

Agosto 2019

Guida Gestione del fotovoltaico



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.

Autori

Christian Moll, Responsabile tecnica fotovoltaica, Swissolar

Jörg Rothenbühler, REVELIO GmbH

Con il sostegno di Sylvia Schüpbach, avvocato
e Peter Toggweiler, Basler & Hofmann AG

**Il presente studio è stato redatto su mandato di SvizzeraEnergia.
La responsabilità per il contenuto spetta esclusivamente agli autori.
Per facilitare la lettura viene utilizzata unicamente la forma maschile.**

Indirizzo

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Recapito postale: CH-3003 Berna

Infoline 0848 444 444, www.infoline.svizzeraenergia.ch

svizzeraenergia@ufe.admin.ch, www.svizzeraenergia.ch, twitter.com/svizzeraenergia

Prefazione

Fino alla fine del 2018, in Svizzera sono stati installati impianti fotovoltaici (impianti FV) per una potenza complessiva attorno ai 2200 MW, pari a circa il 3,4 % della produzione svizzera di energia elettrica. A medio termine il fotovoltaico diventerà un importante pilastro della svolta energetica in Svizzera! Una progettazione e un'installazione a regola d'arte sono aspetti fondamentali per un funzionamento sicuro e redditizio degli impianti FV. Gli impianti FV funzionanti generano fiducia in questa tecnologia da parte della popolazione. Oltre a un'installazione a regola d'arte, è particolarmente importante che gli impianti FV restino adeguati e sicuri e sicurezze durante il loro intero ciclo di vita, di circa 30 anni, in modo da poter raggiungere le rese previste. Il corretto funzionamento dell'impianto può essere assicurato con un monitoraggio a distanza e, all'occorrenza, tramite interventi di manutenzione.

La presente guida contiene informazioni su aspetti importanti da tenere in considerazione nel quadro della messa in servizio e del collaudo di un impianto FV. Si tratta di uno strumento di consultazione per committenti e installatori di impianti solari. La guida fornisce inoltre raccomandazioni sul monitoraggio dell'impianto, sulla manutenzione e sulla diagnostica degli errori. Vengono anche trattati alcuni aspetti legali, in particolare per quanto riguarda la manutenzione e il tema delle garanzie commerciali e dei termini di garanzia legale.

Sommario

1	Procedura per la messa in servizio e il controllo finale	5
1.1	Controlli in base alle disposizioni dell'Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT)	5
2	Monitoraggio dell'impianto FV	10
2.1	Come si può eseguire il monitoraggio?	10
2.1.1	Sistemi di monitoraggio / Opzioni di trasmissione	10
2.1.2	Interfacce dati dei sistemi di monitoraggio / Opzioni di trasmissione.....	11
2.1.3	Monitoraggio a livello di modulo.....	12
2.2	Problemi di monitoraggio.....	12
2.3	Quali errori si possono individuare con il monitoraggio?.....	12
2.4	Quali sistemi di monitoraggio sono disponibili sul mercato?	13
3	Compiti e obblighi dei gestori degli impianti	15
3.1	Garanzia commerciale / Garanzia legale / Notifica dei difetti	15
3.2	Quali assicurazioni sono realmente necessarie?	17
4	Manutenzione	19
4.1	Quando e con quale frequenza è necessario effettuare una manutenzione?.....	19
4.2	Chi offre servizi di manutenzione?	20
4.3	Quali misure devono essere adottate nel quadro di una manutenzione?	21
4.4	Misurazioni necessarie nel quadro di una manutenzione	23
4.5	Requisiti per la manutenzione	26
4.6	Quali misure di sicurezza sul lavoro devono essere rispettate durante la manutenzione? ..	27
4.7	Valutazione degli aspetti principali di un contratto di assistenza e manutenzione	28
4.8	Pulizia a regola d'arte dell'impianto FV	30
4.9	Rimozione della neve, verifica dei paraneve	31
4.10	Impianto FV su un tetto verde.....	31
4.11	Controlli opzionali nel quadro di una manutenzione: analisi termografica, elettroluminescenza	33
4.12	Verifica della potenza dei moduli presso laboratori di prova	34
5	Professionisti del solare: ditte specializzate certificate	35
6	Glossario	36
7	Indice delle figure.....	37

1 Procedura per la messa in servizio e il controllo finale¹

La conclusione dell'installazione dell'impianto FV è rappresentata di norma dal controllo finale. Ai sensi dell'art. 24 cpv. 3 dell'Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT), il controllo finale costituisce la consegna e il momento a partire dal quale l'impianto o sue parti sono utilizzati in maniera conforme alla destinazione, segnando il passaggio di responsabilità dal costruttore al committente. Se non diversamente concordato, il contratto di appalto può essere stipulato in conformità al Codice delle obbligazioni (CO) oppure sulla base della corrispondente norma SIA² (da concordare esplicitamente).

In caso di contratto secondo norma SIA, l'azienda incaricata dell'opera deve notificarne ultimazione, mentre in conformità al CO il committente deve esaminare l'opera e informare l'azienda incaricata qualora riscontri dei difetti. È sensato effettuare tale passaggio in concomitanza con il controllo finale. In occasione di tale controllo ci si accerta che l'opera sia completa e funzionante. I risultati di tale verifica devono essere verbalizzati. La data del controllo finale costituisce il momento in cui inizia la decorrenza dei termini per la garanzia legale e l'eliminazione dei difetti.

Il verbale deve comprendere quanto meno le seguenti informazioni:

- Informazioni generali sull'impianto FV (edificio, committente, direzione lavori, mandatario, contratto di appalto, dati tecnici dell'impianto FV), data del collaudo
- Verifica del contenuto della fornitura concordato
- Controllo del funzionamento, se non già diversamente effettuato
- Stato del collaudo (eventuali difetti, termine per la rispettiva eliminazione ecc.)
- Elenco delle misurazioni disponibili

Per questo collaudo la SIA mette a disposizione (a pagamento) un modello di verbale.

1.1 Controlli in base alle disposizioni dell'Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT)

Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT)

L'OIBT disciplina i requisiti per i lavori su impianti elettrici a bassa tensione e per il controllo degli stessi. Essa stabilisce in linea di principio che i lavori di installazione sono soggetti a un obbligo di autorizzazione.

¹ Scheda fotovoltaico n. 8 Swissolar «Messa in servizio e collaudo di impianti fotovoltaici», facente parte delle «Schede fotovoltaico Svizzera», disponibili all'indirizzo <https://www.swissolar.ch/it/per-gli-specialisti/materiale-fotovoltaico/schede-tecniche/>

² Di regola si tratta della versione più recente della norma SIA 118.

Per gli impianti FV di nuova installazione, l'OIBT prevede controlli successivi per la messa in servizio e la consegna ai committenti. L'installatore allestisce la documentazione necessaria per i controlli prescritti e la trasmette agli organi di controllo (per es. organi di controllo indipendenti, ESTI ecc.). Il committente viene contattato dai diversi organi di controllo e deve concedere loro l'accesso all'impianto.

Obblighi del proprietario

Chi gestisce un impianto elettrico sottostà anche a degli obblighi di legge: deve provvedere affinché l'impianto funzioni in modo sicuro e, per quanto possibile, senza problemi. In qualità di gestore dell'impianto, il proprietario generalmente non è «del mestiere» (conformemente all'OIBT), bensì una persona inesperta. Deve conservare la documentazione tecnica dell'impianto ed essere in grado di fornire un rapporto di sicurezza. Quest'ultimo non può essere redatto da una persona che non è del mestiere e deve pertanto essere commissionato a qualcuno che sia competente e autorizzato a elaborarlo (v. paragrafo «Controllo indipendente»).

Inoltre, il proprietario è tenuto a far eliminare prontamente i difetti riscontrati. Anche tale eliminazione dei difetti può essere eseguita solo da persone appositamente formate e autorizzate.

Prima verifica durante la realizzazione

Prima della messa in servizio di un impianto elettrico o di parti dello stesso deve essere eseguita una prima verifica durante la realizzazione. In conformità all'art. 14 cpv. 1 dell'ordinanza del DATEC sugli impianti elettrici a bassa tensione³, per la prima verifica durante la realizzazione deve essere redatto un verbale ufficiale di misurazione e di verifica.

Tale prima verifica dell'impianto FV deve essere verbalizzata e documentata. Nel rapporto di verifica devono essere riportati i seguenti punti:

- descrizione riassuntiva del sistema (nome, indirizzo ecc.)
- elenco di tutti i circuiti elettrici visionati e testati
- rapporto di ispezione
- rapporto sui risultati della verifica per ciascun circuito elettrico testato
- firma della persona/delle persone che ha/hanno svolto la verifica
- dati della persona responsabile per la costruzione e la verifica del sistema e sulla portata della sua responsabilità

Queste misurazioni possono essere eseguite solo da persone adeguatamente qualificate e provviste di idonei strumenti di misurazione. I requisiti che tali persone devono soddisfare sono descritti nell'OIBT agli artt. 10 e 25.

³ <https://www.admin.ch/opc/it/classified-compilation/20173115/index.html>

Controllo finale interno all'impresa

Prima della consegna di un impianto elettrico al proprietario deve essere svolto un controllo finale. Quest'ultimo deve essere eseguito da una persona del mestiere o autorizzata al controllo mediante un verbale di misurazione e di verifica nonché un rapporto di sicurezza. In caso di autorizzazione d'installazione limitata (ai sensi dell'art. 14 OIBT), le persone indicate nell'autorizzazione effettuano una prima verifica o un controllo finale dei lavori svolti e redigono il relativo verbale di misurazione e di verifica. Lo firmano e lo conservano a beneficio degli organi di controllo. Il rapporto di sicurezza sul controllo finale deve essere affidato al proprietario alla consegna dell'impianto. Il titolare di un'autorizzazione d'installazione limitata consegna al proprietario e al gestore di rete il verbale sul controllo finale dei lavori svolti. Per consegna si intende il momento a partire dal quale l'impianto o sue parti sono utilizzati in maniera conforme alla destinazione (art. 24 cpv. 3 OIBT).

Controllo indipendente

Entro sei mesi dalla presa in consegna, un impianto FV deve essere esaminato da un organo di controllo indipendente oppure da un organismo di controllo accreditato. Il controllo di collaudo indipendente dell'installazione dall'interruttore principale CA, precedentemente svolta da un installatore con un'autorizzazione generale d'installazione, può essere effettuato da un organo di controllo indipendente oppure accreditato. Un controllo di collaudo a cura di un organismo di ispezione accreditato è obbligatorio se l'impianto è stato realizzato da un titolare con un'autorizzazione d'installazione limitata. Entro tale termine deve essere trasmesso al gestore di rete competente e/o eventualmente all'ESTI anche il rapporto di sicurezza sul controllo di collaudo (art. 35 cpv. 3 OIBT). In caso di impianti > 30 kVA con obbligo di presentazione dei piani, nel quadro del controllo di collaudo in base all'ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti elettrici (OPIE), l'ESTI può svolgere anche il controllo indipendente ai sensi dell'art. 35 cpv. 3 OIBT, a condizione che siano disponibili il rapporto di sicurezza per la parte CA, il verbale di misurazione e di verifica del fotovoltaico per la parte CC e la documentazione completa dell'impianto.

Dove trovo gli organi di controllo?

Gli organi che svolgono un controllo indipendente sono reperibili a questo indirizzo:

<https://verzeichnisse.esti.ch/it/aikb.htm>

Gli organismi di controllo accreditati sono riportati qui:

<https://www.sas.admin.ch/sas/it/home/akkreditiertestellen.html> (termine di ricerca: OIBT / tipo d'accreditamento: SIS – Organismo di ispezione)

Controlli dell'ESTI in caso di impianti con potenze superiori a 30 kVA⁴

Gli impianti FV con potenze superiori a 30 kVA sono soggetti all'obbligo di presentazione dei piani. In questi casi, dopo l'ultimazione dell'impianto, l'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte

⁴ Direttiva n. 233 versione 0918i – Impianti di produzione di energia fotovoltaici (IPE FV)

(ESTI) controlla se lo stesso è stato realizzato secondo le disposizioni e in maniera conforme ai piani approvati.

Controlli periodici secondo l'Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT)

Le raccomandazioni e i risultati delle verifiche precedenti devono essere presi in considerazione nell'ambito dei controlli periodici. Inoltre, deve essere presentato un rapporto di verifica dei controlli periodici contenente anche tutti gli errori e le raccomandazioni di riparazioni o miglioramenti.

Certificazione degli impianti⁵

Pronovo SA è il centro di competenza della Confederazione per la gestione della produzione di energie rinnovabili (www.pronovo.ch). Su incarico della Confederazione si occupa fra l'altro del sistema di remunerazione per l'immissione di elettricità (SRI), la remunerazione unica (RU) e la garanzia di origine (GO). Con la certificazione dei dati dell'impianto e di produzione si garantisce l'effettivo diritto alla fruizione di incentivi pubblici (RU). Gli enti certificatori sono gestori di rete o auditor. La certificazione degli impianti deve essere effettuata da un auditore con autorizzazione concessa dal Servizio di accreditamento svizzero (SAS) per mezzo di un'ispezione sul posto e di una verifica della documentazione presentata. Gli impianti con una potenza allacciata di massimo 30 kVA (potenza nominale lato CA) possono essere certificati dal gestore di rete competente (gestore della stazione di misurazione), a condizione che questi non sia legalmente vincolato al gestore dell'impianto. Ora la certificazione degli impianti fino a 30 kW può avvenire anche a cura di un organismo di controllo indipendente, nel quadro del controllo indipendente. L'ottimizzazione delle tempistiche consente in questo modo un risparmio sui costi. La responsabilità per lo svolgimento della certificazione compete al gestore dell'impianto. Questi deve incaricare a tale scopo un auditore oppure il gestore di rete. Una lista degli auditori accreditati è reperibile al seguente link: <https://pronovo.ch/it/servizi/formulare/>

Istruzione del committente

Il prima possibile dopo la messa in servizio è necessario che il gestore dell'impianto venga istruito sullo stesso sulla base della corrispondente documentazione. I componenti fondamentali dell'impianto e il relativo funzionamento devono essere illustrati dal costruttore dell'impianto. Ciò comprende per esempio anche la spiegazione delle indicazioni sul display dell'inverter, del dispositivo di accumulo o di un eventuale sistema di monitoraggio. Qualora non sia ancora stato chiarito, bisogna definire con il gestore dell'impianto a chi compete la responsabilità per il monitoraggio dell'impianto. Nel caso in cui il committente si assuma personalmente tale responsabilità, è necessario informarlo sui suoi obblighi (controllo del monitoraggio dell'impianto e tempestiva segnalazione dei messaggi di errore); in questo ambito si consiglia di farlo in forma scritta. Qualora il monitoraggio avvenga a cura dell'azienda installatrice, compiti e obblighi devono essere disciplinati in un contratto di assistenza e manutenzione (v. 4.7).

Documentazione dell'impianto

⁵ Guida per la certificazione dei dati dell'impianto e di produzione, Pronovo

La documentazione dell'impianto deve essere redatta dall'azienda installatrice in conformità alla norma NS EN 62446-1:2016⁶ (Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica – Requisiti minimi per la documentazione del sistema, la messa in servizio e le verifiche). Tale documentazione deve essere conservata sul posto presso l'impianto e comprendere come minimo quanto segue:

1. Informazioni generali, indirizzi, dati del proprietario dell'immobile, dati del proprietario dell'impianto FV, ubicazione dell'impianto, imprese esecutrici, data
2. Dati del sistema (identificativo del progetto, potenza nominale massima consentita del sistema in kW CC o kVA CA, moduli FV e inverter con indicazione di produttore/modello/numero, data di installazione e data di messa in servizio)
3. Scheda informativa «Procedura in caso di guasto» secondo la NS EN 62446-1:2016
4. Risultati delle verifiche e dati sulla messa in servizio, compreso il rapporto di sicurezza nonché il verbale di misurazione e di verifica
5. Rapporto sul controllo di collaudo (fra committente e installatore)
6. Schema dei circuiti CA e CC
7. Piano di stringhe (panoramica dei collegamenti delle stringhe di moduli: diversi moduli vengono collegati a formare una stringa)
8. Piano di protezione contro i fulmini con punti di collegamento e attestazione dell'assicurazione dell'edificio, necessaria solo per immobili soggetti a tale obbligo o in presenza di una protezione parafulmini
9. Schede tecniche (documentazione dei componenti impiegati: moduli fotovoltaici, inverter, sottostruttura, cavi solari, monitoraggio a distanza, protezione contro le sovratensioni, quadro di campo, quadro contatori, dotazioni di sicurezza come linee vita, eventualmente sistema di accumulo e stazione di ricarica), conformità, indicazione delle condizioni di garanzia dei componenti, documentazione di autorizzazione (Pronovo, AAE, licenza edilizia ove necessario)
10. Dati sulla sottostruttura meccanica (certificato statico)
11. Indicazioni su funzionamento e manutenzione
12. Descrizione delle misure atte al rispetto delle disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro durante l'intervento sul tetto (per es. indicazione dei punti di ancoraggio ecc.); tali requisiti sono descritti dettagliatamente nell'opuscolo «Energia dal tetto in sicurezza» dell'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (Suva)⁷

⁶ Scheda fotovoltaico n. 8 Swissolar «Messa in servizio e collaudo di impianti fotovoltaici», facente parte delle «Schede fotovoltaico Svizzera», disponibili all'indirizzo <https://www.swissolar.ch/it/per-gli-specialisti/materiale-fotovoltaico/schede-tecniche/>

⁷ Energia dal tetto in sicurezza: <https://www.suva.ch/it-CH/materiale/Documentazione/energia-dal-tetto-in-sicurezza--monitoraggio-e-manutenzione-di-impianti-solari-44095-i-42353-40954>

2 Monitoraggio dell'impianto FV

Swissolar raccomanda per tutti gli impianti FV un monitoraggio (sorveglianza dell'impianto), perché un controllo individuale e continuo delle rese tramite il display dell'inverter lungo un periodo di 20-25 anni non è realistico. Il monitoraggio consente di segnalare guasti e avarie dell'impianto. I messaggi di avvertenza possono essere inoltrati per esempio via e-mail, fax o SMS. Inoltre, è possibile visualizzare la produzione dell'impianto durante l'intero periodo di funzionamento sulla base di valori annuali, mensili e orari. Nella maggior parte degli inverter è già integrato un data logger che consente di sfruttare le funzioni di monitoraggio a distanza. È poi necessaria una connessione internet per poter accedere al portale messo a disposizione dal produttore dell'inverter. Oltre ai sistemi integrati negli inverter esistono anche soluzioni di monitoraggio indipendenti da questi ultimi. Una panoramica dei sistemi utilizzati con maggiore frequenza in Svizzera è riportata nel capitolo 2.4. Il monitoraggio consente di assicurare la redditività dell'impianto FV e di commissionare prontamente l'eliminazione dei guasti e la successiva manutenzione in caso di messaggi di errore.

2.1 Come si può eseguire il monitoraggio?⁸

2.1.1 Sistemi di monitoraggio / Opzioni di trasmissione

Esistono diversi modi per monitorare a distanza un impianto fotovoltaico.

Data logger

Con un data logger esterno è possibile monitorare differenti tipi di inverter di diversi produttori indipendentemente dal prodotto. Se si sorvegliano vari impianti, è possibile visualizzare tutte le rese in un unico portale (v. capitolo 2.4).



Figura 1: BE Netz AG, data logger

⁸ Materiale di formazione continua di Formazione solare Svizzera, disponibile sul sito www.formazione-solare.ch

Sistemi integrati negli inverter

La maggior parte degli inverter attualmente in commercio dispone di una funzione integrata che può essere sfruttata gratuitamente per il monitoraggio a distanza.

Letture dei contatori

Mediante un monitoraggio dell'impianto basato su contatori vengono principalmente controllati i valori di rendimento di un impianto FV. In questi sistemi, per il calcolo della resa nominale vengono utilizzati precisi dati meteorologici, che nella maggior parte dei casi sono resi disponibili per la precisa ubicazione dell'impianto: da un lato grazie all'accesso a una rete interconnessa di stazioni meteo, dall'altro mediante un sensore di irraggiamento installato sull'impianto FV stesso. Per i sensori di irraggiamento è importante che la cella di riferimento non sia sporca, poiché altrimenti verrebbe posta alla base del calcolo una resa nominale errata. Le rese effettivamente misurate dai contatori rappresentano il rendimento effettivo. In caso di notevoli discrepanze fra valori nominali ed effettivi viene inviato al gestore dell'impianto un messaggio di errore. Il sistema può anche essere impiegato in aggiunta ai sistemi integrati negli inverter.

2.1.2 Interfacce dati dei sistemi di monitoraggio / Opzioni di trasmissione

Esistono diverse interfacce dati e opzioni di trasmissione, che possono essere impiegate a seconda della situazione dell'impianto.

Ethernet

La variante generalmente più conveniente e affidabile in combinazione a una rete preesistente è un collegamento via cavo Ethernet (cavo LAN). A tale scopo è necessaria una rete esistente e generalmente disponibile. Attraverso il collegamento via cavo dell'inverter o del data logger ci si assicura un'elevata affidabilità e resistenza alle interferenze. Questa variante presenta inoltre il minor consumo energetico.

Powerline

In alternativa al cavo Ethernet, per la comunicazione con il router è possibile sfruttare i cavi locali della rete elettrica 230 V CA. A tale scopo, nel punto di partenza (router) e di arrivo (inverter o data logger) viene inserito in una presa elettrica un adattatore PLC (PowerLine Communication Adapter) provvisto su entrambi i lati di una porta Ethernet. Questa modalità di comunicazione è leggermente più soggetta a errori rispetto a un cablaggio Ethernet e può causare problemi alle persone sensibili alle interferenze elettromagnetiche. Questo sistema viene impiegato soprattutto nei casi in cui la posa di un cavo Ethernet comporterebbe notevoli oneri, tuttavia funziona solo all'interno dello stesso circuito elettrico (stesso gruppo di fusibili). La trasmissione a circuiti elettrici diversi è possibile solo a determinate condizioni ed è instabile. Occorre anche rispettare le indicazioni del produttore del sistema in questione.

Wi-Fi

In alternativa a una rete locale è possibile sfruttare un collegamento WLAN senza fili (Wi-Fi), a condizione che inverter e data logger supportino questa tecnologia. Questa modalità di collegamento è più spesso soggetta a interferenze, in particolare se l'inverter o il data logger si trovano

lontano dalla base radio. Il Wi-Fi viene impiegato soprattutto nei casi in cui la posa di un collegamento cablato sarebbe realizzabile solo con notevoli oneri.

Rete mobile

Se non è disponibile una rete locale o se per motivi di sicurezza informatica il data logger non può essere integrato in quest'ultima, lo stesso può essere collegato alla rete mobile. A tale scopo occorre accertarsi che venga utilizzato uno standard di trasmissione supportato anche in futuro dall'operatore di rete mobile. Si raccomanda di lavorare sempre con un modem di rete mobile esterno (modem LTE), affinché questo possa essere sostituito all'occorrenza. Bisogna inoltre assicurarsi che la ricezione nell'ubicazione scelta sia stabile. La maggior parte degli operatori nel campo delle telecomunicazioni offre speciali abbonamenti dati a costi relativamente contenuti.

2.1.3 Monitoraggio a livello di modulo

A tale scopo è possibile utilizzare inverter di modulo o sistemi di monitoraggio di modulo. Nel caso degli inverter di modulo (uno per ogni modulo) è possibile controllare e visualizzare la resa di ciascun modulo. Oltre a fungere da inverter, questo sistema permette di individuare i guasti relativi a ogni singolo modulo. Negli impianti con un inverter di stringa sussiste inoltre la possibilità di dotare in un secondo momento i singoli moduli con un sistema di monitoraggio a livello di modulo. In questo modo è possibile visualizzare tensioni, correnti e temperatura, nonché la potenza di ciascun modulo.

2.2 Problemi di monitoraggio

Durante il monitoraggio dell'impianto possono sorgere diversi problemi. Per esempio, occorre accertarsi che non vi siano problemi di comunicazione, ossia che sussista un sufficiente collegamento dati o radio. Una configurazione errata si può escludere, se le prime notifiche sulle rese presentano valori realistici. Questo aspetto va verificato assieme all'azienda installatrice. Oggi vi sono numerosi fornitori di inverter con soluzioni di monitoraggio integrato. Per valutare se la qualità del monitoraggio integrato nell'inverter è sufficiente o se invece è preferibile ricorrere a una soluzione esterna, è nuovamente utile consultare l'azienda installatrice. Spesso i messaggi di errore inviati dal sistema di monitoraggio non sono univoci. Per questo motivo il committente – in particolare se è personalmente responsabile del monitoraggio dell'impianto – deve saper interpretare in maniera inequivocabile i principali messaggi di errore (perdita di rendimento, problema di comunicazione ecc.). Sussiste inoltre il pericolo che gli indirizzi dei destinatari delle notifiche di guasto cambino e non siano adeguatamente aggiornati. Anche una casella di posta piena può far sì che un messaggio di guasto non arrivi a destinazione.

2.3 Quali errori si possono individuare con il monitoraggio?

Tra le altre cose, attraverso il monitoraggio è possibile riscontrare le perdite di rendimento dell'impianto dovute a ombreggiamento e sporco, così come a guasti ai moduli e agli inverter. In questi casi il sistema di monitoraggio segnala le riduzioni della resa o la sua completa assenza.

Una riduzione della resa dovuta a ombreggiamento può per es. essere rilevata tramite una cella solare di riferimento. Quest'ultima misura la radiazione solare effettiva e la confronta con la produzione dell'impianto. In caso di ombreggiamento viene segnalato un discostamento dal rendimento nominale. Possono essere individuate anche riduzioni della resa dovute a un impianto sporco. In tal caso è tuttavia indispensabile che la cella di riferimento non sia sporca. È inoltre possibile un confronto sulla base dei dati meteo di una determinata regione, così come, in presenza di più stringhe, il raffronto fra la produzione dei vari inverter di stringa.

In aggiunta si possono rilevare e segnalare gli errori di isolamento provocati da guasti ai moduli o danni ai cavi. Pure i problemi di comunicazione (trasmissione dati assente e quindi nessuna visualizzazione della resa) possono essere identificati. Nei casi descritti, il gestore dell'impianto riceve un messaggio di avvertenza con l'indicazione dell'errore in questione.

2.4 Quali sistemi di monitoraggio sono disponibili sul mercato?

Vengono impiegati sistemi di monitoraggio integrati negli inverter oppure esterni. La maggior parte degli inverter dispone di soluzioni di monitoraggio integrate che consentono l'invio di messaggi di errore. Generalmente è prevista anche la visualizzazione gratuita dei dati di rendimento su un apposito portale. Fra gli inverter impiegati più di frequente in Svizzera (l'elenco non ha pretesa di esautività) rientrano, tra gli altri, i dispositivi di ABB, Delta, Enphase Energy (inverter di modulo), Fronius, Huawei, Kaco, Kostal, Solarmax, SMA, Refusol/Advanced Energy e SolarEdge (inverter di modulo). In alcuni casi le soluzioni di monitoraggio consentono di controllare anche i sistemi di accumulo.

Una panoramica completa del mercato dei sistemi di monitoraggio (esterni e integrati negli inverter) è disponibile online sul sito PV Magazine all'indirizzo:

<https://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/monitoringsysteme/produktdaten/>

La seguente tabella riporta una sintesi non esaustiva delle soluzioni di monitoraggio indipendenti dagli inverter.

Soluzioni di monitoraggio indipendenti dagli inverter (elenco non esaustivo)

Produttore	Prodotto	Visualizzazione / Portale web	Osservazione
Common-Link AG	Inter-Link®-Solar	www.pv-log.de	Monitoraggio di impianti FV
Egon AG	Egonline	www.egonline.ch	Monitoraggio di impianti FV
Meteocontrol	blue' log	www.meteocontrol.com	Monitoraggio di impianti FV
Skytron energy GmbH	skylog®	www.skytron-energy.com	Monitoraggio di impianti FV
Smartblue AG	Smartblue Data logger	www.smartblue.de	Monitoraggio di impianti FV
Smartfox	Smartfox	www.smartfox.at	Monitoraggio di impianti FV
Solare Daten-systeme GmbH	Solar-Log	www.solar-log.com	Compatibile con oltre 2300 modelli di inverter, monitoraggio di impianti FV e sistemi di accumulo
QTE Service & Systeme GmbH	QTE energy	www.qte.de/energy/monitoring.html	Monitoraggio di impianti FV e sistemi di accumulo

3 Compiti e obblighi dei gestori degli impianti

I gestori degli impianti dovrebbero stipulare con l'azienda installatrice un contratto di appalto nel quale possono essere regolamentati tutti gli aspetti importanti relativi all'installazione di un impianto fotovoltaico, come per esempio a quali garanzie commerciali è possibile fare ricorso e quali sono i termini delle garanzie legali (v. capitolo 3.1). Se su un impianto vengono svolti interventi di manutenzione, gli aspetti più importanti di un contratto di assistenza e manutenzione sono descritti nel capitolo 4. Le misure di sicurezza sul lavoro da rispettare durante la manutenzione sono illustrate nel capitolo 4.6. Il capitolo 3.2 spiega infine come assicurare al meglio il proprio impianto FV.

3.1 Garanzia commerciale / Garanzia legale / Notifica dei difetti

In qualità di committente di un'opera, il gestore dell'impianto ha diritto che l'opera stia funzionando conformemente a quanto definito nel contratto. Di norma tale opera viene commissionata a un installatore, che pertanto è tenuto a rispondere nei confronti del committente per l'eliminazione dei difetti.

L'installatore ha acquistato il materiale presso il produttore. Il produttore dunque risponde nei confronti dell'installatore per l'ineccepibile funzionamento della merce. Si tratta di un rapporto fra soggetti commerciali, nel quadro del quale la responsabilità può essere limitata. Indicazioni in proposito spesso si trovano nelle condizioni generali di contratto (CG) del produttore.

Il termine «garanzia commerciale» definisce le condizioni poste dal fornitore, nelle quali sono descritte le modalità in cui il fornitore stesso adempie al proprio obbligo di garanzia per i difetti della cosa. Una garanzia commerciale indica pertanto sempre una prestazione promessa da chi la emette. La garanzia commerciale può discostarsi dagli obblighi di garanzia per i difetti della cosa previsti dalla legge.

Occorre inoltre fare una distinzione fra i termini della garanzia commerciale dei produttori e i termini della garanzia legale delle aziende installatrici. I produttori di moduli fotovoltaici e inverter offrono spesso garanzie commerciali di durata più lunga rispetto agli installatori. Nel caso degli inverter viene emessa una garanzia commerciale sul prodotto da 5 a 10 anni, che con un sovrapprezzo può essere prolungata fino a 20 anni. Per i moduli sono previste garanzie dai 5 ai 15 anni, che possono anch'esse essere prolungate a pagamento.

La garanzia commerciale sul prodotto assicura che un articolo alla consegna era in condizioni ineccepibili e privo di difetti. Esiste inoltre la garanzia commerciale sulle prestazioni, attraverso la quale si promette che i moduli fotovoltaici dopo un determinato periodo continueranno ancora a fornire una certa percentuale della potenza indicata sulla scheda tecnica. Spesso si garantisce che i moduli raggiungeranno ancora il 90 % della loro potenza nominale nei primi 10 anni e l'80 % fino a 25 anni. Le garanzie commerciali su prodotti e prestazioni variano da produttore a produttore.

Queste garanzie sono prestazioni volontarie del produttore, non dell'azienda installatrice. Per questo motivo, il produttore può decidere autonomamente cosa copre la garanzia commerciale e quanto è la sua durata.

Nei confronti del gestore dell'impianto occorre chiarire che tali garanzie commerciali vengono offerte e concesse dal produttore, ma non dall'azienda installatrice.

Per l'installatore fanno fede le prestazioni minime di legge previste dal CO. Nel caso in cui sia stato stipulato un contratto di appalto in conformità alla norma SIA 118, si applicano le disposizioni di quest'ultima. La durata della garanzia legale in Svizzera va da 2 a massimo 5 anni, in seguito i diritti all'eliminazione dei difetti cadono in prescrizione. Per i contratti stipulati secondo la norma SIA 118, i difetti evidenti possono essere rivendicati entro 2 anni, mentre quelli occulti fino a 5 anni dopo il collaudo.

In considerazione delle differenze fra garanzia commerciale e garanzia legale, è importante che in un contratto di appalto venga regolamentato chi risponde per che cosa e per quanto tempo. In questo modo si evita il pericolo che possano eventualmente sorgere malintesi anni dopo la conclusione del contratto. Per esempio, deve essere chiaro che la garanzia commerciale concessa dal produttore deve essere richiesta presso quest'ultimo. Al più tardi al termine della durata contrattuale della garanzia legale dell'installatore, il cliente deve rivolgersi in linea di massima direttamente al produttore, sebbene in pratica il supporto da parte dell'installatore nell'ottica di un accomodamento bonario sia sempre possibile. Una ditta installatrice che desideri disciplinare in maniera chiara garanzia commerciale e garanzia legale, potrebbe inserire nel proprio contratto di appalto la seguente formulazione:

Adempiremo al nostro obbligo di garanzia legale in conformità al Codice delle obbligazioni risp. alla norma SIA 118⁹. Le garanzie commerciali dei produttori che offrono coperture di durata superiore non potranno essere fatte valere presso di noi allo scadere del termine della garanzia legale ordinaria, ma dovranno essere rivendicate presso il produttore. Saremo lieti di fornirvi assistenza in tale questione.

I committenti possono chiedere informazioni in merito a una bozza di contratto di appalto presso i Professionisti del solare aderenti a Swissolar. Il modello di contratto di appalto è liberamente disponibile per i membri.

2 o 5 anni di durata della garanzia legale?

In conformità al codice delle obbligazioni (CO), la durata della garanzia legale è di 5 anni se «*i difetti di un'opera mobiliare integrata in un'opera immobiliare conformemente all'uso cui è normalmente destinata hanno causato i difetti dell'opera immobiliare*». Ciò significa che se per esempio un inverter difettoso è responsabile delle perdite di rendimento dell'impianto, si applica una durata di 5 anni. L'espressione «*integrata in un'opera immobiliare conformemente all'uso*» utilizzata nel CO richiede un'interpretazione e dovrà essere definita con maggiore precisione dai tribunali. Un inverter, per esempio, è di per sé un'opera «mobiliare», mentre la casa in cui viene «integrato conformemente

⁹ I contratti possono essere stipulati in base alla norma SIA 118 solo nel caso in cui il contenuto della stessa sia noto a entrambe le parti contrattuali.

all'uso» costituisce un'opera «immobiliare». L'integrazione conforme all'uso influisce pertanto in modo determinante sulla durata della garanzia legale.

Notifica dei difetti

Un eventuale difetto deve essere comunicato all'azienda installatrice immediatamente (entro e non oltre sette giorni civili) dopo la scoperta (art. 201 CO); per questioni di dimostrabilità è meglio che ciò avvenga per iscritto (in caso di e-mail richiedere una conferma di ricezione, in caso di spedizione postale ricorrere perlomeno a un invio con Posta A+). Le notifiche tardive comportano il decadimento dei diritti di garanzia legale. Le disposizioni di garanzia commerciale prevedono anch'esse spesso termini di notifica da rispettare, pena il decadimento della garanzia stessa.

3.2 Quali assicurazioni sono realmente necessarie?¹⁰

Per quanto riguarda le assicurazioni, è fondamentale chiedersi quali siano quelle realmente necessarie. Nella maggior parte dei casi sarà possibile (e in parte previsto dalle norme) inserire l'impianto FV nell'assicurazione fabbricati già in essere. Quest'ultima copre in linea di principio i danni causati da elementi naturali quali fuoco, acqua, bufere, grandine e fulmini. Nel caso in cui l'impianto FV non rientri nell'assicurazione fabbricati, può essere stipulata una polizza di tipo All Risk. È possibile stipulare volontariamente ulteriori assicurazioni complementari.

In ogni caso è consigliabile chiarire con l'assicurazione fabbricati del rispettivo Cantone se l'impianto è assicurato o meno. Di seguito riportiamo i vari danni coperti dalle diverse assicurazioni.

Assicurazione fabbricati

Nel caso in cui non esista un'assicurazione fabbricati obbligatoria, le stipule assicurative sono volontarie. L'assicurazione cantonale fabbricati non è prevista nei Cantoni GUSTAVO (GE, UR, SZ, TI, AI, VS, OW). In caso di impianti integrati nell'edificio, nella maggior parte dei Cantoni l'impianto fotovoltaico deve essere integrato nell'assicurazione fabbricati già in essere.

Assicurazione All Risk

Con questa assicurazione l'impianto FV è coperto in linea di massima contro tutti i pericoli immaginabili tranne quelli espressamente esclusi nelle condizioni di assicurazione. A seconda dell'offerta, nell'assicurazione sono compresi per esempio furto, effrazione, rapina, saccheggio, fuoco, incendio, fulmine, bufera, grandine, peso della neve, danni da sovratensione, danni del funzionamento interno (danni tecnici), dolo da parte di terzi, sabotaggio, vandalismo, gelo, morsi di animali (per es. di martore), perdita di rendimento e costi di smontaggio e rimontaggio.

Assicurazione delle prestazioni di garanzia commerciale

Un tema ulteriore è quello dell'assicurazione delle prestazioni di garanzia commerciale. In questo caso si tratta di tutelare i diritti di garanzia commerciale in caso di insolvenza del produttore o nel

¹⁰ Scheda fotovoltaico n. 4 Swissolar «Assicurazioni», facente parte delle «Schede fotovoltaico Svizzera», disponibili all'indirizzo <https://www.swissolar.ch/it/per-gli-specialisti/materiale-fotovoltaico/schede-tecniche/>

caso in cui quest'ultimo per altri motivi non possa soddisfare le richieste di intervento in garanzia. La riassicurazione delle prestazioni di garanzia commerciale deve essere stipulata dal produttore dei moduli solari. In caso di ordini di una certa entità, vale la pena verificare l'esistenza di un'adeguata riassicurazione e le condizioni di copertura dei danni.

Assicurazione di responsabilità civile

In Svizzera la maggior parte degli impianti FV viene montata su un edificio. Di conseguenza, l'impianto FV dovrebbe costituire parte integrante dell'assicurazione di responsabilità civile comunemente stipulata dai proprietari di immobili. L'eventuale copertura della responsabilità civile e le relative modalità devono essere chiarite e confermate individualmente caso per caso. I premi si orientano di norma al valore dell'edificio, motivo per cui i costi aumentano parallelamente al valore dell'impianto FV.

Assicurazione sul montaggio

L'assicurazione sul montaggio copre i danni per il periodo fra la consegna del materiale in cantiere e la messa in servizio dell'impianto ultimato.

Confronto fra le assicurazioni

Se l'assicurazione dell'impianto fotovoltaico può essere integrata nell'assicurazione fabbricati già stipulata, questa rappresenta la soluzione più semplice. Nel caso in cui l'assicurazione contro i danni da elementi naturali non sia obbligatoriamente compresa nell'assicurazione cantonale fabbricati, può essere ragionevole informarsi presso assicuratori esterni sui premi per la stessa prestazione. Le condizioni potrebbero anche rivelarsi più vantaggiose oppure la propria assicurazione fabbricati, a fronte di un'offerta più conveniente della concorrenza, potrebbe sottoporre un'offerta ancora più interessante. Una riduzione dei premi si può ottenere altrimenti adottando le stesse misure valide per altri prodotti assicurativi, per esempio aumentando la franchigia.

4 Manutenzione¹¹

Per manutenzione si intendono i lavori che servono a mantenere un impianto funzionante, conforme e sicuro, ritardandone l'usura. Fra i compiti di manutenzione rientrano diverse misurazioni e controlli dei vari componenti dell'impianto. La manutenzione deve essere eseguita da personale tecnico specializzato. Nel caso degli impianti fotovoltaici non è previsto alcun obbligo di legge e non sussiste nemmeno una necessità tecnica di effettuare interventi di manutenzione visto che, per esempio, non sono presenti pezzi soggetti a usura (fatta eccezione per il trasformatore negli impianti di grandi dimensioni). Gli impianti dovrebbero ad ogni modo essere monitorati a distanza, al fine di poter risolvere i problemi in caso di messaggi di errore e di poter successivamente procedere a una verifica dell'impianto. Tuttavia, anche se l'impianto viene sottoposto a un monitoraggio a distanza, non è possibile garantire al 100 % che tutti i suoi problemi vengano individuati. Qualora ciò non pregiudichi le prestazioni del modulo, la rottura di un vetro non può, per esempio, essere segnalata dal sistema di monitoraggio. Per questo motivo, dopo una bufera può essere utile eseguire un controllo visivo supplementare, per verificare le condizioni dell'impianto.

Requisiti per i dati di funzionamento e manutenzione in base alla norma SNG 491000-2086A

In base a questa norma sono necessari i seguenti documenti:

- arresto di emergenza / dispositivo di stacco
- raccomandazioni per la pulizia e la manutenzione
- lista di controllo con l'indicazione di cosa fare in caso di avaria dell'impianto
- futuri lavori sull'edificio che potrebbero avere conseguenze per il generatore fotovoltaico (per es. punti di ancoraggio per i lavori sul tetto)
- piano di posa della linea CC a scopo informativo per i vigili del fuoco

4.1 Quando e con quale frequenza è necessario effettuare una manutenzione?

Non esiste un intervallo di tempo specifico entro il quale deve essere eseguita una manutenzione. Pertanto, in caso di mancata esecuzione, non decade alcun diritto di garanzia nei confronti dell'azienda installatrice o del produttore. Se, tuttavia, il committente o il proprietario dell'impianto trascura completamente i propri obblighi di diligenza, può essergli riconosciuta una corresponsabilità. Nel caso siano in uso sistemi di accumulo, a seconda del produttore può essere prescritta una manutenzione periodica. Tale aspetto deve essere specificato nella documentazione e adeguatamente comunicato dall'azienda installatrice.

¹¹ Fonti per il capitolo 4: Ullrich Schwarzburger, Störungsfreier Betrieb von PV-Anlagen und Speichersystemen [Funzionamento corretto di impianti fotovoltaici e sistemi di accumulo, *ndf*], VDE Verlag e materiale didattico di Formazione solare Svizzera, reperibile sul sito www.formazione-solare.ch

Verifica dell'impianto FV prima della scadenza della garanzia legale

Si raccomanda vivamente di provvedere a una verifica dell'impianto prima della scadenza della garanzia legale, anche se fino a quel momento lo stesso ha funzionato in maniera ineccepibile. In tal caso, infatti, i difetti eventualmente riscontrati possono essere coperti dalle prestazioni di garanzia commerciale o dagli obblighi di garanzia legale. La riduzione della potenza dei moduli, per esempio, è quasi impercettibile e può essere rilevata solo con speciali strumenti di misurazione. Effettuando semplici misurazioni delle linee di stringa è già possibile riconoscere alcune prime fonti di errore tramite confronti con altre stringhe oppure sulla base della scheda tecnica del modulo. È consigliabile affidare la verifica dell'impianto prima della scadenza della garanzia legale a una ditta terza e indipendente.

Verifica dell'impianto FV dopo l'eliminazione di un guasto

Una verifica dell'impianto può essere eseguita anche subito dopo un intervento di eliminazione di un guasto sull'impianto stesso. I messaggi di errore da prendere sul serio sono, per esempio, quelli relativi a scostamenti del rendimento, avarie o problemi di comunicazione. In linea di massima, per eventuali compiti di manutenzione il gestore dell'impianto può orientarsi alle tempistiche di seguito indicate.

I controlli periodici secondo l'OIBT seguono intervalli predefiniti (v. allegato OIBT), il rinnovo del rapporto di sicurezza viene prescritto a seconda del tipo di edificio o dell'uso dello stesso a intervalli compresi fra 1 e 20 anni. Il controllo della parte tecnica dell'impianto (per es. controllo visivo, misurazioni, test del differenziale esterno ecc.), così come la verifica della disponibilità e della correttezza della documentazione dell'impianto, possono seguire una periodicità diversa rispetto a quanto proposto nell'OIBT. La documentazione dell'impianto dovrebbe fornire delle indicazioni sul ritmo di controllo dei vari componenti. I controlli possono avvenire anche in combinazione con una pulizia dell'impianto. La misurazione delle linee caratteristiche prima dello scadere del termine della garanzia legale (5 anni) è consigliato nel caso in cui ci sia il concreto sospetto di una riduzione del rendimento. L'aspetto determinante per lo svolgimento o meno di una manutenzione rimane tuttavia l'eventuale presenza di messaggi di errore, così come l'eventuale necessità di pulire l'impianto o liberarlo regolarmente dalla vegetazione in considerazione delle condizioni del luogo in cui è collocato (emissioni di polveri, ombreggiamento, vegetazione ecc.).

4.2 Chi offre servizi di manutenzione?

I servizi di manutenzione possono essere offerti dall'azienda installatrice, ma anche da altre ditte specializzate. Oltre alla manutenzione dell'impianto vera e propria, il pacchetto di manutenzione può comprendere anche il monitoraggio. In questo caso, una ditta specializzata si occupa del monitoraggio dell'impianto e in caso di anomalia risolve il guasto entro il termine concordato. Ogni gestore di impianto è libero di effettuare autonomamente il monitoraggio dell'impianto. In caso di incertezza riguardo a un messaggio di errore ricevuto, bisogna chiedere assistenza all'azienda installatrice. In caso di monitoraggio a cura del gestore dell'impianto, è importante inoltrare prontamente i messaggi di errore all'azienda installatrice. In questo modo quest'ultima può valutare il potenziale pericolo ed eventualmente notificare i difetti entro i termini previsti dalla garanzia commerciale (v. capitolo 3.1).

4.3 Quali misure devono essere adottate nel quadro di una manutenzione?

Oltre a un esame visivo, la verifica dell'impianto sul posto può comprendere fra l'altro il controllo del funzionamento e della sicurezza dell'impianto, così come ulteriori prestazioni.

Esame visivo dell'impianto

Durante l'esame visivo possono essere rilevati i danni riconoscibili a occhio nudo: per esempio la verifica meccanica dei punti di fissaggio sui moduli oppure i danni su tutti i componenti dell'impianto (moduli, sottostruttura, inverter, cablaggio), così come i danni al tetto. Sui moduli possono inoltre essere individuati eventuali danni che riducono la resa, come le delaminazioni (distacco della pellicola sul retro) o le alterazioni cromatiche dei moduli («browning»). Occorre prestare particolare attenzione anche al modo in cui sono stati posati i cavi del solare. Canaline non montate (in maniera fissa), tubi di protezione non resistenti ai raggi UV o isolamento rovinato dei cavi di installazione comportano dei problemi, in particolare difetti di isolamento. Oltre a una riduzione della durata di vita dell'impianto, tali errori di installazione nel peggiore dei casi possono causare un incendio. Sul quadro di campo e sulla protezione contro le sovratensioni occorre verificare se le linee e le viti di fissaggio sono correttamente in sede. Mediante una termocamera è possibile raccogliere e registrare una precisa documentazione fotografica (v. capitolo 4.11). È inoltre possibile riscontrare per es. i casi di corrosione e i possibili danni ai cavi di stringa dovuti al morso di parassiti e i danni alle scatole di connessione (deformazione ecc.).



Figura 2: Alterazione cromatica dei moduli («browning»), Jendra Power AG

Controllo dopo i temporali

In particolare dopo un temporale o una forte bufera è possibile riscontrare danni dovuti al vento o alla grandine sui moduli o sulla sottostruttura, che possono pregiudicare la resa in maniera non immediata e che, pertanto, non generano messaggi di errore. In questo caso occorre verificare in particolare il fissaggio del modulo alla sottostruttura, così come il fissaggio di quest'ultima.



Figura 3: Moduli danneggiati dopo una bufera, Edisun

Verifica dell'impianto elettrico

La verifica dell'impianto elettrico comprende sul lato in corrente continua la verifica di ogni singola stringa con la redazione di un verbale e la verifica del corretto funzionamento del sezionatore CC. Sull'inverter devono essere controllate ed eventualmente pulite le alette di raffreddamento. Vanno inoltre verificate le scatole dei fusibili e serrati i raccordi a vite, i connettori e i morsetti eventualmente allentati. Si deve inoltre controllare che gli elementi di sicurezza siano correttamente in sede e che le linee elettriche non presentino danni.

Fattori di influenza a seconda dell'ubicazione

Durante il controllo visivo è anche possibile determinare se la situazione presso l'ubicazione dell'impianto è cambiata. In tale contesto si verifica, per esempio, se la crescita della vegetazione ha prodotto ombreggiamenti oppure se moduli o inverter sono sporchi (v. capitolo 4.8). Bisogna altresì controllare che non ci siano oggetti depositati sulle prese di aerazione degli inverter, che impediscano la dissipazione del calore. Gli inverter devono inoltre essere liberamente accessibili. Gli alberi adiacenti, la vegetazione di un tetto verde (v. capitolo 4.10), così come edifici e installazioni temporanee quali impalcature, gru e simili possono causare ombreggiamento.



Figura 4: Inverter sporchi, Jendra Power AG



Figura 5: Moduli sporchi, Jendra Power AG

Documentazione dell'impianto

Bisogna infine controllare se la documentazione è ancora disponibile presso l'impianto e se revisioni e modifiche sono state registrate. Questo aspetto è particolarmente importante nell'eventualità che a occuparsi della manutenzione sia una ditta diversa dall'azienda installatrice.

Aggiornamento dei componenti

Specialmente nel caso dei data logger, un intervento di manutenzione è il momento ideale per eseguire, laddove necessario, un aggiornamento. Vanno verificati ed eventualmente eseguiti anche gli aggiornamenti di altri componenti dell'impianto FV (per es. degli inverter). Dove possibile nei vecchi inverter devono ad esempio essere inserite le nuove impostazioni per la protezione di rete (v. scheda con le impostazioni per gli inverter in Svizzera (solo in francese e tedesco)¹² e l'istruzione 1/2018 della EICom¹³). Maggiori informazioni sul tema sono reperibili sul sito web di Swissolar¹⁴.

Verifica del funzionamento e della sicurezza dell'impianto FV sulla base di diverse misurazioni

Il funzionamento dell'impianto FV, in particolare di inverter e moduli, può essere verificato mediante diverse misurazioni (v. capitolo 4.4).

4.4 Misurazioni necessarie nel quadro di una manutenzione

Informazioni generali sulle misurazioni eseguite

Ogni impianto è diverso e presenta caratteristiche differenti. Le misurazioni effettuate dipendono inoltre dalle attuali condizioni dell'impianto FV. Per poter valutare correttamente le condizioni dell'impianto, durante le misurazioni vanno considerati il grado di sporco dei moduli, l'ombreggiamento di

¹² <https://www.swissolar.ch/fuer-fachleute/hilfsmittel-photovoltaik/merkblaetter/>

¹³ Istruzione 1/2018: Comportamento di impianti di produzione di energia decentrati in caso di divergenze rispetto alla frequenza standard

¹⁴ <https://www.swissolar.ch/it/per-gli-specialisti/informazioni-professionali-aggiornate/programma-di-retrofit-della-elcom/>

singoli settori del campo o di singoli moduli, così come i diversi orientamenti e le varie inclinazioni dell'impianto. Nel caso di misurazioni distribuite nel corso della giornata, occorre tenere presente che i valori variano costantemente in funzione dell'intensità della radiazione solare e della temperatura.

Test del differenziale esterno (RCD)

Se i collegamenti CA degli inverter passano attraverso locali a rischio di incendio, secondo la NIBT deve essere applicato un interruttore differenziale per la protezione antincendio, il cui funzionamento va periodicamente testato. Tali test vanno eseguiti in linea di massima in occasione dei controlli periodici a cura dei gestori degli impianti. Il test del differenziale esterno deve essere effettuato a intervalli regolari (così come il test del differenziale per l'impianto elettrico di casa). Al fine di evitare inutili transienti è utile svolgere questo test la sera dopo il tramonto.

Di seguito vengono presentate le possibili misurazioni sul lato CC. Sul lato in corrente continua di un impianto solare sono collocati tutti i componenti installati a monte dell'inverter. Con «lato CC» si intendono pertanto tutti i componenti di un impianto fotovoltaico nella parte in corrente continua. I componenti che assicurano la produzione di corrente continua in un impianto solare sono soprattutto i moduli fotovoltaici.

Misurazione della tensione

Quando l'impianto FV è spento, si possono misurare le tensioni a vuoto delle stringhe. I valori delle linee in questione devono essere confrontati e valutati sulla base della scheda tecnica del modulo. I valori misurati si possono confrontare semplicemente con quelli rilevati al momento della messa in servizio. Tuttavia, occorre considerare che il valore misurato dipende dalle condizioni atmosferiche del momento e dallo stato del campo di moduli (ad es. se è sporco ecc.). In particolare, per la misurazione bisogna tenere presenti l'intensità della radiazione solare e la temperatura. Se diverse stringhe hanno lo stesso orientamento e la stessa inclinazione, è facile paragonare fra loro i dati misurati e valutarli.

Misurazione della corrente

Con una pinza amperometrica è possibile misurare le correnti di stringa durante il funzionamento. I valori possono essere verificati sulla base della scheda tecnica e confrontati con quelli rilevati al momento della messa in servizio. Come già descritto per la misurazione della tensione, bisogna considerare lo stato dell'impianto e le condizioni meteo del momento.

Misurazione delle linee caratteristiche

La misurazione della corrente di corto circuito avviene di norma assieme alla misurazione delle linee caratteristiche eseguita a impianto spento. Tramite una misurazione delle linee caratteristiche è possibile determinare la linea caratteristica di corrente/tensione e la potenza dell'impianto FV (a livello di stringa o di un singolo modulo). A tale scopo bisogna collegare le linee CC al dispositivo di misurazione. I valori di misurazione sul lato CC consentono di determinare le condizioni dell'impianto. La misurazione delle linee caratteristiche permette di esaminare un singolo modulo oppure un'intera stringa. Per prima cosa occorre registrare i dati del modulo sul dispositivo di misurazione. Successivamente il dispositivo viene collegato a un modulo oppure a una stringa. Sulla base dei

valori ottenuti viene determinata la potenza del modulo o della stringa, che viene confrontata con quella indicata sulla scheda tecnica. A seconda del dispositivo di misurazione, i dati vengono visualizzati sotto forma di diagramma ed è pertanto immediatamente chiaro se la garanzia commerciale sulle prestazioni concessa dal produttore viene rispettata. Anche in questo caso vanno considerate le condizioni dell'impianto sul posto indicate durante la misurazione della tensione (temperatura ecc.). Per la misurazione delle linee caratteristiche vengono impiegati preferibilmente sensori di radiazione solare e di temperatura.

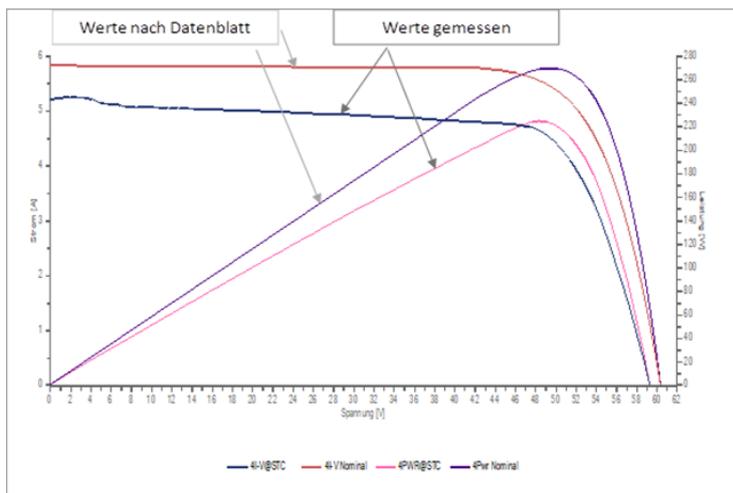


Figura 6: Misurazione delle linee caratteristiche, raffigurazione dello scostamento dei valori rilevati rispetto a quelli riportati nella scheda tecnica

Misurazione dell'isolamento

Mediante la misurazione dell'isolamento è possibile stabilire se sussiste un collegamento fra un conduttore attivo (positivo o negativo) e il conduttore di protezione o la terra. Questa misurazione, effettuata nel quadro di una manutenzione, può discostarsi dalla rilevazione svolta alla messa in servizio dell'impianto. Le cause di un difetto di isolamento possono essere molteplici: fra queste rientrano punti di pressione o danneggiamenti dei conduttori dovuti a una protezione insufficiente del tracciato dei cavi, così come collegamenti a innesto non ermetici nei quali, per esempio, è penetrata umidità o si è verificato un incendio di cavi. Fattori scatenanti possono essere anche linee costantemente bagnate o moduli guasti, perché in seguito alla rottura di un vetro in presenza di umidità o di bagnato si viene per es. a creare un collegamento con il potenziale di terra. In caso di difetti di isolamento è possibile che il problema non si verifichi in ogni momento della giornata. Il disturbo può verificarsi al mattino, quando ci sono ancora condizioni di umido o bagnato, per poi scomparire nel corso della giornata, man mano che tutto si asciuga. In questi casi la ricerca del guasto diventa una sfida e dovrebbe pertanto essere eseguita in condizioni di umidità o bagnato.



Figura 7: Cavi bruciati, Jendra Power AG

4.5 Requisiti per la manutenzione

La manutenzione dell'impianto va eseguita durante il periodo di maggiore produzione fotovoltaica. Per le diverse misurazioni è necessaria una sufficiente radiazione solare, al fine di ottenere valori rappresentativi e poter formulare valutazioni fondate sulle condizioni dell'impianto.

Per poter eseguire lavori di manutenzione sul campo di moduli dovrebbero idealmente essere disponibili degli accessi di servizio. Tuttavia, per ragioni di ottimizzazione di superfici e di resa, questi ultimi non sono previsti su molti tetti solari. In caso di guasto e in assenza degli accessi di servizio, a seconda della collocazione di un modulo può risultare molto laborioso smontarlo.

Bisogna in ogni caso evitare di calpestare i moduli: da un lato eventuali pietre sotto le suole delle scarpe potrebbero causare crepe e graffi sul vetro dei moduli, dall'altro il carico puntuale esercitato da una persona potrebbe generare microfratture nel modulo. A lungo termine queste ultime possono causare una riduzione del rendimento, degli hot-spot (i cosiddetti punti caldi provocati dal surriscaldamento del modulo) fino alla completa avaria del modulo in questione. Se è assolutamente necessario calpestare il campo di moduli, nel caso dei moduli con telaio è possibile ricorrere alle cosiddette passerelle multiboard, che permettono di scaricare il peso. In alternativa si possono utilizzare piattaforme di sollevamento. L'accesso agli inverter, alla distribuzione elettrica ecc. deve essere garantito in qualsiasi momento.



Figura 8: Impiego di una passerella Solar Multiboard, SMB Solar Multiboard GmbH

4.6 Quali misure di sicurezza sul lavoro devono essere rispettate durante la manutenzione?

Durante gli interventi di manutenzione su impianti FV devono essere rispettate le disposizioni della Suva (Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni) in materia di sicurezza sul lavoro. I lavori che durano meno di due giorni/uomo possono essere svolti ricorrendo a misure temporanee di sicurezza sul lavoro, ossia con una imbracatura di sicurezza. Gli interventi di manutenzione su impianti FV di case unifamiliari vengono eseguiti di norma entro questo intervallo di tempo.

La documentazione dell'impianto deve contenere un piano che illustri come viene garantita la sicurezza sul lavoro in caso di manutenzione. Ad esempio, mediante dispositivi di ancoraggio che devono essere previsti nel corso dell'installazione dell'impianto FV. Se non sono presenti dispositivi permanenti di questo tipo, è possibile installarne di temporanei, per esempio con una fune tirata oltre il tetto o una protezione collettiva tramite impalcatura, piattaforma elevatrice o altri mezzi ausiliari.

Se la manutenzione non può essere eseguita in conformità alle prescrizioni della Suva, è responsabilità della ditta incaricata della manutenzione non accedere al tetto. Per i lavori con imbracatura sono necessarie persone adeguatamente formate, che dispongano di dispositivi di protezione individuale e abbiano svolto un rispettivo corso anticaduta. Una descrizione dettagliata dei requisiti di sicurezza sul lavoro da rispettare è disponibile nell'opuscolo Suva [«Energia dal tetto in sicurezza»](https://www.suva.ch/material/dokumentationen/sicher-zu-energie-vom-dach.-montage-und-instandhaltung-von-solaranlagen-44095.d-40954-40954)¹⁵.

¹⁵ <https://www.suva.ch/material/dokumentationen/sicher-zu-energie-vom-dach.-montage-und-instandhaltung-von-solaranlagen-44095.d-40954-40954>



Figura 9: Imbracatura di sicurezza, BE Netz AG

Sono da evitare i lavori sotto tensione. La corretta modalità di spegnimento dell'impianto FV è descritta nelle istruzioni per l'uso e il funzionamento. Nel caso in cui fosse inevitabile lavorare sotto tensione, tali interventi devono essere eseguiti da personale specializzato in conformità alla NIBT.

Il gestore dell'impianto è responsabile per tali interventi e può essere sanzionato qualora i lavori non vengano svolti a regola d'arte o nel caso in cui si verifichi un infortunio. Per questo motivo il gestore dell'impianto deve richiamare l'attenzione dell'azienda installatrice sulle direttive Suva e richiedere conferma del fatto che le stesse vengano rispettate.

4.7 Valutazione degli aspetti principali di un contratto di assistenza e manutenzione

In questa sezione vengono descritti i punti più importanti di un contratto di assistenza e manutenzione. Sotto il profilo legale, il contratto di assistenza e manutenzione contiene elementi tratti da diverse forme contrattuali, ossia dal contratto di appalto e dal mandato; questo argomento non verrà ulteriormente approfondito in questa sede.

Dati sulle parti contrattuali

Nel contratto di assistenza e manutenzione devono essere riportate le informazioni sul contenuto del contratto, sulle parti contrattuali e sull'ubicazione dell'impianto (indirizzo della ditta che esegue la manutenzione nonché indirizzo del gestore dell'impianto e ubicazione dell'impianto FV).

Entità dei lavori di manutenzione

Bisogna chiarire con precisione quali aspetti saranno coperti nel quadro della manutenzione (per es. monitoraggio dell'impianto, compiti periodici quali controllo visivo, pulizia dei componenti dell'impianto, riparazione o sostituzione di componenti dell'impianto, verifica dei valori indicati dall'inverter e di eventuali codici di errore).

Nel caso in cui l'azienda installatrice sia incaricata, oltre che della manutenzione, anche del monitoraggio dell'impianto, occorre definire i termini entro i quali dovranno essere risolti i guasti (per es. solo nei giorni feriali) e quali saranno le conseguenze per l'azienda in caso di mancato rispetto di tali termini. Bisogna inoltre stabilire le modalità di documentazione dei lavori di manutenzione e dell'eliminazione dei guasti. Si raccomanda di redigere un verbale degli interventi di manutenzione.

È inoltre necessario definire la gestione dei guasti che non rientrano nell'oggetto del contratto, poiché per esempio sono dovuti a errori d'uso, interventi non conformi, ampliamenti o riparazioni non eseguiti dall'azienda installatrice oppure a danneggiamenti dell'impianto dovuti a dolo o negligenza.

Durata del contratto di assistenza e manutenzione, termini di disdetta

Si devono stabilire la durata del contratto e i possibili termini di disdetta.

Retribuzione

Per l'erogazione delle prestazioni di manutenzione da svolgere periodicamente è necessario stabilire una retribuzione. Allo stesso modo bisogna definire in che modo vanno gestite le prestazioni di manutenzione o le riparazioni straordinarie.

Diritti e obblighi

Il presente capitolo disciplina i diritti e gli obblighi delle parti contrattuali. Per esempio, se le vengono affidati il monitoraggio a distanza e l'eliminazione dei guasti, deve essere stabilito che l'azienda installatrice deve avere accesso all'impianto in qualsiasi momento. Si potrebbe anche pattuire che l'azienda installatrice possa affidare determinati lavori a ditte terze.

Responsabilità

Sotto questo profilo occorre regolamentare chi risponde per che cosa e in quale misura nel caso in cui la legge non contenga disposizioni vincolanti in proposito oppure qualora si debba deviare dalla norma SIA 118, se l'impianto è stato costruito in base alla stessa.

Disposizioni finali

Le disposizioni finali disciplinano per esempio che le modifiche relative ai compiti di manutenzione devono essere concordate per iscritto, con il consenso di entrambe le parti contrattuali. In questa sezione viene inoltre stabilito il foro competente.

4.8 Pulizia a regola d'arte dell'impianto FV

I moduli possono sporcarsi a causa di polvere, polline, foglie, guano di uccelli e altro. Nel caso dei moduli con telaio, con il passare del tempo si può sviluppare sulla parte inferiore di quest'ultimo anche del muschio. Sporco e vegetazione causano riduzioni della resa. Una pulizia professionale dei moduli consente di ottimizzare il rendimento di un impianto. Lo sporco «normale» (per es. polline o guano) viene di norma rimosso dalle precipitazioni. Uno sporco più ostinato e, quindi, maggiori perdite di rendimento sono riscontrabili soprattutto su stalle e aziende ubicate nei pressi di zone d'estrazione che producono polveri, così come sui tetti con un'inclinazione molto scarsa (sotto i dieci gradi). In questi casi si consiglia di effettuare una pulizia periodica.

Il lavaggio del tetto deve essere affidato a una ditta specializzata. Per la pulizia del tetto può essere usata solo acqua demineralizzata o acqua piovana; in caso contrario, usando comune acqua di rubinetto, verrebbero a crearsi macchie di calcare sull'impianto. Non devono inoltre essere utilizzati detersivi, perché gli stessi potrebbero risultare aggressivi per la superficie dei moduli e comportare la decadenza dei diritti previsti dalla garanzia commerciale offerta dal produttore. I detersivi potrebbero inoltre contaminare le acque.

Per la pulizia vengono normalmente impiegate aste telescopiche provviste di spazzole appositamente studiate per non graffiare il vetro dei moduli. Un'ulteriore possibilità è rappresentata dai robot di pulizia, in grado di lavare autonomamente il tetto.

Non bisogna calpestare i moduli nemmeno durante gli interventi di pulizia e anche per questi lavori devono essere rispettate le condizioni in materia di sicurezza sul lavoro.



Figura 10: Pulizia di un impianto solare, BE Netz AG

4.9 Rimozione della neve, verifica dei paraneve

Alcuni gestori di impianti desiderano ottimizzare la propria resa solare anche nella stagione invernale. A volte ricorrono quindi a scope o pale da neve per liberare il tetto dalla neve. Questo tipo di intervento è assolutamente sconsigliato. Da un lato è a rischio la sicurezza se la persona non dispone di un'imbracatura di sicurezza, cosa normale per i privati; dall'altro i vari attrezzi possono danneggiare tanto i moduli quanto il cablaggio. Meglio dunque attendere che la neve scivoli da sé giù dal tetto o si scioglia.

Paraneve

Nel caso di impianti FV installati su falde del tetto rivolte verso superfici pubblicamente accessibili da persone o veicoli, il gestore dell'impianto è tenuto ad adottare misure atte a impedire lo scaricamento della neve dall'impianto FV sulla strada (pedonale o veicolare) sottostante. Occorre pertanto installare un paraneve di dimensioni adeguate alla quantità di neve prevedibile in funzione all'ubicazione dell'impianto. Nelle regioni molto nevose, in casi estremi, dopo la stagione invernale possono verificarsi deformazioni o danneggiamenti ai paraneve e alla loro base di montaggio. Questo aspetto deve essere verificato nel quadro di una manutenzione.

4.10 Impianto FV su un tetto verde

Progettazione e realizzazione del tetto verde

Sulle case unifamiliari, così come su quelle plurifamiliari e nell'edilizia non residenziale, i tetti piani vengono ricoperti di vegetazione. Spesso i Comuni pongono a tal proposito determinate condizioni, al fine di ottenere una migliore ritenzione dell'acqua per la superficie edificata. In pochi casi anche i motivi estetici giocano un ruolo. Un tetto verde consente inoltre di ridurre la temperatura dell'edificio e di creare un habitat per animali e piante.

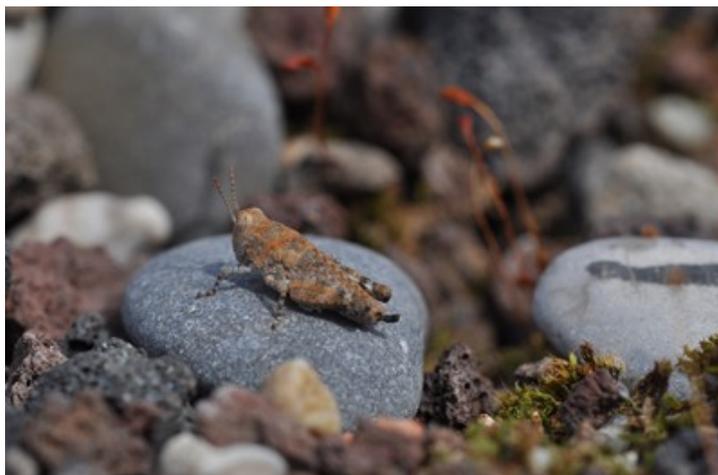


Figura 11: Cavalletta celestina nel suo habitat su un tetto verde (Dr. Stephan Brenneisen, ZHAW Wädenswil)

Quando un tetto piano viene costruito o risanato e si prevede la realizzazione di un impianto FV, anche il tetto verde deve essere progettato di conseguenza. In questo caso occorre consultare un'azienda installatrice con esperienza nel campo dei tetti verdi con impianto fotovoltaico. Aspetti

come l'altezza del substrato, la scelta delle piante e il posizionamento dei moduli possono influire in maniera decisiva sulla crescita della vegetazione. Se per esempio i moduli vengono collocati in maniera tale che fra le fila si crei una sorta di corridoio, in quest'area le piante cresceranno maggiormente, poiché le precipitazioni verranno fatte confluire su di essa da entrambe le superfici dei moduli. Per questo motivo, in questa zona, l'altezza del substrato dovrà essere molto ridotta, per prevenire un'eccessiva crescita della vegetazione.



Figura 12: Zona piantata a sedum davanti ai moduli FV (Dr. Stephan Brenneisen, ZHAW Wädenswil)

Un'altezza adeguata della sottostruttura contribuisce in questo caso a fare in modo che le piante non arrivino fino ai moduli. Considerando l'ottimizzazione delle superfici, che si ottiene soprattutto mediante un orientamento piano est-ovest (una soluzione attuata soprattutto sui tetti degli edifici non residenziali), spesso anche un'altezza ridotta delle piante può essere sufficiente per gettare ombra sui moduli. Questo aspetto deve essere considerato nella progettazione dell'impianto.

Cura del tetto verde

Per i tetti verdi con impianto FV è necessario stabilire un programma di cura. Per sicurezza è consigliabile prevedere da uno a due interventi all'anno. Subito dopo la piantumazione, nei primi anni è possibile che i lavori di cura del tetto verde debbano essere più frequenti, fino a quando la vegetazione non si è assestata. Gli oneri per la cura del tetto devono essere considerati in misura adeguata nella pianificazione dei costi di esercizio. Anche durante questi interventi è necessario assicurare il rispetto delle disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro stabilite dalla Suva.



Figura 13: Vegetazione su tetto verde, impianto FV con orientamento est-ovest (Dr. Stephan Brenneisen, ZHAW Wädenswil)

4.11 Controlli opzionali nel quadro di una manutenzione: analisi termografica, elettroluminescenza

Per individuare la causa di perdite o riduzioni del rendimento, oltre ai metodi già descritti il gestore dell'impianto può ricorrere a ulteriori esami speciali.

Analisi termografica

Tramite una termocamera è possibile esaminare un impianto FV per individuare eventuali surriscaldamenti non consentiti. In tale contesto si possono rilevare in particolare i surriscaldamenti puntuali (i cosiddetti «hot-spot»), le celle più calde, il riscaldamento globale di un modulo e i diodi di bypass in cortocircuito (che causano un surriscaldamento della stringa di moduli). Le cause del riscaldamento possono essere guasti a livello di cella e di modulo, eventuali ombreggiamenti parziali, l'interruzione delle piste nei moduli, eventuali stringhe non collegate che funzionano a vuoto, così come l'invecchiamento dei moduli FV (degradazione). La valutazione delle immagini termografiche deve essere affidata a professionisti. Per le analisi termografiche si può ricorrere anche all'uso di droni. Il vantaggio di questo metodo è rappresentato dal fatto che l'ispezione si può effettuare in modo rapido, sicuro e senza contatto anche nel caso di impianti di grandi dimensioni.

Quando è il caso di eseguire un'analisi termografica?

A fronte di perdite di potenza non spiegabili in altro modo è sensato effettuare un'analisi termografica. Oltre all'identificazione dei moduli difettosi, è possibile anche un rilevamento dei difetti nell'impianto elettrico.

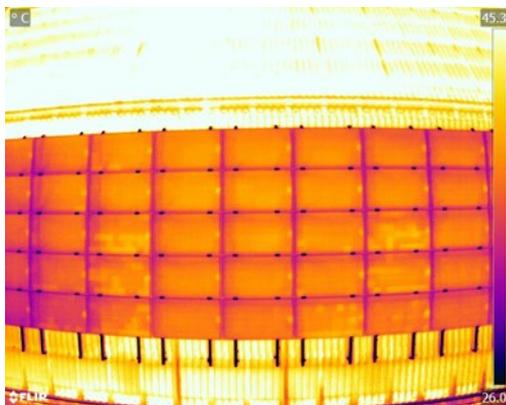


Figura 14: Immagine termografica di una degradazione indotta da potenziale (PID), Jendra Power AG

Misurazione dell'elettroluminescenza (EL)

Per la misurazione dell'elettroluminescenza, l'effetto fotoelettrico della cella solare viene invertito. Mettendo sotto corrente i moduli solari, le celle diventano luminescenti. Mediante una speciale fotocamera EL è quindi possibile visualizzare la luce irradiata. Le misurazioni si possono eseguire di notte o di giorno; nel secondo caso è necessaria una speciale copertura dei moduli. Attraverso la misurazione dell'elettroluminescenza è possibile esaminare moduli sia cristallini sia a film sottile (a-Si, CIGS, CIS, CdTe), oltre che moduli montati e smontati. Questa misurazione consente inoltre di rilevare microfessure e rotture delle celle sui moduli solari. Le cause di questi fenomeni possono essere bufere e grandine, ma anche un trasporto non adeguato, un montaggio non conforme oppure

il calpestamento dei moduli. Non tutte le fessure richiedono tuttavia la sostituzione del modulo solare. Se, però, si notano estese superfici scure (elettricamente inattive), è possibile che i moduli solari presentino una conseguente riduzione della potenza.

4.12 Verifica della potenza dei moduli presso laboratori di prova

Vari laboratori indipendenti – come per esempio quello della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), dell'Università di scienze applicate di Zurigo (ZHAW), della Scuola universitaria professionale di Berna (BFH) e di altri istituti – offrono la possibilità di sottoporre un modulo a verifiche. Un esame del genere si rivela necessario per esempio quando il produttore di un modulo non intende riconoscere un calo di prestazioni riscontrato dal gestore dell'impianto o dall'installatore. In questo caso il committente potrebbe far esaminare il modulo – a proprie spese – presso un laboratorio di prova indipendente, dove è possibile determinare la potenza effettiva del modulo tramite un flash test. Nel caso in cui il test in laboratorio dimostri che la potenza misurata si scosta dal valore riportato sul report del flash test, ci sono buone probabilità che il produttore del modulo fornisca un modulo sostitutivo sulla base di questa perizia. Oltre al numero di serie del modulo, sul report viene documentata anche la potenza del modulo misurata nella fabbrica di produzione. Per quanto riguarda la potenza, a seconda del produttore del modulo, si applica un determinato range di tolleranza all'interno del quale possono muoversi i valori. La maggior parte dei produttori fornisce moduli che si collocano nel campo di tolleranza positivo; ciò significa che il modulo di norma presenta una potenza leggermente maggiore rispetto a quanto indicato sulla scheda tecnica. Sono tuttavia riscontrabili anche valori nel campo di tolleranza negativo. I costi per la disinstallazione e la reinstallazione del modulo, la prova in laboratorio e la spedizione al produttore del modulo sono di norma a carico del gestore dell'impianto.



Figura 15: Apparecchiatura per il flash test, SUPSI

5 Professionisti del solare: ditte specializzate certificate

I membri specializzati di Swissolar, i «Professionisti del solare», possono fornirvi un'assistenza professionale per la progettazione, l'installazione e anche la successiva manutenzione dell'impianto. Per diventare Professionisti del solare, le aziende specializzate devono dimostrare di avere esperienza in questo settore, le conoscenze tecniche richieste, nonché degli impianti di riferimento. Successivamente devono sottoporsi a un esame da parte di esperti esterni e del Comitato di Swissolar. I Professionisti del solare sottoscrivono inoltre un'autodichiarazione con la quale confermano di progettare, vendere e installare impianti fotovoltaici in conformità alle regole riconosciute della tecnica e nel rispetto delle norme e leggi in vigore. La qualità dei lavori svolti viene verificata dall'associazione attraverso controlli a campione. Sul sito www.professionistidelsolare.ch è possibile reperire ulteriori informazioni e accedere al registro dei Professionisti del solare.

6 Glossario

CA	Corrente alternata
CC	Corrente continua
CO	Codice delle obbligazioni
Delaminazione	Distacco della pellicola protettiva di plastica dalle celle sotto il vetro del modulo
GO	Garanzia di origine
Impostazioni SPI	Impostazioni del sistema di protezione di interfaccia
Interruttore RCD	Interruttore differenziale (R esidual C urrent D evice)
kVA	Kilovoltampere
Lato CA	Per lato CA si intende la parte di un impianto fotovoltaico che va dal sezionatore CA o dall'inverter fino al quadro dei contatori
Lato CC	Per lato CC si intende la parte di un impianto fotovoltaico che va dal campo di moduli fino all'inverter
Monitoraggio	Monitoraggio dell'impianto
NIBT	Norma sugli impianti a bassa tensione
NIVV	Ordinanza del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC) sugli impianti elettrici a bassa tensione
OIBT	Ordinanza sugli impianti a bassa tensione
PID	Degradazione indotta da potenziale (fenomeno che colpisce le celle degli impianti fotovoltaici). La PID causa un peggioramento accelerato delle prestazioni.
RU	Rimunerazione unica
SIA	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti

7 Indice delle figure

Figura 1: BE Netz AG, data logger	10
Figura 2: Alterazione cromatica dei moduli («browning»), Jendra Power AG.....	21
Figura 3: Moduli danneggiati dopo una bufera, Edisun	22
Figura 4: Inverter sporchi, Jendra Power AG	22
Figura 5: Moduli sporchi, Jendra Power AG.....	23
Figura 6: Misurazione delle linee caratteristiche, raffigurazione dello scostamento dei valori rilevati rispetto a quelli riportati nella scheda tecnica.....	25
Figura 7: Cavi bruciati, Jendra Power AG.....	26
Figura 8: Impiego di una passerella Solar Multiboard, SMB Solar Multiboard GmbH.....	27
Figura 9: Imbracatura di sicurezza, BE Netz AG	28
Figura 10: Pulizia di un impianto solare, BE Netz AG	30
Figura 11: Cavalletta celestina nel suo habitat su un tetto verde (Dr. Stephan Brenneisen, ZHAW Wädenswil).....	31
Figura 12: Zona piantata a sedum davanti ai moduli FV (Dr. Stephan Brenneisen, ZHAW Wädenswil)	32
Figura 13: Vegetazione su tetto verde, impianto FV con orientamento est-ovest (Dr. Stephan Brenneisen, ZHAW Wädenswil)	32
Figura 14: Immagine termografica di una degradazione indotta da potenziale (PID), Jendra Power AG	33
Figura 15: Apparecchiatura per il flash test, SUPSI	34