

Impianti fotovoltaici: revamping e repowering del parco EF Solare Italia

M. Demofonti, G. Angeli Duodo, M. Guzzetti, G. Noviello - EF Solare Italia

La degradazione accelerata di moduli e inverter determina perdite di produzione: tramite revamping e repowering è possibile ripristinare l'efficienza e aumentare la potenza degli impianti fotovoltaici con notevoli e indiscutibili vantaggi

Introduzione

La crisi socio-economica dovuta alla pandemia da Covid-19 che stiamo vivendo sta mostrando come sia necessaria una nuova fase di sviluppo industriale attenta alla sostenibilità e un'accelerazione alla transizione energetica. Sia a livello europeo, che nazionale, si vuole cogliere l'opportunità di dare un impulso all'economia tramite investimenti in progetti green che possano ridurre la dipendenza energetica dall'estero, ridurre le emissioni climalteranti, supportare ricerca e innovazione, ammodernare le città ed educare i cittadini a paradigmi più smart e sostenibili. In questo contesto di trasformazione un ruolo centrale spetterà al fotovoltaico grazie alle sue caratteristiche intrinseche: è una tecnologia matura, modulabile, accessibile a tutti (prosumer), con margini di sviluppo nell'uso dei materiali, con una grande potenzialità derivante dalla digitalizzazione e dall'accoppiamento con sistemi di stoccaggio.

Nel 2019 nel mondo sono stati installati 117 GW di fotovoltaico (il 48% del totale di nuova generazione installata) (figura 1) portando il fotovoltaico totale installato nel mondo a circa 640 GW (figura 2). Anche le previsioni per il prossimo



Figura 1 Capacità annuale installata di fotovoltaico nel mondo 2000-2019 - Global Market Outlook for SolarPower Europe 2020 - 2024

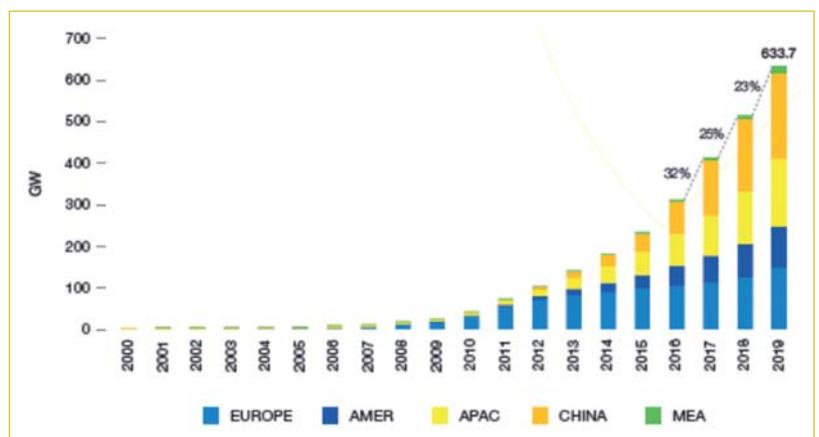


Figura 2

Capacità totale installata di fotovoltaico nel mondo 2000 - 2019 - Global Market Outlook for SolarPower Europe 2020 - 2024

revamping e repowering

futuro sono incoraggianti con il superamento dei 1000 GW di potenza cumulata entro i prossimi cinque anni (figura 3)¹.

In Italia la versione definitiva del *Piano Nazionale Integrato Energia e Clima* (PNIEC) prevede di raggiungere entro il 2030 l'obiettivo di soddisfare il 55% dei consumi di energia elettrica tramite le fonti rinnovabili, con un **significativo apporto da parte del fotovoltaico**: 52 GW di capacità totale installata e oltre 70 TWh di energia elettrica prodotta (figura 4).

A fine 2019 in Italia risultano installati oltre 880 mila impianti fotovoltaici per una potenza complessiva di circa 21 GW e un incremento ad-

zionale rispetto all'anno precedente di circa 750 MW (figura 5)².

È evidente quindi come, dopo una fase di crescita sostenuta, lo sviluppo del fotovoltaico sia rallentato negli ultimi anni. La crescita della nuova capacità installata nel 2018 e 2019 è già inferiore rispetto a quella necessaria per raggiungere gli obiettivi previsti dal PNIEC; a questo si aggiunge il 2020 per il quale si prevede un'ulteriore battuta di arresto a causa degli effetti della pandemia da Covid-19.

Per rendere raggiungibili i target sul fotovoltaico previsti dal PNIEC è necessario da un lato rimuovere le barriere normative e autorizzative che frenano gli investimenti in nuovi impianti, dall'altro mantenere e valorizzare gli attuali quasi 21 GW installati, partendo dai quasi 9 GW di impianti utility scale. Gli impianti esistenti stanno, infatti, facendo registrare un degrado maggiore rispetto a quello atteso, spesso dovuto a difettosità sui due componenti principali: moduli e inverter. Pertanto, oltre a una corretta e attenta manutenzione ordinaria, grande potenziale è dato dalle:

- **attività di revamping**, manutenzione straordinaria che permette di ripristinare l'originaria efficienza dell'impianto a parità di potenza nominale installata;
- **attività di repowering**, ammodernamento tecnologico e potenziamento dell'impianto che permette di installare maggiore potenza a parità di suolo originario utilizzato.

Tali attività oltre a valorizzare il territorio dove è installato l'impianto fotovoltaico, sono un volano per lo sviluppo di nuove competenze. Numerosi passi in avanti sono stati fatti nelle tecniche di analisi e nelle tecnologie utilizzate per individuare le difettosità, soprattutto dei moduli. Pensiamo all'elettroluminescenza condotta di notte in condizione di buio, adatta a individuare eventuali casi di Potential Induced Degradation (PID) o la termografia adatta all'individuazione di hotspot che negli ultimi anni ha visto un significativo sviluppo e risparmio di tempo grazie all'utilizzo dei droni (passando dall'analizzare in un'ora il 10% di un impianto da 1 MW ad analizzare 1 MW all'ora). EF Solare Italia, da sempre attenta allo sviluppo tecnologico nella gestione dei propri impianti, ha iniziato a effettuare analisi con termografie con droni già nel 2015, arrivando a fine 2019 ad aver analizzato oltre 400 MW. EF Solare ha, inoltre, avviato sui propri impianti nuovi piani pluriennali che prevedono l'analisi termografica con droni di 600-800 MW all'anno.

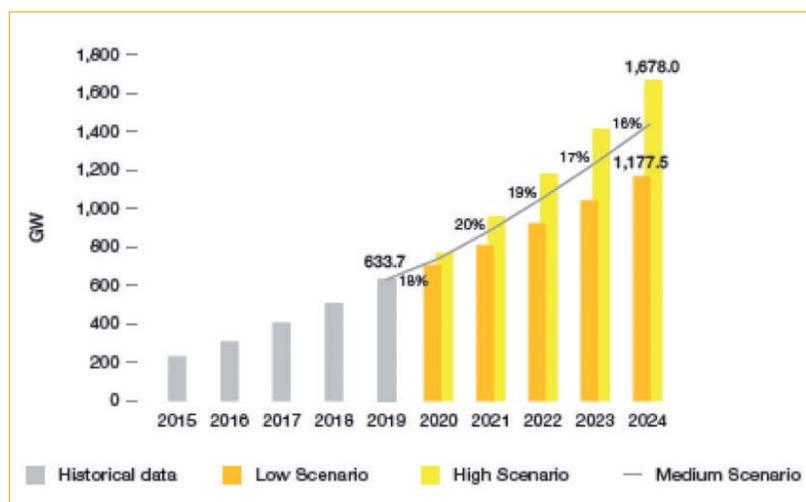


Figura 3
Previsione di crescita della capacità totale installata di fotovoltaico nel mondo 2000-2024 - Global Market Outlook for SolarPower Europe 2020-2024

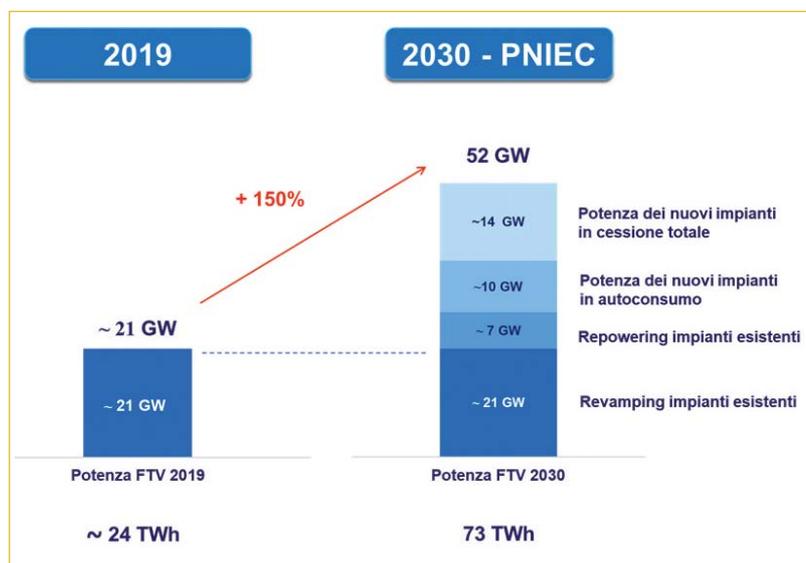


Figura 4
Crescita fotovoltaico italiano per raggiungimento obiettivi PNIEC al 2030 - Elaborazione EF Solare Italia su dati GSE

Tuttavia, va ricordato che a oggi le opportunità offerte dalle attività di revamping e repowering non sono colte interamente dagli operatori a causa di barriere autorizzative. Il DL Semplificazione sembra andare nella direzione di un'effettiva semplificazione a favore di un ammodernamento tecnologico degli impianti fotovoltaici, prevedendo una *Comunicazione di Inizio Lavori Asseverata* (CILA) per le attività di revamping e una *Dichiarazione di Inizio Lavori Asseverata* (DILA) per le attività di repowering che rispettano determinati vincoli impiantistici.

¹ Global Market Outlook for SolarPower Europe 2020-2024.

² Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2019 a cura del GSE.

Attività di revamping e repowering in EF Solare Italia

EF Solare Italia è il primo operatore fotovoltaico in Italia e tra i principali in Europa con oltre 1.800 MW tra impianti in esercizio e in fase di sviluppo. Ha in portafoglio in Italia più di 300 impianti in 17 Regioni con una capacità installata di oltre 850 MW, in Spagna 9 impianti in esercizio per una potenza di oltre 100 MW. Contribuisce a perseguire gli obiettivi europei e nazionali di decarbonizzazione, sicurezza dell'approvvigionamento energetico e sviluppo della competitività industriale attraverso l'introduzione di continue innovazioni tecnologiche. Uno dei due assi della strategia aziendale è proprio il **miglioramento delle performance tecnico-economiche**, attraverso un nuovo modello operativo di O&M, il revamping e repowering di impianti, il presidio attivo dell'Energy Management e lo sviluppo ICT (**figura 6**).

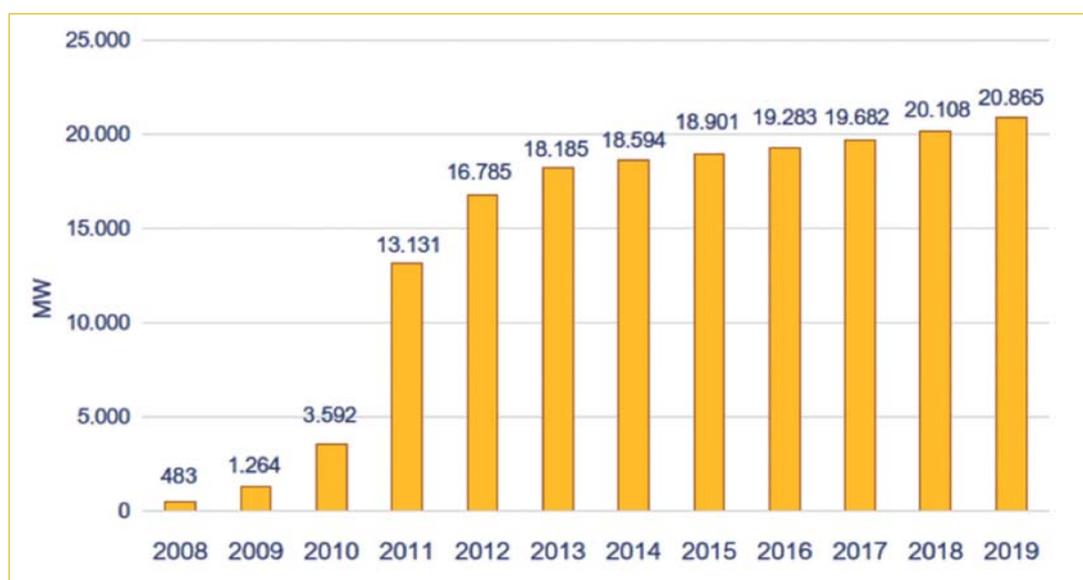


Figura 5
Evoluzione della potenza totale fotovoltaica installata in Italia - Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2019 a cura del GSE



Figura 6
La strategia di EF Solare Italia

revamping e repowering

In Italia il portafoglio impianti è costituito da impianti con una vita media di circa 9 anni, quasi totalmente incentivati con i Conti Energia e allacciati in media e alta tensione. Sono per il 92% impianti a terra, di questi il 90% sono con strutture fisse. I moduli sono poli o mono cristallini al netto di un circa 10% di moduli a film sottile (figura 7).

EF Solare Italia dal 2019 ha avviato un importante piano pluriennale di attività di revamping di moduli e inverter che coinvolgerà più di 100 impianti per un totale di quasi 500 MW di revamping moduli e quasi 200 MW di revamping inverter, un incremento di produzione stimato di circa il 4% nel caso di revamping moduli e di circa lo 0,5% nel caso di revamping inverter.

Le situazioni sul piano tecnico-economico sono varie e diversificate da impianto a impianto.

A titolo di esempio riportiamo alcuni casi tipici:

- ❑ revamping con sostituzione pannelli senza claim, ove il produttore originario ha interrotto l'attività o non è stato possibile ottenere il rimborso in garanzia. I pannelli presentano gravi underperformance;
- ❑ revamping con sostituzione pannelli con claim in corso. I pannelli presentano frattura del vetro frontale, delaminazione e conseguente perdita d'isolamento, causando dispersioni di corrente, arresti imprevisti degli inverter e pertanto perdite di produzione;
- ❑ revamping con sostituzione inverter. La riduzione di performance degli inverter è dovuta a vari fattori, tra i quali perdite di conversione e guasti frequenti sui convertitori DC/AC e sui condensatori.

Infine, grazie al progresso tecnologico che si registra nel settore, che permette di produrre pannelli più potenti a parità d'ingombro rispetto a quelli del 2010-2011, va segnalato che spesso le attività di revamping sono preliminari a successive attività di repowering. In EF Solare è previsto un piano pluriennale di repowering che coinvolgerà più di 80 impianti con l'installazione di oltre 280 MW aggiuntivi.

A inizio del 2020 EF Solare Italia si è trovata a gestire gli effetti del lockdown dovuto alla pandemia da Covid-19. Da un punto di vista operativo, i cantieri di revamping che erano in corso al momento dell'imposizione del lockdown sono stati mediamente sospesi per circa 2 mesi. Tuttavia, tale ritardo è stato mitigato da un'approfondita analisi, in collaborazione con gli appaltatori coinvolti, dei rischi sottesi alla ripresa dei lavori e da un'attenta organizzazione della ripresa degli stessi, grazie anche alla redazione di un protocollo specifico di cantiere per la fase post lockdown. Questo ha permesso di essere preparati alla fase di ripresa e di portare a termine le attività entro i primi 6-7 mesi del 2020.

Case study: su revamping

Riportiamo di seguito le attività svolte su tre impianti sui quali si è proceduto a un'attività di revamping moduli.

I tre impianti hanno una potenza nominale di 988,8 kWp ognuno, sono stati realizzati nel 2012 con moduli in silicio amorfo di diverse classi di potenza da 115 Wp a 165 Wp.

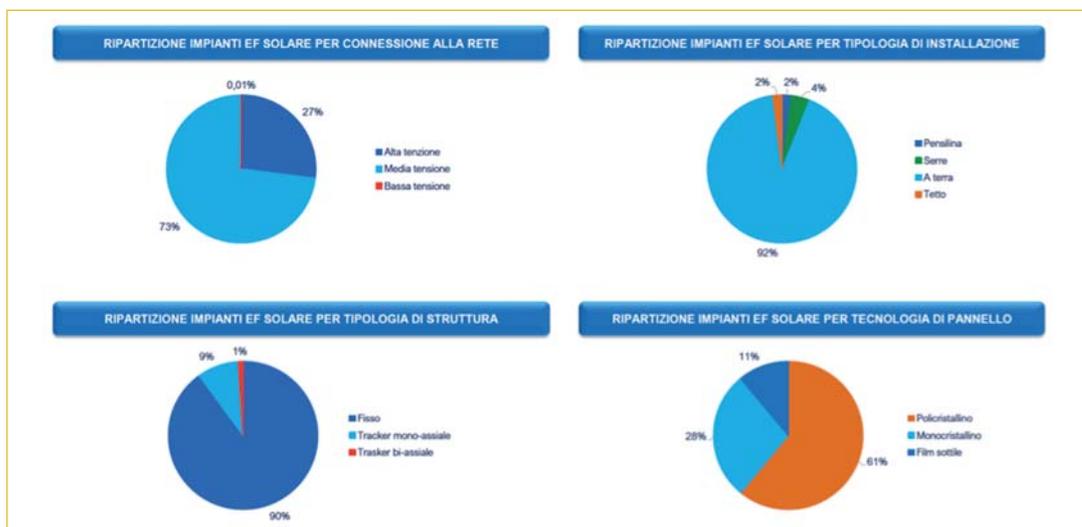


Figura 7
Portafoglio impianti fotovoltaici in Italia di EF Solare - Ripartizione in base alla potenza

I moduli sono montati con tilt 15° su strutture fisse modulari supportate da 4 pali infissi a una profondità di 1,6 m e sono elettricamente connessi in serie da 4 in modo da formare una stringa. N. 2 stringhe vengono messe in parallelo nella cassetta di campo (o stringbox), che a sua volta è in parallelo con altre fino al rispettivo Quadro di campo (o

Quadro di Parallelo Stringhe) (figura 8).

Dal Quadro di Parallelo Stringhe la corrente continua resa disponibile viene convertita in corrente alternata da n. 8 inverter della potenza massima di uscita di 125 kW ciascuno, posizionati in n. 2 cabine di campo, ovvero 4 inverter per ogni cabinato (figura 9).

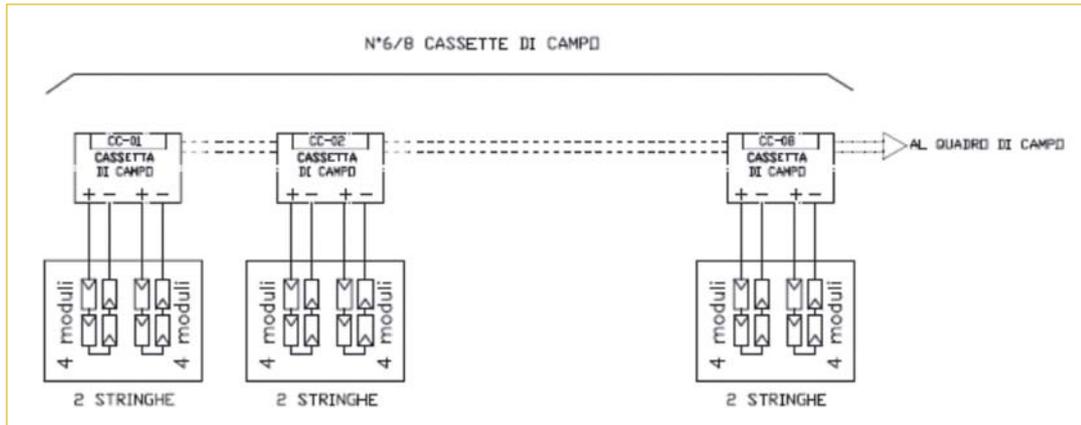


Figura 8
Schema elettrico collegamento stringhe - stringbox

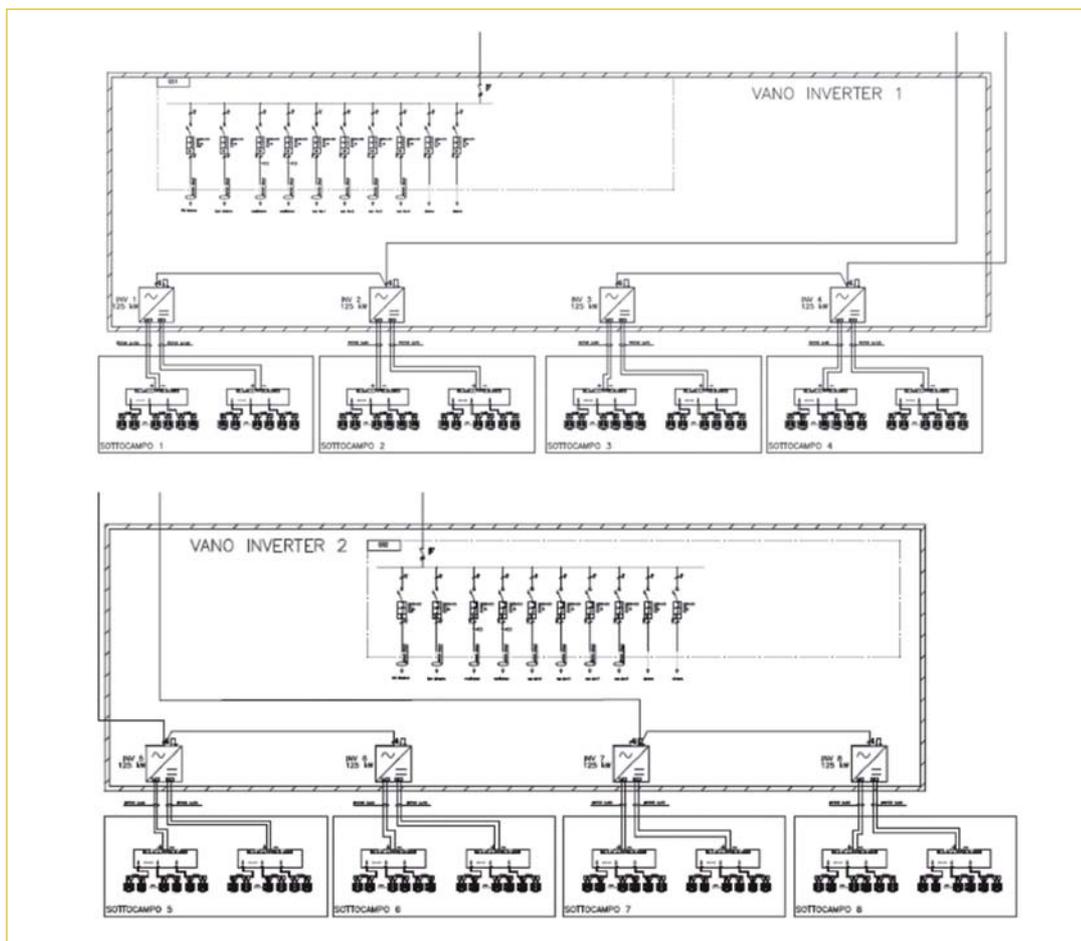


Figura 9
Schema elettrico collegamento stringbox - inverter

Entrati in esercizio il 27/03/2012, gli impianti usufruiscono di una tariffa incentivante riconosciuta dal IV Conto Energia pari a 172 €/MWh fino al 31/12/2014, per poi passare a 158 €/MWh a seguito dello “spalma incentivi”.

Alcuni dati storici relativi alla produzione annua degli impianti sono riportati nella **tabella 1**.

Nel corso degli anni 2016-2019 gli impianti mostravano l'aggravarsi della difettosità dei moduli fotovoltaici, che presentavano in un numero sempre maggiore problematiche di hot-spot e PID (*Potential Induced Degradation*). Considerando il delta delle performance tra il post intervento e il 2019 e prendendo come dato d'irraggiamento medio 1.800 kWh/m², possiamo stimare delle perdite annue per circa 1.400 MWh.

Per tali motivi si è pianificato di effettuare il revamping dei moduli, valorizzando più ipotesi di sostituzione con moduli di potenza maggiore rispetto a quelli originari. Sono stati scelti moduli in silicio mono cristallino da 335 Wp forniti da un produttore con riconosciuto standing internazionale.

Analisi dell'intervento

La difettosità dei moduli fotovoltaici è stata comprovata tramite l'esecuzione d'ispezioni di campo, nello specifico:

- termografie d'impianto realizzate con l'ausilio

di droni, per poter verificare la presenza e il livello di diffusione di hot-spot (**figura 10**);

- indagini termografiche eseguite a terra con una termo camera per singolo modulo fotovoltaico, per poter verificare la presenza e il livello di diffusione dell'effetto PID (**figura 11**).

A fronte di un'evidenza della difettosità dei moduli fotovoltaici uniforme e prevalente si è deciso di procedere con la sostituzione totale degli stessi.

Innanzitutto, come progettazione dell'intervento da un punto di vista meccanico, è stata verificata la salute della struttura di supporto, che non presentava segni di cedimento o fatica, e che è stata dunque considerata capace di sostenere i nuovi moduli per il nuovo arco di vita utile d'impianto, stimato in circa 25 anni.

È poi stata fatta un'analisi tecnico-economica di scelta del nuovo modulo fotovoltaico da installare, che ha tenuto conto dell'adattabilità del nuovo modulo alla struttura di supporto esistente, delle caratteristiche di performance e affidabilità tecnica e reputazionale del fornitore.

Da un punto di vista elettrico, la progettazione dell'intervento ha tenuto conto:

- dell'infrastruttura elettrica esistente, cercando di cogliere l'opportunità di utilizzare componenti e cavi ancora performanti e affidabili;
- dell'eventualità di poter realizzare successivamente all'intervento di revamping un intervento di potenziamento dell'impianto (*re-powering*), grazie allo spazio che si veniva a creare (strutture di supporto vuote) come conseguenza diretta dell'intervento di revamping.

In particolare, è stato deciso (**figura 12** e **figura 13**):

ANNO	PRODUZIONE ANNUA	Irraggiamento kWh/m ²
2016	3.788 MWh/anno	1.830,82
2017	3.819 MWh/anno	1.926,79
2018	2.938 MWh/anno	1.741,85
2019	3.287 MWh/anno	1.845,74



Figura 10
Ripresa aerea realizzata con l'ausilio di un drone che evidenzia la presenza di hot-spot (in colore rosso) sui moduli fotovoltaici

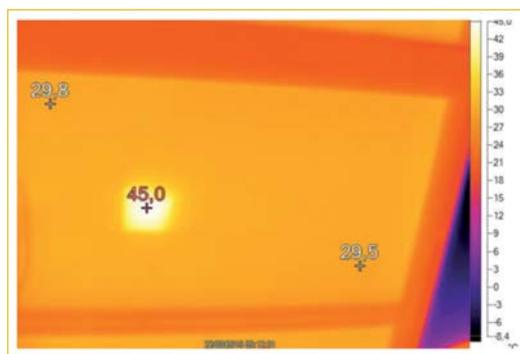


Figura 11
Indagine termografica realizzata con l'ausilio di una termocamera che evidenzia la presenza di celle affette dal fenomeno PID (in colore giallo chiaro)

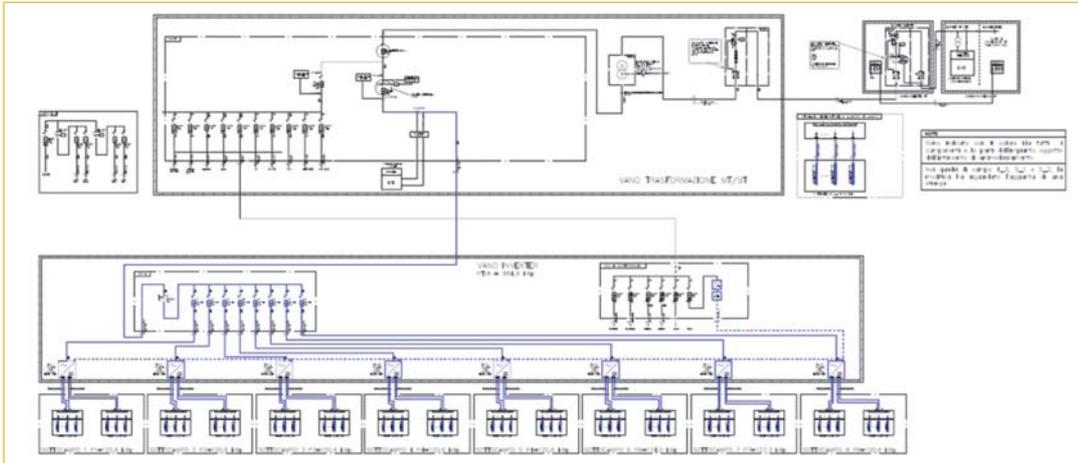


Figura 12
Schema elettrico unifilare generale - nuova configurazione

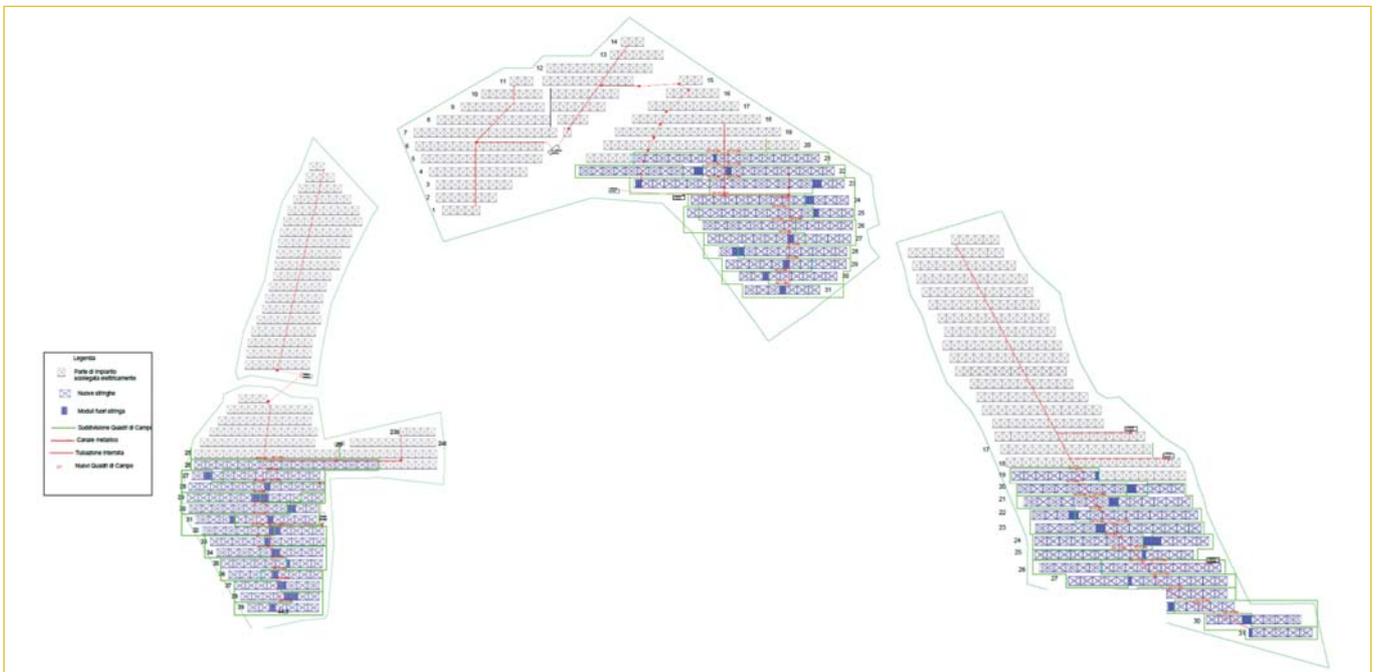


Figura 13
Layout degli impianti - nuova configurazione

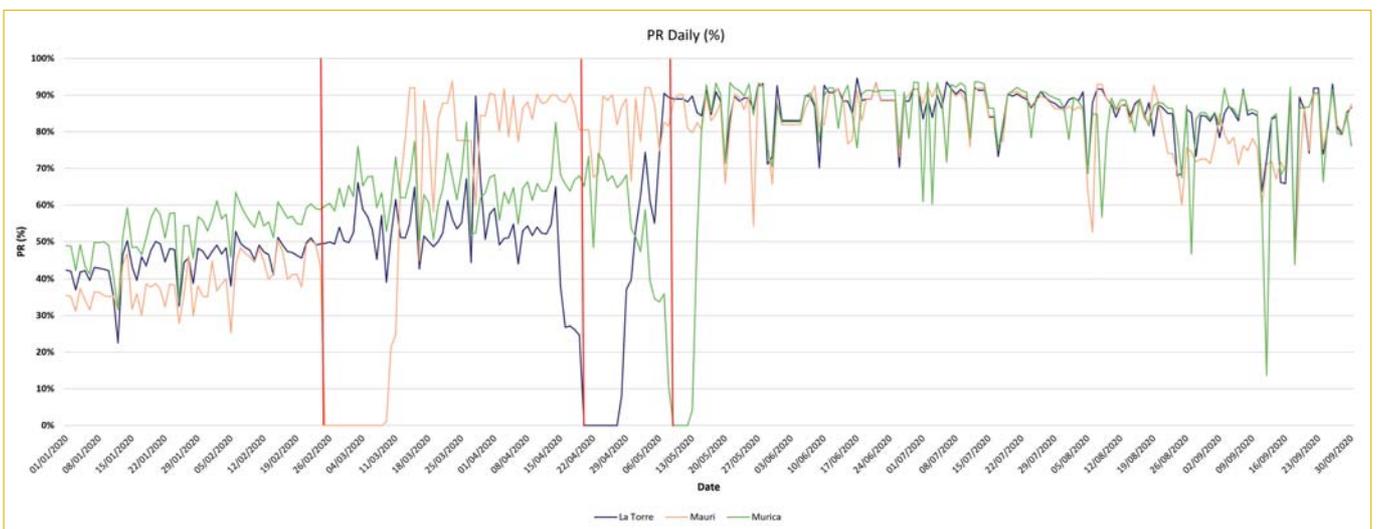


Figura 14
Andamento delle performance degli impianti nei mesi subito prima e subito dopo l'intervento di revamping

- ❑ di preservare gli stringbox e i cavidotti esistenti, ove possibile, effettuando però un restringimento del generatore fotovoltaico con una nuova configurazione che prevede 20 moduli per stringa, circa 10 stringhe per stringbox, per un totale di 16 stringbox collegate a coppie a 8 inverter;
- ❑ di accorpare le vele afferenti alla sezione di impianto incentivata e di lasciare libere le strutture di supporto che afferiranno alla sezione di impianto potenziato.

La verifica economica derivata da queste scelte tecniche di progettazione ha confermato la decisione d'investimento. L'incremento del PR³ atteso post-intervento è del 25%, determinando un incremento annuo medio di circa 1.300 - 1.400MWh.

I seguenti dati di performance (figura 14), registrati dal sistema di monitoraggio d'impianto e relativi ai primi mesi di esercizio a seguito della sostituzione dei moduli fotovoltaici, dimostrano che l'intervento è riuscito, in quanto è possibile constatare che il delta performance ipotizzato in fase di progettazione si è effettivamente manifestato. Tale case study presenta un incremento di PR molto significativo. È infatti un "caso limite". Non sempre è previsto il revamping completo di moduli e inverter, e non tutti gli impianti inseriti nel piano aziendale di revamping e repowering hanno le condizioni progettuali e al contorno così particolari.

Conclusioni

Nell'attuale momento storico di crisi socio-economica che stiamo attraversando è necessario accelerare il processo di transizione energetica che può determinare uno sviluppo tecnologico e occupazionale nel rispetto dell'ambiente. L'Europa e l'Italia hanno definito degli sfidanti obiettivi di decarbonizzazione già al 2030. Per raggiungerli sarà necessario sviluppa-

³ Il Performance Ratio misura l'efficienza e le prestazioni dell'impianto. Si calcola come il rapporto tra l'energia prodotta e l'energia massima producibile tenendo conto dell'energia solare effettivamente ricevuta. All'interno dei contratti manutentivi viene spesso fissato un valore di PR target (solitamente tra il 70- 80% alla messa in esercizio dell'impianto con successivo decadimento annuale) e si stabilisce che l'impianto non debba scendere al di sotto di tale valore. Si tratta di un risultato che dipende da differenti fattori: una buona manutenzione, un'elevata reattività in caso di guasto, la qualità dei pannelli solari utilizzati, nonché la qualità degli inverter.

re nuovi impianti e valorizzare quelli esistenti con attività di revamping e repowering. Il fotovoltaico è pronto a raccogliere questa sfida. Lo sviluppo tecnologico e l'aumento dell'efficienza dei pannelli continuano (es. pannelli con potenza sempre maggiore a parità di superficie, moduli bifacciali...), gli inseguitori solari diventano sempre più precisi e affidabili, gli inverter più performanti e in grado di fornire servizi alla rete, numerose tecniche e tecnologie di analisi si sono sviluppate e affinate in questi anni (es. termografia tramite droni ed elettroluminescenza). EF Solare Italia crede in questo processo e vuole essere volano per lo sviluppo del settore. EF Solare Italia dal 2019 ha avviato un importante piano pluriennale di attività di revamping di moduli e inverter che coinvolgerà più di 100 impianti per un totale di quasi 500 MW di revamping moduli e quasi 200 MW di revamping inverter. I primi risultati sono promettenti, con incrementi di PR superiori al 10%, con casi "estremi" che presentano incrementi di PR del 20-25% come nel case study sopradescritto, permettendo la produzione di più kWh green. Tuttavia, al fine di cogliere interamente tale opportunità di valorizzazione del territorio e di sviluppo di competenze e tecnologie, è necessario rimuovere le barriere normative e autorizzative che stanno rallentando tale processo. Il DL Semplificazione sembra andare nella direzione di un'effettiva semplificazione a favore di un ammodernamento tecnologico degli impianti fotovoltaici, prevedendo una *Comunicazione di Inizio Lavori Asseverata* (CILA) per le attività di revamping e una *Dichiarazione di Inizio Lavori Asseverata* (DILA) per attività di repowering, che rispettino determinati vincoli impiantistici. Va ricordato che prima di tale semplificazione normativa per impianti fotovoltaici utility scale le procedure autorizzative dell'intervento di revamping e repowering richiedevano un iter analogo a quello di costruzione di un nuovo impianto tramite la richiesta di variante all'Autorizzazione Unica. Va inoltre sottolineato che anche per la costruzione di nuovi impianti l'iter autorizzativo potrebbe essere ottimizzato, prevedendo per alcune tipologie di progetti degli iter semplificati come la *Procedura Autorizzativa Semplificata* (PAS). Auspichiamo, quindi, che si continui in questa direzione rimuovendo anche le attuali barriere normative, autorizzative e di mercato che frenano lo sviluppo di nuovi impianti fotovoltaici, comunque necessari per poter raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione prefissati dall'Italia nel PNIEC.