione in tempo reale** delle prestazioni dell'impianto;
 - **la visualizzazione dei dati di produzione di energia, di autoconsumo e cessione in rete** con report giornalieri, mensili o annuali;
 - **di monitorare i parametri elettrici**, ovvero, tensione, corrente e potenza a livello di stringa o di singolo modulo (se dotati di ottimizzatori o micro-inverter);

- **di controllare il corretto funzionamento dell'inverter** e identificare eventuali anomalie;
- **di monitorare** la temperatura dei moduli, l'irradiazione solare e la velocità del vento;
- **di analizzare i dati storici di produzione** per individuare trend, anomalie e problemi di performance;
- **di generare allarmi** nel caso di:
 - **calo anomalo della produzione:** viene segnalato un calo significativo della produzione rispetto alle aspettative, indicando potenziali problemi di ombreggiamento, sporco o guasti;
 - **guasto dell'inverter:** avvisa in caso di malfunzionamento o guasto dell'inverter;
 - **problemi di tensione o corrente:** segnala anomalie nei parametri elettrici che potrebbero indicare problemi di connessione o guasti nei moduli e connettori;
- **L'avvento dell'Intelligenza Artificiale (IA):** l'integrazione dell'IA nei sistemi di monitoraggio apre nuove possibilità utili a ottimizzare le prestazioni dell'impianto. Alcune applicazioni avanzate prevedono:
 - **la diagnosi predittiva dei guasti:** l'IA può analizzare i dati storici e identificare pattern che indicano un potenziale guasto imminente, consentendo di intervenire in modo proattivo e prevenire costosi fermi di impianto;
 - **l'ottimizzazione dell'autoconsumo:** l'IA può prevedere il fabbisogno energetico dell'utenza e ottimizzare l'utilizzo dell'energia prodotta dall'impianto, massimizzando l'autoconsumo e riducendo la dipendenza dalla rete elettrica;
 - **la gestione ottimizzata delle batterie:** nei sistemi dotati di accumulo, l'IA può ottimizzare la carica e la scarica delle batterie (cd. cicli) in base alle previsioni di produzione e consumo, massimizzando la durata delle batterie e l'efficienza del sistema;

- **Come utilizzare al meglio l'energia prodotta**

Poter programmare l'utilizzo efficace ed efficiente dell'energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico è conseguente ad un corretto dimensionamento in fase di ideazione e progettazione professionale. Esistono accessori tecnologici che, soprattutto in ambito residenziale "fanno dialogare" l'impianto fotovoltaico con i carichi elettrici:

- **con sistemi di domotica è possibile programmare in modo intelligente gli elettrodomestici: a titolo di puro esempio, la lavatrice, la lavastoviglie, l'asciugatrice, ecc. saranno avviate durante le ore di massima produzione fotovoltaica per massimizzare i dati di autoconsumo, di conseguenza, il risparmio;**
- **con sistemi di gestione dell'energia (EMS) sarà invece possibile monitorare i consumi e la produzione di energia al fine di ottimizzare l'utilizzo dell'energia in base a preferenze personalizzate;**
-



- anche **la programmazione della ricarica di veicoli elettrici** sarà idealmente organizzata durante le ore di massima produzione fotovoltaica per massimizzare l'utilizzo dell'energia solare.

Non vi è chi non veda come la corretta configurazione ed il giusto dimensionamento di ogni impianto fotovoltaico vada affidata a professionisti che, dopo aver analizzato i consumi elettrici attuali, la disponibilità di spazio utile all'installazione, i dati di potenziale produzione e le previsioni di eventuale maggior consumo, saprà consigliare la migliore configurazione di impianto.

6

GARANZIE DI PRODOTTO

Le garanzie offerte dai produttori di moduli fotovoltaici sono un elemento fondamentale nella scelta del prodotto.

- **Garanzia sul prodotto vs. garanzia sulla produzione:** la garanzia sul prodotto copre i difetti di fabbricazione e i guasti dei moduli, mentre la garanzia sulla produzione garantisce un certo livello di produzione energetica nel corso del tempo a fronte di un naturale decadimento della potenzialità di produzione dei pannelli fotovoltaici. È importante valutare attentamente entrambe le garanzie e le loro condizioni.
- **Solidità e storicità del produttore:** acquistare prodotti da aziende con una solida reputazione e una lunga storia nel settore è fondamentale per avere la certezza che la garanzia verrà rispettata in caso di necessità. Il consulente potrà aiutarti nelle fasi di verifica della stabilità finanziaria del produttore e sua presenza sul mercato.
- **Condizioni di garanzia:** va prestata particolare attenzione alle esclusioni, ai limiti di responsabilità e alle procedure per la richiesta di assistenza. Per esperienza personale, i brand che tardano a fornire assistenza si autoescludono autonomamente dal mercato.
- **Certificazioni di qualità:** Verifica che i moduli fotovoltaici siano certificati secondo standard internazionali come IEC 61215 e IEC 61730, che attestano la conformità ai requisiti di sicurezza e prestazioni. Non per ultimo, nel caso di installazioni in presenza di nebbie saline o esalazioni con ammoniaca, i moduli fotovoltaici sono diversamente certificati.

7

SOSTENIBILITA'**RATING ESG E BILANCIO DI SOSTENIBILITA'**

Installare un impianto fotovoltaico non è solo una scelta economicamente vantaggiosa, ma anche un contributo significativo alla tutela dell'ambiente e alla costruzione di un futuro per tutti più sostenibile.

- **Riduzione delle emissioni di gas serra:** gli impianti fotovoltaici producono energia elettrica senza emettere gas serra (CO₂, metano, ecc.) durante il loro funzionamento. Questo contribuisce a ridurre l'impronta di carbonio e a mitigare i cambiamenti climatici. Le emissioni climateranti vengono misurate in TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) e, nel caso di interventi industriali, per ogni TEP non emessa in aria, viene riconosciuto un titolo di efficienza energetica (TEE).
- **Miglioramento della qualità dell'aria:** a differenza delle centrali termoelettriche a combustibili fossili, gli impianti fotovoltaici non emettono inquinanti atmosferici come ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x) e particolato (PM), contribuendo a migliorare la qualità dell'aria e a ridurre i problemi di salute associati all'inquinamento atmosferico.
- **Conservazione delle risorse idriche:** le centrali termoelettriche richiedono grandi quantità di acqua per il raffreddamento, mentre gli impianti fotovoltaici non necessitano di acqua per la produzione di energia.
- **Riduzione della dipendenza dai combustibili fossili:** l'adozione del fotovoltaico riduce la dipendenza dai combustibili fossili importati, aumentando l'indipendenza energetica e la sicurezza nazionale. Sul punto, l'abbinamento dell'impianto con colonnine di ricarica di veicoli elettrici o wallbox rappresenta una soluzione ideale per ridurre ulteriormente l'impatto ambientale.

- **Sostenibilità e vantaggi competitivi aziendali:**
 - **Rating ESG (Environmental, Social, and Governance):** l'adozione di pratiche sostenibili, come l'installazione di impianti fotovoltaici, contribuisce a migliorare il rating ESG di un'azienda. Nonostante politiche ancor oggi “timide” in tema, inesorabilmente un buon rating ESG sarà sempre più importante per attrarre investitori, accedere a finanziamenti agevolati e migliorare la reputazione aziendale.



- **Bilancio di sostenibilità:** la redazione di un bilancio di sostenibilità, che rendiconta le performance ambientali, sociali ed economiche dell'azienda, è un requisito già oggi obbligatorio per alcune grandi aziende e un'opportunità per tutte le PMI al fine di comunicare il proprio impegno per la sostenibilità. L'installazione di un impianto fotovoltaico può essere un elemento chiave anche in tal senso.
- **Accesso al credito e internazionalizzazione:** le banche e gli istituti finanziari sono sempre più attenti alle performance ESG delle aziende e tendono a favorire le aziende con un elevato livello di sostenibilità. Molte aziende internazionali richiedono inoltre ai propri fornitori di adottare pratiche sostenibili, rendendo la sostenibilità un fattore competitivo chiave per l'internazionalizzazione del business.
-

8

DURATA E CONSERVAZIONE

La longevità e l'efficienza di un impianto fotovoltaico sono fattori chiave per massimizzare il ritorno sull'investimento. Questo capitolo fornisce informazioni essenziali sulla durata tipica dei componenti, sulle strategie per gestire l'obsolescenza e sulle migliori pratiche per conservare l'efficienza nel tempo.

- **Durata dei componenti principali:**
 - **Moduli fotovoltaici:** la maggior parte dei produttori offre garanzie sulla produzione per 25-30 anni, garantendo che i moduli manterranno almeno l'80-85% della loro potenza nominale originale. Tuttavia, la durata effettiva dei moduli può superare i 30 anni se sottoposti a corretta manutenzione. Il degrado della potenza è un processo naturale dovuto all'esposizione ai raggi UV, alle variazioni di temperatura e ad altri fattori ambientali.
 - **Inverter:** gli inverter hanno una durata di vita inferiore rispetto ai moduli fotovoltaici, generalmente compresa tra 10 e 15 anni. La sostituzione dell'inverter è un intervento di manutenzione ordinaria che va pianificato nel corso della vita dell'impianto e che è previsto in sede di redazione del business plan di impianto.
 - **Batterie (sistemi con accumulo):** la durata delle batterie dipende dalla tecnologia (litio-ione, piombo-acido, ecc.) e dalle condizioni di utilizzo (profondità di scarica, temperatura, ecc.). Le batterie al litio-ione hanno generalmente una durata di circa 10 anni, mentre le batterie al piombo-acido hanno una durata inferiore.
 - **Strutture di supporto e cablaggi:** le strutture di supporto e i cablaggi hanno una durata potenzialmente molto lunga, ma è importante effettuare controlli periodici per verificare l'assenza di corrosione, danni o allentamenti. In particolare,

un bravo progettista andrà a prevedere la corrosione delle strutture di supporto per il cd. “effetto pila” che viene generato per differenza di cariche elettrostatiche dei materiali, allorché, ad esempio, vengano messi in contatto alluminio e ferro.



Tipico esempio di corrosione galvanica dovuta al contatto tra ferro e alluminio

- **La gestione dell'obsolescenza** è attuata mediante:
 - **Il revamping (ammodernamento):** il revamping consiste nella sostituzione dei componenti obsoleti dell'impianto con componenti più moderni ed efficienti. Questo può includere la sostituzione dei moduli fotovoltaici con modelli più performanti, la sostituzione dell'inverter con un modello più efficiente e dotato di funzionalità avanzate, o l'aggiunta di un sistema di accumulo.
 - **Il Repowering (rinnovamento completo):** consiste nella ricostruzione completa dell'impianto, mantenendo eventualmente solo la connessione alla rete elettrica. Questa opzione può essere conveniente quando l'impianto è molto vecchio e inefficiente, o quando si desidera aumentare la potenza dell'impianto.

Le migliori pratiche per conservare l'efficienza dell'impianto e garantire una durata dei componenti per oltre 30 anni sono state trattate nel capitolo dedicato alla manutenzione e monitoraggio degli impianti.

Nel caso in cui fosse necessario e utile aumentare la potenza di un impianto già installato è sempre consigliabile consultare un esperto del settore per valutare le opzioni di revamping e repowering che, in primo luogo, si assicurerà di non compromettere il diritto ad eventuali incentivi già ottenuti.

9

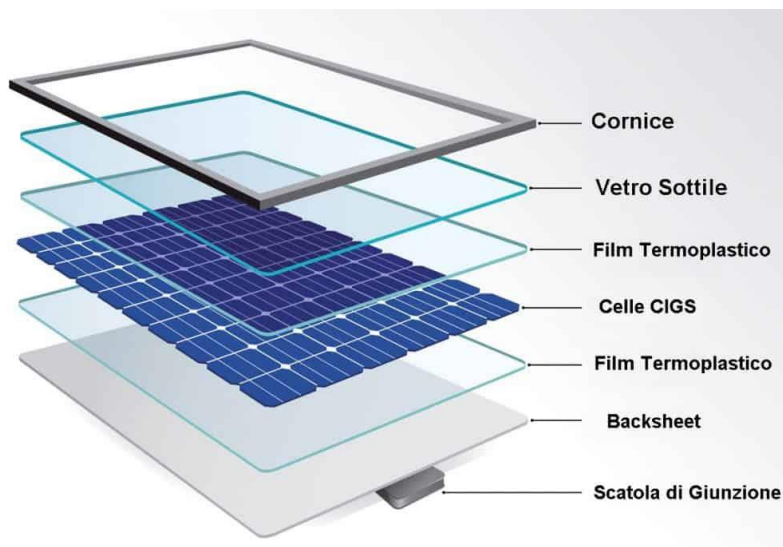
SMALTIMENTO DEI MODULI FV

Un aspetto importante sempre più attenzionato da chi decide di installare un impianto fotovoltaico è la gestione del fine vita dei moduli. Contrariamente a quanto si possa pensare, lo smaltimento e il riciclo dei moduli fotovoltaici sono processi ben definiti e gestiti in modo sostenibile.

- **Consorzi di smaltimento:** in molti paesi, tra cui l'Italia, i produttori di moduli fotovoltaici sono tenuti per legge a aderire a consorzi di smaltimento riconosciuti, come il consorzio Ecolight o PV Cycle. Questi consorzi si occupano della raccolta, del trasporto e del trattamento dei moduli a fine vita, garantendo il corretto smaltimento e il recupero dei materiali.
- **Quota di smaltimento:** al momento dell'acquisto dei moduli, l'azienda installatrice o il produttore dei moduli versano un importo economico prestabilito al consorzio di smaltimento, per ogni modulo immesso in commercio e installato. La quota copre i costi di gestione del fine vita dei moduli, garantendo che lo smaltimento avvenga in modo responsabile e sostenibile.
- **Rigenerazione dei moduli:** in alcuni casi, i moduli fotovoltaici a fine vita possono essere rigenerati, ovvero sottoposti a processi di riparazione e ripristino per prolungarne la durata e riportarli a livelli di efficienza accettabili. La rigenerazione rappresenta un'opzione più sostenibile rispetto al riciclo, in quanto riduce il consumo di energia e materiali.
- **Riciclabilità dei materiali:** I moduli fotovoltaici sono costituiti principalmente da materiali riciclabili, come vetro, alluminio, silicio e rame. I processi di riciclo permettono di recuperare questi materiali e riutilizzarli nella produzione di nuovi moduli o di altri prodotti.
- **Processi di riciclo avanzati:** sono in fase di sviluppo processi di riciclo sempre più avanzati che permettono di recuperare anche i

materiali più preziosi, come l'argento e il tellururo di cadmio (nel caso dei moduli a film sottile).

- **Normativa di riferimento:** la gestione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), a cui appartengono i moduli fotovoltaici, è regolamentata a livello europeo dalla direttiva RAEE (2012/19/UE) e a livello nazionale da specifiche normative di recepimento.



Sezione di un modulo fotovoltaico e materiali.

La corretta gestione del fine vita dei moduli fotovoltaici è un elemento essenziale per garantire la sostenibilità complessiva del settore. Scegliere prodotti da aziende che aderiscono a consorzi di smaltimento affidabili e che promuovono pratiche di riciclo avanzate è un modo concreto per restituire alle prossime generazioni un mondo migliore.

10

**CREDITO BANCARIO
SOLUZIONI ESCO**

L'investimento in un impianto fotovoltaico richiede un'attenta valutazione delle opzioni di finanziamento e gestione. Questo capitolo esplora le possibilità di accesso al credito bancario e l'alternativa offerta dalle ESCO (Energy Service Company), che consentono di realizzare l'impianto senza investimenti iniziali e con prestazioni garantite.

- **Accesso al credito bancario:**

- **Finanziamenti ad aziende finalizzati:** molte banche offrono finanziamenti dedicati all'installazione di impianti fotovoltaici, con tassi di interesse agevolati e durate flessibili. Questi finanziamenti possono coprire una parte o l'intero costo dell'impianto.
- **Credito al consumo per famiglie:** numerose finanziarie e banche offrono soluzioni modulabili con durata massima di 60 mesi. Il finanziamento viene di fatto ripagato grazie al risparmio generato dal risparmio: per questo, si è soliti definire l'operazione "impianto fotovoltaico a costo zero".
- **Fasi di istruttoria**
 - **valutazione del merito creditizio:** la concessione del finanziamento è subordinata alla valutazione del merito creditizio del richiedente, che tiene conto della sua solidità finanziaria, della capacità di rimborso e della presenza di garanzie;
 - **acquisizione della documentazione:** per ottenere un finanziamento, è necessario presentare una serie di documenti, tra cui il preventivo dell'impianto, la visura camerale, il bilancio (per le aziende) e la dichiarazione dei redditi (per i privati);

- **garanzie:** gli istituti di credito possono richiedere garanzie reali (es. ipoteca sull'immobile) o personali (es. fideiussione) per tutelarsi dal rischio di insolvenza.
- **Energy Service Company (ESCO): una valida alternativa per realizzare i progetti senza investimenti iniziali**
 - **Cosa sono le ESCO:** le ESCO sono società specializzate nella progettazione, realizzazione, gestione e finanziamento di interventi di efficienza energetica, tra cui l'installazione di impianti fotovoltaici.
 - **Contratti EPC (Energy Performance Contract):** le ESCO realizzano gli interventi attraverso contratti EPC, con cui si impegnano a garantire un certo livello di risparmio energetico e di produzione di energia a fronte del pagamento costante di un canone con valore inferiore ai risparmi economici conseguiti grazie agli interventi di efficientamento energetico.
 - **Vantaggi della Soluzione ESCO:**
 - **nessun investimento iniziale:** Il cliente non deve investire capitali propri per la realizzazione dell'impianto;
 - **prestazioni garantite e monitorate:** la ESCO si assume la responsabilità di garantire le prestazioni dell'impianto (produzione di energia, risparmio energetico);
 - **risparmio energetico immediato:** il cliente beneficia immediatamente dei risparmi energetici generati dall'impianto;
 - **gestione completa:** la ESCO si occupa di tutte le fasi del progetto, dalla progettazione, alla realizzazione, messa in esercizio e manutenzione.
 - **nessun impatto sul "castelletto bancario":** il cliente non deve intaccare le proprie linee di credito bancarie per finanziare l'intervento a tutto beneficio della possibilità di dedicare altri investimenti al proprio core business.

- **Come funziona un contratto EPC (Energy Performance Contract):**
 - la ESCO effettua un audit energetico per valutare il potenziale di risparmio energetico;
 - la ESCO propone un progetto di intervento e un contratto EPC che garantisce un certo livello di risparmio condiviso con il cliente energivoro;
 - la ESCO realizza l'intervento, finanziandolo con capitali propri o di terzi;
 - Il cliente paga alla ESCO una quota dei risparmi energetici generati dall'intervento a titolo di canone periodico;
 - al termine del contratto, l'impianto diventa di proprietà del cliente.



Il mondo immaginato dalle ESCO

- **Requisiti per affidarsi a una ESCO:**
 - **consumo energetico significativo:** le ESCO sono generalmente interessate a progetti con un consumo energetico significativo, in grado di generare risparmi consistenti che giustifichino i costi delle attività di sopralluogo e progettazione preliminare;
 - **disponibilità a condividere i risparmi:** il cliente deve essere disposto a condividere i risparmi energetici con la ESCO per

un predeterminato e condiviso periodo di tempo durante il quale gli investimenti e oneri finanziari saranno ripagati;

I professionisti di settore e di vecchia data (come chi scrive) oltre ad essere naturalmente competenti in tema di dimensionamento, progettazione e gestione di impianti, sono preparati anche in ambito finanziario poiché, di fatto, sono consapevoli di proporre soluzioni che incidono direttamente sui bilanci di società e famiglie.

Nulla sarà improvvisato e la scelta tra un investimento diretto da parte del cliente, l'accesso al credito bancario o soluzioni ESCO saranno oggetto di serio e costruttivo confronto utile a trasformare l'impianto fotovoltaico in un "abito costruito su misura".

Tutte le soluzioni prospettate saranno caratterizzate da requisiti di affidabilità e trasparenza. È infatti fondamentale scegliere partner affidabili, con una solida esperienza nel settore e in grado di proporre condizioni e contratti trasparenti.

11

RISPOSTE A DOMANDE FREQUENTI

In questo capitolo fornisco semplici risposte ai principali quesiti solitamente posti da soggetti interessati all'installazione di un impianto fotovoltaico, poi diventati clienti:

DOMANDA: l'impianto funziona se piove?

RISPOSTA: sì. Serve la luce e non il sole pieno. Certamente, in giornate serene la produzione sarà maggiore.

DOMANDA: quanto spazio ci vuole per installare l'impianto?

RISPOSTA: circa 5 metri quadrati per ogni kWp installato.

DOMANDA: devo rifare il tetto?

RISPOSTA: solamente se è molto vecchio, in eternit o se le travi non assicurano la pedonabilità o la staticità.

DOMANDA: posso installare un impianto dedicato ad una singola famiglia su un condominio?

RISPOSTA: sì, con una delibera assembleare che richiede una maggioranza qualificata: almeno la metà +1 dei partecipanti all'assemblea e che rappresentino almeno 500 millesimi dell'edificio.

DOMANDA: cosa succede se vado in vacanza?

RISPOSTA: l'impianto continua a produrre e l'energia viene immessa in rete. Comodamente, sotto l'ombrellone e con uno smartphone, potrai monitorare da remoto il corretto funzionamento del sistema fotovoltaico.

DOMANDA: se manca la corrente?

RISPOSTA: se hai installato una batteria con funzione di backup l'energia elettrica sarà attinta dal sistema di accumulo e non resterai al buio.



DOMANDA: posso installare un impianto senza batteria?

RISPOSTA: certo, puoi aggiungerlo dopo. Oggi è consigliabile installarla per aumentare le percentuali di autoconsumo ed accedere a maggiori incentivi CER che premiano proprio i comportamenti virtuosi.

DOMANDA: se aggiungo una batteria e non ho un inverter ibrido, devo necessariamente cambiarlo?

RISPOSTA: no. Esistono sistemi di accumulo che possono essere collegate efficacemente anche a inverter vecchi.

DOMANDA: quanto si risparmia?

RISPOSTA: dipende dai tuoi consumi, dal costo dell'energia elettrica e dal corretto dimensionamento dell'impianto. I professionisti ti forniranno una previsione attendibile, sempre prudentiale.

DOMANDA: quanto dura un impianto fotovoltaico?

RISPOSTA: se si effettuano i consueti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, dura almeno 30 anni.

DOMANDA: quali altri benefici non immediatamente percepibili apporta un impianto fotovoltaico?

RISPOSTA: aumenta la classe energetica dell'abitazione. Nel caso di installazione industriale, caratterizza le aziende ed eleva il rating ESG.

DOMANDA: chi cura le pratiche urbanistiche, quelle con il GSE e con Enel Distribuzione?

RISPOSTA: ogni azienda seria che ha come proprio business l'installazione di impianti fotovoltaici. La storicità dell'azienda contribuisce ad automatizzare, quindi snellire, tutte le fasi burocratiche.

DOMANDA: debbo fare lavori edili per installare un impianto fotovoltaico?

RISPOSTA: no. I tecnici decideranno con te dove posizionare tutti gli elementi e dove posizionare cavi e canaline. Potranno essere esterne piuttosto che interne (in quest'ultimo caso i piccoli fori tra diversi piani o vani vengono realizzati con una carotatrice).

DOMANDA: l'impianto fotovoltaico può prendere fuoco?

RISPOSTA: se è installato a regola d'arte e sono state rispettate tutte le normative elettriche, ogni principio di corto circuito viene interrotto da interruttori. L'unico modo per far prendere fuoco ad un impianto è aggredirlo con fiamme libere.

DOMANDA: come posso accedere a finanziamenti o crediti personali per pagare l'impianto fotovoltaico?

RISPOSTA: con banche e istituti finanziari che solitamente sono convenzionati con gli installatori.

11

CONCLUSIONI E RINGRAZIAMENTI

Da quasi vent'anni sono appagato dal solo fatto di diffondere buona cultura green. I risultati finanziari sono da sempre stati una naturale conseguenza della passione, serietà, preparazione e voglia di condividere con i clienti progetti che “aiutano il pianeta”.

Devo per questo ringraziare:

- le centinaia di clienti che mi hanno dato fiducia;
- i “capitani di impresa” per cui ha realizzato progetti anche complessi che mi hanno insegnato come essere imprenditore di me stesso;
- ringrazio gli attuali collaboratori poiché le loro incertezze sono motivo quotidiano di crescita comune;

Il manuale, alla sua prima edizione, non intende essere eccessivamente didattico, piuttosto utile strumento informativo per coloro i quali intendano installare un impianto fotovoltaico.

Devo un particolare ringraziamento a TeamPower Srl, affidabile partner, che ha patrocinato la stesura del manuale.



TEAMPOWER
SOLUTIONS ENERGY SOURCES

<https://www.teampowersrl.it/>