

GUIDA ALLA PROGETTAZIONE FINO A 3 kWp

Gli impianti di potenza fino a 3 kWp, ideali per abitazioni unifamiliari, sono i più incentivati dal Quinto Conto Energia, oltre ad avere le maggiori potenzialità di mercato. Approfondiamo quindi i criteri e gli accorgimenti progettuali, evidenziando inoltre le differenze tra gli impianti basati su inverter tradizionali e quelli a microinverter

Andrea Pitonzo*

LIV Conto Energia, di fresca emanazione governativa, ha generato ampio scontento nel mondo del fotovoltaico e non solo. Una nota positiva rimane l'orientamento a incentivare gli impianti di piccole dimensioni, con particolare riferimento a quelli di potenza fino a 3 kWp, corrispondenti alle esigenze tipiche di un'abitazione in cui viva una famiglia media.

Gli impianti di questa taglia sono per altro tra quelli con maggiori potenzialità di mercato, visto anche il tessuto urbanistico italiano. E quelli nei quali gli installatori possono trovare indubbiamente maggiori opportunità di sviluppo delle loro attività.

Cerchiamo ora di rispondere a due domande fondamentali: "Quali sono i criteri e gli accorgimenti progettuali essenziali per impianti di tali dimensioni? E quali sono le differenziazioni a seconda che un impianto sia basato su inverter tradizionali oppure sulla nuova tecnologia a microinverter?"

Accuratezza innanzitutto!

Il paragone con le grandi centrali solari o con gli impianti trifase di ambito industriale fa apparire

semplice, persino elementare, il fotovoltaico di potenze dell'ordine di 3 kWp; ciononostante anch'esso richiede un'attenta (e competente!) valutazione dei vari aspetti che influenzeranno la resa dell'impianto, facendo tesoro di essi per una progettazione ottimale. Il primo passo da compiere è la verifica del conto energetico del cliente (la bolletta) per conoscere i consumi annui in kWh e, di conseguenza, identificare la dimensione che dovrà avere l'impianto fotovoltaico, anche in considerazione del meccanismo degli incentivi del Conto Energia.

La scelta fondamentale

Una volta dedotta la dimensione dell'impianto, già prima di addentrarsi nella progettazione s'impone la scelta fondamentale, cioè quale intelligenza si vuole dare all'impianto fotovoltaico: inverter tradizionali oppure microinverter? Da tale scelta infatti derivano impianti con struttura e impostazione sostanzialmente diverse. Data la difficoltà di descrivere la progettazione dei due tipi di impianto procedendo in parallelo, la affronteremo separatamente articolando il processo per fasi in modo da facilitare il confronto.

Il ruolo centrale dell'installatore

Prima di inoltrarci nella spiegazione tecnica, è utile ricordare che la normativa vigente prevede che, per accedere agli incentivi, anche impianti fotovoltaici dell'ordine di 3 kWp siano progettati da un professionista.

Al di là dell'aspetto formale, sta di fatto che per impianti di questo tipo la figura decisamente di riferimento è quella dell'installatore, in tutte le fasi del lavoro ivi compresa la progettazione. È infatti l'installatore, con la sua esperienza e con i suoi sopralluoghi sul campo, che può fornire la maggior parte delle informazioni, anche nell'ottica di realizzare al meglio un impianto del quale sarà lui stesso a eseguire tutto il lavoro di cantiere e per il quale metterà in gioco la sua reputazione professionale con il cliente per tutta la vita dell'impianto.

*Training Manager Enphase Energy Italia

PROGETTARE IMPIANTI A "INVERTER TRADIZIONALI"

Fase 1 Analisi del sito

La prima fase consiste in un'accurata analisi delle caratteristiche generali del luogo e delle falde del tetto in cui avverrà l'installazione, in particolare per ciò che riguarda:

- l'esposizione effettiva all'irraggiamento solare in ogni punto e per tutto l'anno, tenendo conto di come la traiettoria del sole nel cielo cambi notevolmente con le stagioni (bassa sull'orizzonte in prossimità del solstizio d'inverno, a picco in coincidenza con quello d'estate) e con le ore del giorno, trasformando in 'barriere' ombreggianti eventuali edifici confinanti o vicini, aggetti e cornicioni posti più in alto, alberi, colline o montagne che delimitano una valle, ecc.

- le dimensioni e l'inclinazione delle falde del tetto su cui verranno installati i moduli fotovoltaici;
- la presenza di 'ostacoli' che potrebbero determinare ombreggiamenti anche solo parziali o temporanei (tipico il caso delle antenne televisive, delle canne fumarie, dei parafulmini, ecc.).

Tra i motivi per cui è così importante l'analisi del sito, non figura solo il calcolo dell'irraggiamento (cfr. Fase 2), ma c'è soprattutto la limitazione di corrente tipica dei collegamenti in serie utilizzati nel fotovoltaico a inverter tradizionali. Tale limitazione, conosciuta gergalmente anche come "effetto domino" o "effetto albero di Natale", deriva dal fatto che i moduli FV – a seconda della loro inclinazione, esposizione, pulizia, copertura con ombre di ogni sorta,

ecc. – hanno rendimenti tra loro assai differenti e spesso mutevoli repentinamente; e poiché sono collegati in serie, le prestazioni complessive della stringa o del campo FV si livellano sulla prestazione del peggiore dei moduli stessi. Diventa quindi molto importante aver chiaro quale sarà la reale situazione di esposizione ai raggi solari per tutto l'anno di ogni punto che potrebbe diventare ubicazione di un modulo FV. Per ciò che riguarda il luogo in cui installare l'in-

verter, gli impianti di queste dimensioni non richiedono un locale tecnico apposito. Bisogna tuttavia considerare fattori quali:

- l'accessibilità, per eseguire i lavori di installazione e per l'eventuale manutenzione;
- le buone condizioni ambientali (evitare eccessi di polvere, schizzi d'acqua, ecc., che sarebbero sopportabili senza danni solo da inverter con elevati gradi di protezione 'IP');
- l'aerazione, giacché l'inverter in azione produce calore e inoltre la sua resa diminuisce progressivamente al crescere della temperatura ambientale;
- il 'brusio' o 'sibilo', più o meno accentuato, emesso dall'inverter in fase di funzionamento, che potrebbe disturbare eventuali persone presenti.

Fase 2 Calcolo dell'energia solare incidente

La posizione geografica dell'impianto (latitudine e longitudine) e le caratteristiche geometriche del tetto che lo ospiterà, consentono di calcolare la quantità di energia solare che colpirà i moduli dell'impianto fotovoltaico nel corso dell'anno.

Per tale calcolo ci si avvale di apposite tabelle, quali ad esempio quelle Enea, UNI o PVGIS, queste ultime considerate più prudenziali rispetto alle prime due, soprattutto per l'irraggiamento nel Nord Italia. Sono inoltre disponibili sul mercato applicazioni software specifiche, le migliori delle quali sono in grado di supportare l'intera pro-

gettazione di impianti fotovoltaici di qualsivoglia dimensione e complessità. A volte sono le stesse case costruttrici di inverter a fornire ai progettisti tali software, ma quelli più affidabili e di più elevata qualità provengono indubbiamente da software house specializzate, che ne curano con regolarità gli aggiornamenti rispetto alle normative e all'evoluzione tecnologica sia dei computer, sia dei prodotti fotovoltaici. Va però precisato che spesso il livello di complessità di questi software è assai elevato. Costo e competenza necessaria per il loro utilizzo si giustificano quindi solo per progettisti di professione. Nel calcolo vengono normalmente presi in considerazione l'irraggiamento minimo e massimo su base annua, avendo cura di sottrarre, dalla quantità teorica di energia captata dai moduli FV, la parte che verrà persa a causa degli ostacoli presenti sulla traiettoria del sole, rilevati con l'analisi del sito (Fase 1).

Fase 3 Scelta dei moduli FV

Il vero e proprio dimensionamento dell'impianto inizia con la scelta dei moduli fotovoltaici. Le caratteristiche principali con le quali viene identificato un modulo sono:

- i materiali di cui sono composte le celle captanti. I più diffusi sul mercato sono il silicio monocristallino e il silicio policristallino. Celle come quelle a film sottile, che pure possono essere impiegate anche per impianti di piccola potenza, rappresentano una realtà quasi trascurabile, data anche la loro minore resa che richiederebbe superfici ampie, non sempre disponibili sui tetti di un'abitazione;
- il numero di celle per modulo, anche se è in fase avanzata la standardizzazione su 60 celle/modulo;



Videata italiana ed europea di PVGIS, uno strumento per il calcolo dell'irraggiamento solare in un determinato sito, in base alla sua ubicazione geografica. © Unione europea, 1995-2012

- la resa, espressa dal costruttore in Watt/m² riferita a condizioni di rilevamento standard STC (Standard Test Condition) di 25° a 1.000 W/m²;
- la potenza nominale del modulo, espressa in kWp;
- la tolleranza, cioè la percentuale di scostamento dalla resa nominale, dovuta alle imprecisioni tipiche della lavorazione del silicio. Essa può avere valori diversificati di qualche punto percentuale anche in una stessa partita di moduli: ciò significa che, a causa dell'effetto domino, tutto l'impianto potrebbe perdere valori significativi di potenza;
- la garanzia, ambito nel quale la soglia minima di 10 anni (imposta dal Conto Energia) è ormai adottata da tutti, ma ci sono costruttori che arrivano a 20.

Vi sono poi altre caratteristiche, quali la classe di isolamento, il coefficiente termico, ecc., su cui non ci soffermiamo. In ogni caso è fondamentale verificare tutte le certificazioni rilasciate dal fornitore. Una volta definito il tipo di moduli e il numero necessario per raggiungere la potenza dell'impianto, diviene chiara la dimensione complessiva in metri quadri del campo fotovoltaico e si può procedere alla verifica della/delle falde in grado di ospitarli.

Fase 4 Scelta dell'inverter

Tale verifica procede necessariamente in contemporanea con la scelta del tipo e della potenza dell'inverter. La logica di ottimizzazione vorrebbe infatti che per un impianto FV si impiegasse un solo inverter della potenza adeguata, ma ciò si scontra con altre problematiche fra le quali in primis quella dell'effetto domino più sopra descritto. Risulta quindi opportuno raggruppare ciascuna area del campo fotovoltaico che presenti caratteristiche di omogeneità (per esposizione, inclinazione, ombreggiamento, ecc.) e cablarla quasi come fosse un impianto a sé stante, impiegando per essa un inverter di adeguata potenza. Per impianti dell'ordine

dei 3 kWp tale approccio – pur essendo possibile, giacché anche a queste potenze si possono realizzare impianti multi-inverter – diviene però poco sensato e praticabile, sia per ragioni di costo, sia perché se si suddivide in più stringhe a sé stanti un campo fotovoltaico già costituito da così pochi moduli, si rischia di arrivare a 'sottocampi' di soli 2-3 moduli, non in grado, se non nei momenti di massima potenza, di raggiungere la soglia minima di tensione CC necessaria per attivare l'inverter e "mettere in moto" l'impianto stesso. Oggi il problema può essere in buona parte risolto utilizzando inverter 'multistringa', detti anche a doppio ingresso o con MPPT multipli. L'altro aspetto fondamentale è il corretto dimensionamento dell'inverter. Un impianto fotovoltaico, infatti, ha un rendimento energetico significativamente inferiore rispetto al valore di potenza nominale in ingresso. Diversi fattori generano una serie di perdite che riducono il rendimento reale del 15-25%. Le perdite più significative sono indicate nella tabella.

Perdita	Sistema FV Fisso
Riflessione e polvere	3%
Temperatura	dal 4% al 7%
Effetto Albero	dal 2% al 3%
Mismatching	dal 1% al 3%
Cablaggi	dal 1% al 3%
Inverter	dal 2% al 6%
TOTALE perdite	dal 13% al 25%

Incidenza percentuale delle perdite di energia derivanti dai fattori più comuni

Un impianto ubicato ad esempio nel Nord Italia, dovrà quindi essere sovradimensionato (potenza CC in ingresso > potenza nominale inverter) di un fattore che viene stabilito una volta note la località e l'esposizione dell'impianto fotovoltaico.

Come si desume dalla tabella, la scelta dell'inverter è molto importante anche per la sua incidenza

nella perdita di energia, oltre che per l'affidabilità, la qualità, il costo, ecc. Per un impianto residenziale di circa 3 kWp, si sceglie normalmente un inverter senza trasformatore (maggior rendimento e ingombri più ridotti), raffreddato a ventola, con grado di protezione (IP) almeno tale da consentirne l'installazione anche in presenza di umidità e di polvere, in modo da trovarli più agevolmente una collocazione possibilmente nei vani non abitati.

Fase 5 Cablaggio, supporti, ecc.

A questo punto si dispone di tutti gli elementi base per ultimare la progettazione.

A seconda del tipo di impianto e del suo livello di integrazione col manufatto edilizio, andranno definiti aspetti quali il tipo e il posizionamento dei supporti per i moduli FV e le modalità per collocarli in opera (travi o soletta a cui appoggiarsi, ecc.). Andrà studiata una struttura di cablaggio che ottimizzi il collegamento seriale dei moduli e il percorso della dorsale di trasporto dell'energia (ancora in corrente continua) fino alla sede dell'inverter, inserendovi opportunamente dei sezionatori magnetotermici ed eventuali scaricatori di sovratensione.

Andrà infine previsto il collegamento alla rete elettrica, a valle dell'inverter.

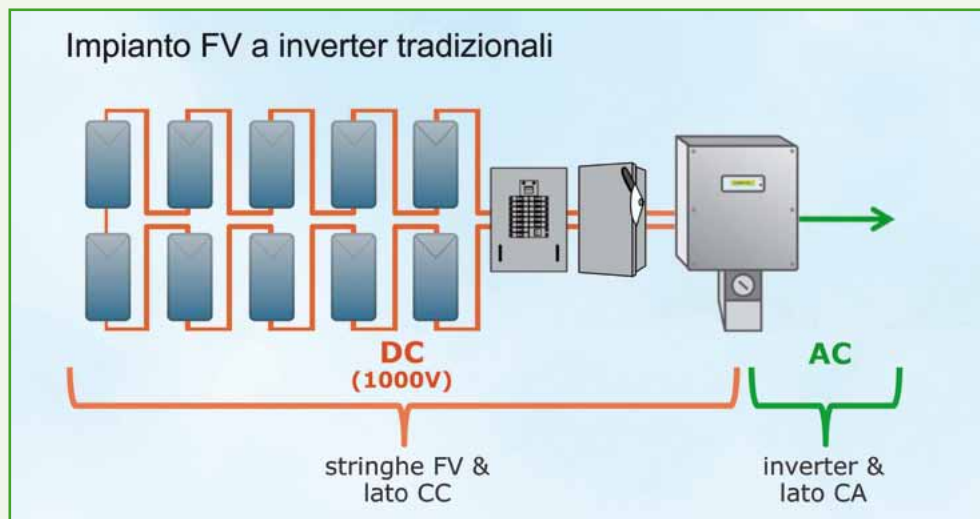
Fase 6 Monitoraggio

Nel suo ruolo di 'intelligenza' dell'impianto, l'inverter si deve occupare anche degli aspetti di monitoraggio. A tal fine, in fase di progettazione va previsto e ubicato, in prossimità dell'inverter e di una connessione alla rete telefonica, un apposito datalogger per la raccolta e la registrazione dei dati sul funzionamento dell'impianto forniti dall'inverter.

Fase 7 Sicurezza

In fase di progettazione vanno previste tutte le opportune disposizioni in termini di sicurezza. Oltre a ciò che riguarda l'impiantistica elettrica in generale e la presenza di tensioni (che possono essere anche elevate) in corrente continua lungo tutto il cablaggio fino all'inverter, vanno progettati altri aspetti importanti della sicurezza quali:

- l'allestimento del cantiere (accesso al tetto; protezioni e ancoraggi degli uomini sul tetto; ecc.);
- l'adozione delle misure previste dalla Direttiva dei Vigili del Fuoco;
- la protezione dalle sovratensioni lato AC (fulminazione indiretta); ecc.



PROGETTARE IMPIANTI A "MICROINVERTER"

Fase 1 Analisi del sito

In un impianto con tecnologia a microinverter, non essendoci collegamenti in serie non esistono neppure tutte le problematiche dell'effetto domino. L'analisi del sito, così come descritta precedentemente ("Progettazione di impianti a inverter tradizionali" - Fase 1), va effettuata comunque e con cura, ma essenzialmente per comprendere (e poi quantificare con il calcolo) l'esposizione effettiva all'irraggiamento solare di cui può beneficiare un impianto ubicato su quel tetto. La presenza di ombre, qualora siano impossibili o troppo onerose da evitare, influirà unicamente sulla resa del modulo in cui esse ricadono, senza abbattere le prestazioni dell'intera stringa o dell'impianto.

Per ciò che riguarda le falde del tetto e la loro morfologia, non sussistendo il problema dell'effetto domino è possibile utilizzare di più e meglio tutti questi spazi, installando moduli FV con qualunque combinazione di inclinazione e orientamento.

Nella ricognizione del sito il progettista potrà valutare anche lo studio di soluzioni compositive ed estetiche adeguate al tipo di abitazione, alla sua epoca costruttiva, ecc., giacché la libertà di utilizzo e di collocazione dei moduli FV glielo consente.

Il microinverter, com'è noto, viene installato sotto ciascun modulo FV. Il suo posto è sul tetto, per cui nell'abitazione non è richiesto alcun locale adeguato.

Fase 2 Calcolo dell'energia solare incidente

Il calcolo della quantità di energia solare che colpirà i moduli dell'impianto fotovoltaico nel corso dell'anno, è importante e va effettuato anche per impianti a microinverter. La loro notevole semplificazione, che riguarda tutto il processo di progettazione, rende però in gran parte superflui i complessi software utilizzati invece per gli inverter tradizionali. Inoltre, nel processo di calcolo dell'energia effettivamente incidente, dalla quantità teorica di energia captata dai moduli FV va sottratto un quantitativo notevolmente inferiore imputabile alle dispersioni per ostacoli d'ogni sorta.

Fase 3 Scelta dei moduli FV

Nella scelta dei moduli fotovoltaici bisogna prestare attenzione alle caratteristiche tecniche dei microinverter e alle indicazioni fornite dal costruttore, giacché non tutti i tipi di moduli sono compatibili con essi. L'orientamento è comunque quello di seguire la strada dell'innovazione e della standardizzazione di mercato (moduli da 60 celle, ecc.). Una volta definito il tipo di moduli e il numero necessario, nell'impianto a microinverter il loro posizionamento sul tetto gode dell'ampia libertà già descritta nella Fase 1. Possono inoltre essere utilizzati moduli FV con ampio assortimento di età, marca e tipo, perché ciascuno di essi lavorerà al massimo delle sue prestazioni. Con la medesima logica, qualora nel corso della vita dell'impianto si

dovesse sostituire un modulo guasto con uno nuovo e più performante, questo lavorerà al massimo delle sue capacità.

Fase 4 Il microinverter

A differenza degli inverter tradizionali, dei quali ne servono decine di modelli e di tipi per coprire le molteplici esigenze degli impianti FV, è sufficiente un solo modello di microinverter per realizzare impianti di ogni potenza e di ogni specie.

A maggior ragione, un impianto FV di piccole dimensioni per una abitazione utilizzerà il medesimo modello di microinverter, installato sotto ciascun modulo FV, senza alcun bisogno di procedure progettuali e senza alcun rischio di sbagliare il modello o il dimensionamento. Poiché tutto l'impianto migliora le prestazioni se viene realizzato con tecnologia a microinverter, anche la tabella della "Incidenza percentuale delle perdite di energia derivanti dai fattori più comuni" registra dati più positivi. Ad esempio,



Libertà di collocazione e orientamento dei moduli negli impianti a microinverter



Impianti a microinverter: se presenti moduli diversi (mismatching), ognuno lavora al massimo

la perdita di energia per mismatching sparisce; le perdite per cablaggi risultano notevolmente inferiori. In tal modo il ventaglio dei valori delle perdite complessive scende su valori del 13-20%.

Fase 5 Cablaggio, supporti, ecc.

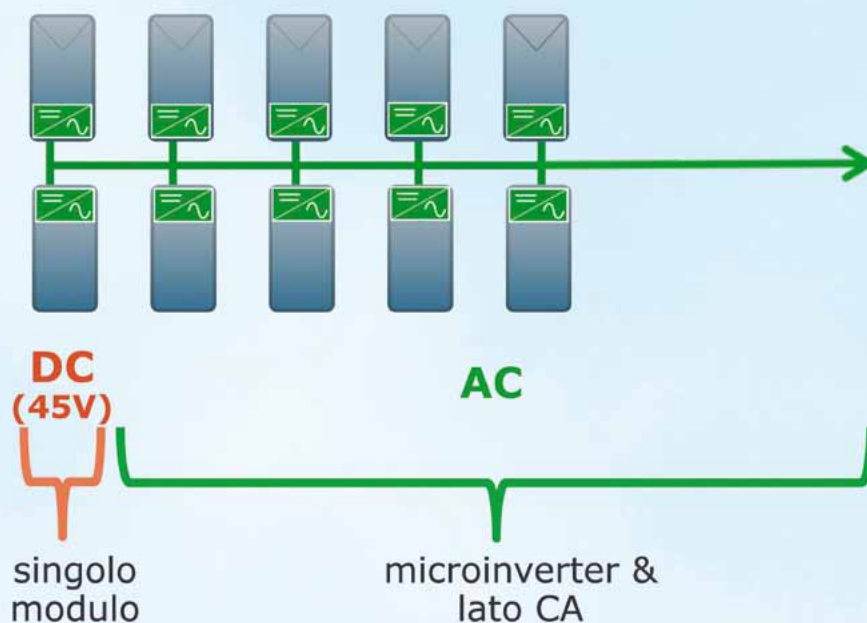
Il microinverter solitamente viene fissato sullo stesso profilato metallico sul quale viene montato il modulo FV e alloggia nello spessore del profilato stesso, per cui non è richiesto alcun sistema particolare aggiuntivo.

Il cablaggio di un impianto a microinverter è tutto in corrente alternata, come un normale impianto elettrico domestico, e ha sempre la struttura elementare della spina di pesce; grazie a essa l'impianto può essere costruito in più fasi, oppure venire facilmente ampliato in momenti successivi. Alcune aziende costruttrici di microinverter forniscono già sistemi di cablaggio completi, che integrano i connettori per il collegamento dei microinverter. Per impianti da 3 kWp, può bastare uno solo di tali cavi già predisposti. Qualora sia necessaria una dorsale per portare la corrente alternata dal tetto all'al-



Il microinverter si monta sotto il modulo fotovoltaico, fissandolo alla stessa struttura che supporta il modulo.

Impianto FV a microinverter



lacciamento con la rete elettrica, nel punto in cui il cavo confluisce nella dorsale viene posizionato a regola d'arte un sezionatore magnetotermico ed, eventualmente, un differenziale.

Fase 6 Monitoraggio

Ciascun microinverter effettua il monitoraggio di se stesso e del modulo su cui è installato. In fase di progettazione va previsto e ubicato, solitamente in prossimità del quadro elettrico dell'abitazione e di una connessione alla rete telefonica, un gateway di comunicazione che raccoglie le informazioni dai microinverter e le invia ad esempio a un portale

Web dedicato, il quale le rende accessibili alle varie utenze.

Fase 7 Sicurezza

Anche la progettazione di ciò che ha a che fare con la sicurezza è facilitata negli impianti a microinverter. Sia per l'assenza delle tensioni in corrente continua, sia per la struttura semplificata dell'impianto. Ovviamente massima attenzione dev'essere comunque dedicata a tutto ciò che riguarda l'impiantistica elettrica in generale; così come all'allestimento del cantiere e l'adeguata messa a terra dell'impianto.

I "kit fotovoltaici"

Una domanda che viene spontanea dopo avere preso visione dell'iter progettuale è come sia possibile trovare in commercio "kit fotovoltaici" già pronti per l'installazione.

Rispondere a questa domanda è semplice: i "kit fotovoltaici" sono frutto delle logiche di mercato della grande distribuzione! Logiche che per loro natura puntano sul prezzo accattivante e sulla sua capacità di apparire conveniente per consumatori più o meno ignari della natura e della complessità reali di ciò che con il kit vogliono costruire. Nulla di 'diabolico' quindi: solo una soluzione preparata pensando a impianti FV della massima semplicità, senza alcuna problematica particolare da risolvere e soprattutto senza pretese di avere una produttività energetica ai massimi livelli.

Anche in questo caso, il ruolo dell'installatore, come figura "più vicina" al cliente finale, può essere fondamentale, sia in termini di indirizzo rispetto alla reale convenienza della scelta del 'kit', sia come offerta di supporto completo per seguire una strada diversa dalle offerte della grande distribuzione, puntando su altri livelli di qualità e di prestazioni.