

COMUNE DI GERENZAGO

Provincia di Pavia

Realizzazione di un impianto fotovoltaico da 19,2 kW

presso il centro sportivo di Via Inverno, nel Comune di Gerenzago PV

▪

Elenco elaborati

PROGETTO ESECUTIVO

DATA:

18 luglio 2011

IL PROGETTISTA:

Ing. Mario Gamberale



PREMESSA

Il personale addetto alla gestione e manutenzione degli impianti prima di operare su di essi deve aver preso conoscenza delle informazioni tecniche relative all'impianto ed ai suoi componenti fondamentali. Inoltre deve trattarsi di personale addestrato ed abilitato ad operare su impianti elettrici.

Tale personale deve essere fornito delle chiavi necessarie per l'apertura dei diversi locali tecnologici dove sono ubicati i quadri elettrici di comando e controllo e delle chiavi necessarie ad aprire i quadri inverters, ed i quadri di campo.

CONTROLLI DI MANUTENZIONE ORDINARIA

• GENERATORE FOTOVOLTAICO

La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte di tutto l'impianto e consigliamo contenga al minima le seguenti operazioni:

- Ispezione generale

L'ispezione deve essere mirata all'identificazione di danneggiamenti ai vetri anteriori dei moduli, deterioramento del materiale usato per l'isolamento tra vetro e celle fotovoltaiche, la presenza di annerimenti superficiali interni sintomo di microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia del vetro (o supporto plastico). Tra i difetti rilevabili visivamente, il più tipico è l'ingiallimento dell'EVA dopo anni di vita operativa che, pur non determinando di per sé scadimenti di prestazione molto sensibili, comporta esteticamente un danno. L'EVA si degrada otticamente in maniera precoce diminuendo il valore di trasmittanza e virando colore verso un giallo-bruno caratteristico che diventa il colore dominante. Più grave risulta l'associata produzione di acido acetico rilasciato dalla decomposizione dell'EVA all'interno del sandwich, che può causare la corrosione dei contatti metallici. La causa principale dell'ingiallimento è il basso grado di polimerizzazione (<70%) ed un cattivo stoccaggio dell'EVA prima della laminazione durante il processo di fabbricazione. Si suggerisce anche di controllare la planarità della superficie del modulo che può modificarsi nel tempo a causa della deformazione del vetro anteriore senza apparente causa di sollecitazione.

Attenzione: il generatore fotovoltaico è un sistema elettrico a tensione elevata non sezionabile. L'unico modo per togliere tensione è coprirlo completamente.

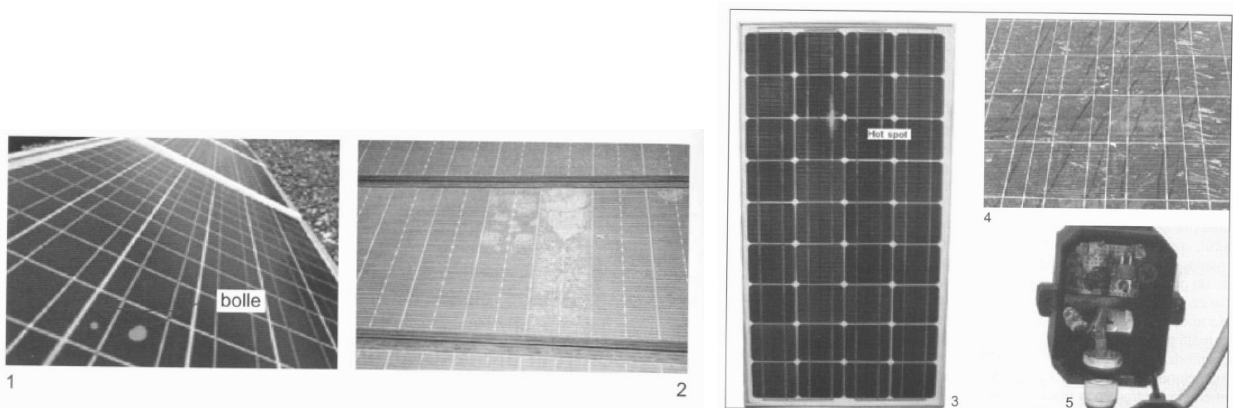


Fig. 1 - Formazione di bolle da umidità (in esercizio) o da disuniformità di laminazione (in processo)

Fig. 2 - Effetto visivo di bruciatura dovuta a sovratensioni indotte da fulminazione

Fig. 3 - Effetto visivo di riscaldamento localizzato (hot spot)

Fig. 4 - Effetto visivo causato da trattamento inadeguato dell'EVA trasparente durante la costruzione

Fig. 5 - Bruciatura della cassetta di terminazione a seguito di falsi contatti sulla morsettiera.

Non viene prevista la pulizia dei moduli fotovoltaici in quanto gli stessi hanno un'inclinazione di più di 10° rispetto all'orizzontale, per cui il dilavamento naturale consente una pulizia della superficie adeguata senza perdite di energia captata apprezzabili rispetto all'onere connesso con la pulizia delle superfici vetrate .

- Controllo cassetta di terminazione

L'ispezione della scatola di terminazione si presenta poco agevole in quanto il modulo in opera è fissato alle strutture di sostegno. Osservando che, in genere, i danni alla cassetta di terminazione se ci sono sono generalizzati a molte cassette, si consiglia di smontare solo un paio di moduli campione. Come ispezione occorre identificare eventuali deformazioni della cassetta di terminazione (lunghi riscaldamenti a seguito di calore sprigionato dall'interno), la formazione di umidità, lo stato dei contatti elettrici delle polarità positive e negative, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di intestazione dei cavi di collegamento (pressione dei contatti per le morsettiere con fissaggio cavi a pressione) e l'integrità della siliconatura dei passacavi qualora la cassetta sia stata cablata in opera.

- Controllo cavi di cablaggio

Come per quella della cassetta di terminazione, l'ispezione dei cavi di cablaggio si presenta complicata quando il generatore fotovoltaico è in opera ma è consigliata. L'ispezione sui cavi di cablaggio del generatore è mirata a controllare che:

- i cavi risultino ancora fissati come all'atto dell'installazione;
- i connettori (se presenti) non presentino bruciature superficiali.

- **STRINGHE FOTOVOLTAICHE**

I controlli ispettivi sulle stringhe vengono effettuati dal quadro elettrico a cui le stringhe afferiscono o, qualora le stringhe fossero collegate direttamente al convertitore, dall'ingresso in continua dello stesso e non richiedono la messa fuori servizio di parte o tutto l'impianto.

- **Sfilabilità dei cavi di cablaggio**

Occorre controllare che il contatto tra cavi e morsetti nei quadri tra connettori maschio e femmina sia solidale strattinando il cavo e aprendo/chiudendo i connettori precablati.

- **Controllo delle grandezze elettriche d'esercizio**

Con l'ausilio di un normale multimetro ed una pinza amperometrica (fino a 10 A) controllare:

- resistenza di isolamento con megger tra polarità e terra;
- uniformità delle tensioni a vuoto;
- uniformità delle correnti di funzionamento

per ciascuna delle stringhe che fanno parte dell'impianto; se tutte le stringhe sono nelle stesse condizioni di esposizione, scostamenti fra le grandezze rilevate fino al 10% non sono da considerare malfunzionamenti.

Nota: Valori di isolamento inferiori a 0,5 MΩ sono possibili con condizioni meteorologiche che favoriscono il basso isolamento delle parti in tensione (elevata umidità, presenza di acqua sui piano dei moduli). Concentrare l'attenzione sull'uniformità delle misure e, all'occorrenza, ripetere la prova in condizioni meteo più significative.

- **STRUTTURA DI SOSTEGNO**

La varietà delle possibili conformazioni delle strutture di sostegno degli impianti fotovoltaici non consente di generalizzare facilmente le operazioni da effettuare. In genere, è sufficiente assicurarsi di quanto segue:

- **Saldezza delle connessioni meccaniche**

Accertarsi che le connessioni bullonate più sollecitate risultino ben serrate (strattinando i profili metallici senza però indurre sollecitazioni anomale sui moduli fissati), e che l'azione del vento non abbia piegato o modificato anche leggermente la geometria dei profili (così da indurre sollecitazioni anomale sui moduli fotovoltaici).

- **Stato superficiale dei materiali (solo per strutture in acciaio o legno)**

Occorre controllare che lo strato di zincatura dei profili utilizzati sia ancora uniforme e senza evidenti macchie di ruggine. Qualora si trovino sbavature di ruggine è consigliabile provvedere a rimuovere lo strato ossidato ripristinando la zincatura con un processo a freddo che, senza garantire un risultato nel lungo periodo, ha il vantaggio di indicare dove si è presentata la ruggine per le ispezioni future.

- **QUADRI ELETTRICI**

La manutenzione preventiva sui quadri elettrici non comporta operazioni di fuori servizio di parte o di tutto l'impianto.

- **Ispezione visiva generale**

L'osservazione ha lo scopo di identificazione eventuali danneggiamenti dell'armadio contenitore e dei componenti contenuti (riscaldamenti localizzati, danni dovuti ai roditori ecc.) e alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sui fronte quadro.

-Controllo protezioni elettriche

Occorre verificare l'efficienza ed integrità dei diodi di blocco con un semplice multimetro e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione (se presente, la finestrella di controllo deve presentarsi verde).

- Controllo cablaggi elettrici

Verificare, con prova di sfilamento, i cablaggi interni dell'armadio.

- Controllo componenti

Negli impianti isolati dalla rete, all'interno del quadro di parallelo e, in genere, installato anche il regolatore di carica per il sistema di accumulo. E' un dispositivo di dimensioni contenute che fornisce le indicazioni di funzionamento direttamente da un display. Con l'ausilio del manuale è sufficiente che non dia indicazioni di errore.

• **CONVERTITORE STATICO**

Le diverse tipologie di convertitori utilizzabili nei sistemi fotovoltaici hanno diversi schemi elettrici e risulta indispensabile una personalizzazione per qualsiasi intervento anche solo ispettivo: per questo, consigliamo di attenersi alle indicazioni contenute nel "Manuale d'uso e manutenzione" che accompagna la macchina. Come accennato, in genere, le operazioni di manutenzione preventiva sono limitate ad una ispezione visiva mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio di contenimento, infiltrazioni di acqua, formazione di condensa, eventuale deterioramento dei componenti contenuti e controllo della carretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti.

La consultazione dell'eventuale display a bordo macchina fornisce tutte le indicazioni possibili sul funzionamento senza ulteriori indagini strumentali. Qualsiasi guasto è riparabile solo dal personale specializzato del costruttore. Si consiglia quindi di far accendere ai Clienti un contratto di manutenzione a seguito di guasti direttamente con il costruttore. Tutte le operazioni è bene vengano eseguite con impianto fuori servizio.

PERICOLO: L'inverter per impianti collegati alla rete è un sistema elettrico a tensione elevata.

NOTA: La carpenteria del convertitore è realizzata con materiali sottoposti a verniciatura poliuretanica per prevenire precoci invecchiamenti. Per proteggere adeguatamente gli organi interni serrare sempre bene le brugole di fissaggio dell'armadio.

ATTENZIONE: A coperchio aperto le parti in vista sono potenzialmente elettricamente pericolose (condensatori carichi). Non toccare e prestare attenzione a catenine

• **COLLEGAMENTI ELETTRICI**

La manutenzione preventiva sui cavi elettrici di cablaggio non necessita di fuori servizio e consiste, per i soli cavi a vista, in una ispezione visiva tesa all'identificazione di danneggiamenti, bruciature, abrasioni,

deterioramento isolante, variazioni di colorazione del materiale usato per l'isolamento e fissaggio saldo nei punti di ancoraggio (per esempio, la struttura di sostegno dei moduli).

CHECK LIST DI CONTROLLO PERIODICO

Nella **tabella 1** sono state riassunte le operazioni di verifica che si consiglia di effettuare sull'impianto in forma di check list da spuntare ad ogni intervento con cadenza minima annuale e seguendo le indicazioni di ispezione prima descritte.

- Parti a scorta per gli impianti

Per quanto suggerito per la manutenzione degli impianti, si nota che per i piccoli impianti, in genere le parti a scorta sono relative ai soli componenti dei quadri elettrici che possono guastarsi a seguito di malfunzionamenti transitori come i fusibili, i diodi di blocco o gli scaricatori di sovratensione che possono essere sostituiti da personale specializzato (più per i rischi a lavorare nel quadro che per la complessità della sostituzione). Per quanto riguarda i convertitori, il diffondersi della conversione di stringa (macchine piccole e leggere) ha consentito ai costruttori di proporre formule di garanzia a canoni annui decisamente contenuti che sono caratterizzate da rapide sostituzioni dell'intera macchina. Per macchine di grossa taglia, il costruttore, in genere, prevede un set di schede di ricambio di facile sostituzione che attraverso l'autodiagnostica stessa della macchina, completata dal manuale d'uso, consente di identificare abbastanza facilmente. Per il sistema di accumulo si consiglia di lasciare in sito una sufficiente scorta di acqua demineralizzata (in genere, il 10% del totale volume di elettrolito) per i necessari rabbocchi durante le operazioni manutentive.

Tab. 1 – controlli sullo stato generale del sistema

Componente	Controllo	Cadenza
Generatore fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo visivo dello stato di pulizia dei moduli fotovoltaici Nota: sono necessari interventi con getto d'acqua senza stazionamento coi piedi sui piano dei moduli solo se la superficie si presenta estremamente sporca con detriti che non si ritiene possono essere lavati direttamente dall'azione dell'acqua piovana • Controllo dell'integrità della superficie captante dei moduli • Controllo di alcune cassette di terminazione a campione • Controllo cavi di cablaggio • Controllo dell'uniformità di tensioni, correnti e resistenza di isolamento delle stringhe fotovoltaiche 	<p>All'occorrenza</p> <p>Annuale</p> <p>Annuale</p> <p>Annuale</p> <p>Annuale</p>
Strutture	<ul style="list-style-type: none"> • Saldezza delle connessioni meccaniche di sostegno • Stato superficiale dei materiali (solo strutture in acciaio) 	<p>2 anni</p> <p>2 anni</p>
Quadri elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Ispezione generale elettrici • Controllo della sfilabilità dei cavi sulla morsettiera • Controllo protezioni elettriche • Controllo di infiltrazioni di umidità 	<p>Annuale</p> <p>Annuale</p> <p>Annuale</p> <p>Annuale</p>
Convertitore statico	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo che, durante l'esercizio, non compaiano indicazioni statico di allarme dal display • Controllo a vista che i componenti interni, pur funzionanti, non siano danneggiati • Controllo di infiltrazioni di umidità 	<p>All'occorrenza</p> <p>Annuale</p> <p>Annuale</p>

DIAGNOSTICA GUASTI

La maggior parte delle condizioni di possibile guasto (tab. 2) che possono verificarsi sui sistemi fotovoltaici sono costantemente monitorate dal sistema di controllo interno del convertitore per gli impianti collegati alla rete ed anche dal regolatore di carica nei sistemi isolati dalla rete. Se l'arresto automatico del sistema è dovuto a:

- mancanza della rete pubblica;
- condizioni di basso irraggiamento solare;
- intervento occasionale dei dispositivi di protezione elettrica;

questi vengono automaticamente resettati dal sistema che procede alle operazioni di riavvio automatico.

Solo condizioni persistenti di anomalia o guasto portano il sistema in condizioni di arresto permanente: sui convertitori la condizione è segnalata dal display a seconda dell'anomalia (vedi manuale del convertitore).

Nel seguito sono riportate alcune delle cause e rimedi più frequenti di arresto del sistema senza ripresa automatica del servizio durante l'esercizio che possono essere diagnosticate da personale qualificato.

Cause e rimedi più frequenti di arresto del sistema

Senza ripresa automatica del servizio in sistemi collegati alla rete.

Tabella 2 – Guasti, verifiche e soggetti

Possibili cause	Verifiche	Azioni	Soggetto
Intervento di protezione di interfaccia	<ul style="list-style-type: none">• Controllo segnalazioni sul pannello di protezione- Controllo dello stato degli interruttori- Presenza tensione morsetti d'uscita	<ul style="list-style-type: none">- Chiudere interruttori aperti - Attendere il riarmo della protezione di interfaccia	Personale qualificato
Basso isolamento del campo fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none">- controllo display sul convertitore- misura della resistenza di isolamento	Se la verifica dà esito negativo è necessario intervento specialistico	Tecnico specializzato
Guasto del convertitore per cortocircuito	<ul style="list-style-type: none">- controllo indicazione sul display convertitore	Se la verifica dà esito negativo è necessario un intervento specialistico	Tecnico specializzato
Apertura interruttore generale del quadro di interfaccia	<ul style="list-style-type: none">- verificare che non esistono indicazioni di guasti (protez. di interfaccia, altri interruttori aperti)- verificare che il contattore della protezione sia efficiente	Qualora il contattore sia efficiente e non esistano altre indicazioni richiudere l'interruttore generale	

CHECK-LIST PER IL CONTROLLO PERIODICO

Componente	Controllo
Generatore fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Stato di pulizia dei moduli fotovoltaici <input type="checkbox"/> Integrità della superficie captante dei moduli <input type="checkbox"/> Deterioramento visivo dell'incapsulante o microscariche per perdita isolamento <input type="checkbox"/> Controllo di un campione di cassette di terminazione (deformazioni, umidità, contatti elettrici, diodi di bypass, serraggio, siliconatura passacavi, sfilabilità cavi) <input type="checkbox"/> Uniformità di tensioni, correnti e resistenza di isolamento delle stringhe fotovoltaiche <p>Tensione a vuoto (V) / Corrente di corto (A) / Resistenza di isolamento[Ω]</p> <p>Stringa 1 _____</p> <p>Stringa 2 _____</p> <p>Stringa 3 _____</p> <p>Stringa 4 _____</p> <p>Stringa 5 _____</p> <p>Stringa 6 _____</p> <p>Stringa 7 _____</p> <p>Stringa 8 _____</p> <p>Condizioni di misura:</p> <p><i>T_{amb}</i>= ... °C</p> <p>Meteo:</p> <p>Note:</p>
Strutture di sostegno	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Serraggio delle connessioni bullonate e integrità della geometria <input type="checkbox"/> Stato della zincatura sui profili in acciaio <p>Note:</p>
Quadri elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Integrità dell'armadio e corretta indicazione degli strumenti eventualmente presenti <input type="checkbox"/> Efficienza degli scaricatori di tensione <input type="checkbox"/> Efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili) <input type="checkbox"/> Prova a sfilamento dei cablaggi in ingresso ed uscita <input type="checkbox"/> Efficienza delle protezioni di interfaccia <p>Note:</p>
Rete di terra	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Verifica della continuità dell'impianto di terra
Convertitore statico	Riferirsi al "Manuale d'uso e manutenzione" della macchina
Collegamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sui cavi a vista, identificare danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazione del materiale usato per l'isolamento e fissaggio saldo nei punti di ancoraggio

