

# IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV - CALTAFALSA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 58,52 MW<sub>p</sub> INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 25 MW (50 MW COMPLESSIVI IN IMMISSIONE) DENOMINATO "AGV CALTAFALSA" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RICADENTI NEL COMUNE DI MONREALE (PA).



## Proponente

### X-ELIO CALTAFALSA S.r.l.

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 349 - 00186 ROMA  
P. IVA: 16235011000

## Progettazione



**Hydro Engineering s.s.**  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy



## Titolo Elaborato

(A) - Elaborati economici ed amministrativi  
6 - Piano di Manutenzione dell'opera

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	PD-A.6	XELI774PDApim031R0	A4	/

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	06-2023	PRIMA EMISSIONE	DP	EG	MG

REGIONE SICILIA  
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO  
COMUNE DI MONREALE

# X-ELIO+

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	2

#### Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	06-2023	Prima emissione	CB	EG	MG

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	3

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE- RELAZIONE GENERALE.....</b>	<b>5</b>
2.1	INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
2.2	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE .....	6
2.3	SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI .....	6
2.4	SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI .....	6
2.5	SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI.....	6
2.5.1	<i>Manuale di manutenzione</i> .....	6
2.5.2	<i>Manuale d'uso</i> .....	7
<b>3</b>	<b>PROGRAMMA DI MMANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI.....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI.....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE - MANUALE DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE - MANUALE D'USO .....</b>	<b>34</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	4

## 1 PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata dalla Società X-ELIO Caltafalsa SRL, di redigere il progetto definitivo di un impianto agrovoltaico della potenza di circa 58,52 MW<sub>p</sub> e delle relative opere di connessione alla Rete, presso la Sottostazione di utente e relativa RTN siti nel Comune di Monreale, Città Metropolitana di Palermo.

Il progetto definitivo consiste nella realizzazione di un impianto agrovoltaico a terra, su strutture sia fisse che ad inseguimento monoassiale (trackers), integrato da un sistema BESS di accumulo da 25 MW (4h di accumulo previste per complessive 100 MWh in accumulo).

Il sistema BESS è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche, costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua; viene realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando container attrezzati per le varie necessità impiantistiche ed idonei a garantire una facile rimovibilità.

L'impianto fotovoltaico sarà composto complessivamente da 15 Power Station (PS) cui afferiranno "elettricamente" le varie porzioni di impianto: su ciascuna PS arriverà una potenza variabile da 3260,6 kW (PS3) a 5658,1 kW (PS9); tutte le PS saranno collegate fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione (30 kV).

Presso l'impianto verranno realizzate le Power Station, la control room e le cabine principali di impianto (Main Technical Room) MTR, dalle quali si dipartono le linee di collegamento di media tensione interrate verso il punto di consegna (passando in entra/esce per il sistema BESS di accumulo), presso la nuova sottostazione elettrica di trasformazione di utente, che verrà realizzata nei pressi della futura stazione elettrica a 220 kV "SE Monreale".

**Il presente documento contiene il Piano di Manutezione delle Opere relative all'impianto in oggetto.**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	5

## 2 PIANO DI MANUTENZIONE- RELAZIONE GENERALE

### 2.1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI

Ai fini della compilazione dei piani di manutenzione, si deve fare riferimento alla UNI 7867, 9910, 10147, 10604 e 10874, al D.Lgs. n°50 del 18 aprile 2016 e all'art.38 del D.P.R. n°207 del 05/10/2010 (regolamento di attuazione del soppresso D.Lgs. 163/06).

Vengono di seguito riportate le definizioni più significative:

- ✓ **Manutenzione** (UNI 9910) “Combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un’entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta”.
- ✓ **Piano di manutenzione** (UNI 10874) “Procedura avente lo scopo di controllare e ristabilire un rapporto soddisfacente tra lo stato di funzionalità di un sistema o di sue unità funzionali e lo standard qualitativo per esso/a assunto come riferimento. Consiste nella previsione del complesso di attività inerenti la manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio lungo periodo”.
- ✓ **Unità tecnologica** (UNI 7867) – Sub sistema – “Unità che si identifica con un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l’ottenimento di prestazioni ambientali”.
- ✓ **Componente** (UNI 10604) “Elemento costruttivo o aggregazione funzionale di più elementi facenti parte di un sistema”.
- ✓ **Elemento, entità** (UNI 9910) – Scheda – “Ogni parte, componente, dispositivo, sottosistema, unità funzionale, apparecchiatura o sistema che può essere considerata individualmente”:

Facendo riferimento alla norma UNI 10604 si sottolinea che *l’obiettivo della manutenzione* di un immobile è quello di “garantire l’utilizzo del bene, mantenendone il valore patrimoniale e le prestazioni iniziali entro limiti accettabili per tutta la vita utile e favorendone l’adeguamento tecnico e normativo alle iniziali o nuove prestazioni tecniche scelte dal gestore o richieste dalla legislazione”.

L’art. 38 del succitato D.P.R. 207/2010 prevede che sia redatto, da parte dei professionisti incaricati della progettazione, un Piano di Manutenzione dell’opera e delle sue parti, obbligatorio secondo varie decorrenze. Tale piano è, secondo quanto indicato dall’articolo citato, un “documento complementare al progetto esecutivo e prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l’attività di manutenzione”.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	6

Il Piano di Manutenzione, pur con contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, deve essere costituito dai seguenti documenti operativi:

- il programma di manutenzione
- il manuale di manutenzione
- il manuale d'uso

oltre alla presente relazione generale.

## 2.2 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il programma di manutenzione è suddiviso nei tre sottoprogrammi:

- sottoprogramma degli Interventi
- sottoprogramma dei Controlli
- sottoprogramma delle Prestazioni

## 2.3 SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

## 2.4 SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

Il sottoprogramma dei controlli di manutenzione definisce il programma di verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale nei successivi momenti di vita utile dell'opera, individuando la dinamica della caduta di prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma.

## 2.5 SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Il sottoprogramma delle prestazioni prende in considerazione, secondo la classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita.

### 2.5.1 Manuale di manutenzione

Rappresenta il manuale di istruzioni riferite alla manutenzione delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale deve fornire, in relazione alle diverse unità tecnologiche (sub sistemi), alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessanti, le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione, nonché il ricorso ai centri

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	7

di assistenza o di servizio.

Gli elementi informativi del manuale di manutenzione, necessari per una corretta manutenzione, elencati nell'ultimo regolamento di attuazione sono:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- il livello minimo delle prestazioni (diagnostica);
- le anomalie riscontrabili;
- le manutenzioni eseguibili dall'utente;
- le manutenzioni da eseguire a cura del personale specializzato.

### 2.5.2 Manuale d'uso

Rappresenta il manuale di istruzioni riferite all'uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale deve contenere l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare il più possibile i danni derivanti da un cattivo uso; per consentire di eseguire tutte le operazioni necessarie alla sua conservazione che non richiedano conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici. Gli elementi informativi che devono fare parte del manuale d'uso, elencati nell'ultimo regolamento di attuazione, sono:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- la descrizione;
- le modalità d'uso corretto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	8

## IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" DI POTENZA PARI A 58,52 MW<sub>p</sub> E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE RICADENTE NEL COMUNE DI MONREALE

Soggetti che intervengono nel piano

### Anagrafe dell'Opera

#### Dati Generali:

Descrizione opera:

Realizzazione impianto fotovoltaico ad inseguimento di 58,52 MW

Ubicazione:

Il nuovo impianto fotovoltaico in oggetto insisterà su più distinti lotti, come di seguito rappresentati siti tutti nel comune di Monreale.

#### Le Opere

Il sistema in oggetto può scomporsi nelle singole opere che lo compongono, sia in maniera longitudinale che trasversale.

Questa suddivisione consente di individuare univocamente un elemento nel complesso dell'opera in progetto.

#### **CORPI D'OPERA:**

I corpi d'opera considerati sono:

- **Fotovoltaico** -

#### **COMPONENTI:**

##### ◆ **-Fotovoltaico-**

- Impianti a fonti rinnovabili
  - *Impianti fotovoltaici collegati alla rete*

#### **ELEMENTI MANUTENTIBILI:**

##### ◆ **-Fotovoltaico-**

- Impianti a fonti rinnovabili
  - *Impianti fotovoltaici collegati alla rete*
    - Moduli fotovoltaici in silicio cristallino
    - Convertitori statici
    - Strutture di sostegno ad inseguimento
    - Cavi elettrici
    - Quadri in corrente alternata
    - Quadri in corrente continua
    - Conduttori di protezione
    - Sistema di dispersione
    - Sistema di equipotenzializzazione
    - Dispositivo generale



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	9

### 3 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Corpo d'Opera – N°1 – -Fotovoltaico-

Impianti a fonti rinnovabili – Su\_001

Impianti fotovoltaici collegati alla rete – Co-001		
CODICE	INTERVENTI	FREQUENZA
<b>Sc-001</b>	<b>Moduli fotovoltaici in silicio cristallino</b>	
Sc-001/In-001	<b>Intervento:</b> Pulizia moduli Pulizia dei moduli fotovoltaici <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Quando occorre
Sc-001/In-002	<b>Intervento:</b> Sostituzione terminali Sostituzioni di terminali, come cassette di terminazione, danneggiati e/o malfunzionanti. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Quando occorre
<b>Sc-002</b>	<b>Convertitori statici</b>	
Sc-002/In-001	<b>Intervento:</b> Sostituzione Sostituzione dell'apparecchio per deterioramento <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Quando occorre
<b>Sc-003</b>	<b>Strutture di sostegno ad inseguimento</b>	
Sc-003/In-001	<b>Intervento:</b> Rifacimento protezione profilati Rifacimento protezione profilati con zincature a freddo delle sbavature con ruggine. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Quando occorre
Sc-003/In-002	<b>Intervento:</b> Serraggio bullonatura Serraggio bullonatura <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Quando occorre
<b>Sc-004</b>	<b>Cavi elettrici</b>	
Sc-004/In-001	<b>Intervento:</b> Sostituzione Sostituzione dei cavi danneggiati o deteriorati. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
<b>Sc-005</b>	<b>Quadri in corrente alternata</b>	
Sc-005/In-001	<b>Intervento:</b> Aggiornamento schema elettrico Eventuale aggiornamento dell'elaborato con le modifiche riscontrate in fase di verifica. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
Sc-005/In-002	<b>Intervento:</b> Integrazione targhetta Eventuale identificazione dei circuiti e conseguente applicazione targhetta mancante <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
Sc-005/In-003	<b>Intervento:</b> Manutenzione Manutenzione morsettera e serraggio connessioni varie. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	10

Sc-005/In-004	<b>Intervento:</b> Serraggio Serraggio dei terminali e della morsettieria di attestazione. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	360 giorni
Sc-005/In-005	<b>Intervento:</b> Sostituzione fusibili Verifica ed eventuale sostituzione dei fusibili. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
<b>Sc-006</b>	<b>Quadri in corrente continua</b>	
Sc-006/In-001	<b>Intervento:</b> Aggiornamento schema elettrico Eventuale aggiornamento dell'elaborato con le modifiche riscontrate in fase di verifica. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
Sc-006/In-002	<b>Intervento:</b> Integrazione targhetta Eventuale identificazione dei circuiti e conseguente applicazione targhetta mancante <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
Sc-006/In-003	<b>Intervento:</b> Manutenzione Manutenzione morsettera e serraggio connessioni varie. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
Sc-006/In-004	<b>Intervento:</b> Serraggio Serraggio dei terminali e della morsettieria di attestazione. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	360 giorni
Sc-006/In-005	<b>Intervento:</b> Sostituzione fusibili Verifica ed eventuale sostituzione dei fusibili. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
<b>Sc-007</b>	<b>Conduttori di protezione</b>	
Sc-007/In-001	<b>Intervento:</b> Sostituzione Sostituzione dei conduttori di protezione danneggiati o deteriorati. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
<b>Sc-008</b>	<b>Sistema di dispersione</b>	
Sc-008/In-001	<b>Intervento:</b> Misura resistività del terreno Misurazione del valore della resistenza di terra. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	360 giorni
Sc-008/In-002	<b>Intervento:</b> Sostituzione dispersori Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
<b>Sc-009</b>	<b>Sistema di equipotenzializzazione</b>	
Sc-009/In-001	<b>Intervento:</b> Sostituzione equipotenzializzatori Sostituzione degli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre
<b>Sc-010</b>	<b>Dispositivo generale</b>	
Sc-010/In-001	<b>Intervento:</b> Sostituzioni Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo generale. <b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista	Quando occorre

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	11

## 4 PIANO DI MANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

Corpo d'Opera – N°1 – -Fotovoltaico-

Impianti a fonti rinnovabili – Su\_001

Impianti fotovoltaici collegati alla rete – Co-001			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
<b>Sc-001</b>	<b>Moduli fotovoltaici in silicio cristallino</b>		
Sc-001/Cn-001	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Molte delle anomalie che possono presentare i moduli fotovoltaici sono legati a difetti di fabbricazione e non tutti i difetti sono rilevabili da un'ispezione visiva seppur accurata. In questi casi solo l'ispezione strumentale può aiutare. Ad esempio l'ingiallimento dell'EVA è riconducibile al basso grado di polimerizzazione (&lt;70%) e ad un cattivo stoccaggio dell'EVA prima della laminazione.</p> <p>La bassa polimerizzazione è causa inoltre dello scollamento tra i diversi strati del sandwich, causato anche dalla scarsa pulizia nella fase di assemblaggio.</p> <p>Altre anomalie sono legati ad eventi accidentali (ad es. urti) o ad una scarsa manutenzione.</p> <p><b>Controllo:</b> Controllo cassetta di terminazione Controllo dello stato della cassetta di terminazione: formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici delle polarità positive e negative, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di interstazione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità della siliconatura dei passacavi.</p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Ispezione	360 giorni
Sc-001/Cn-002	<p><b>Controllo:</b> Controllo uniformità grandezze Controllo uniformità di tensione, corrente e resistenza di isolamento delle stringhe fotovoltaiche</p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Tecnici di livello superiore</p>	Ispezione strumentale	360 giorni
Sc-001/Cn-003	<p><b>Controllo:</b> Ispezione visiva Controllo dello stato a vista teso all'identificazione di danneggiamenti ai vetri (o supporti plastici) anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia del vetro.</p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Ispezione a vista	180 giorni
<b>Sc-002</b>	<b>Convertitori statici</b>		
Sc-002/Cn-001	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origine delle anomalie a elementi terminali: -collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto; -umidità accidentale a ambientale; -surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.</p> <p><b>Controllo:</b> Controllo dello stato Verifica dello stato mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio di contenimento, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, eventuale deterioramento dei componenti contenuti e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti.</p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Ispezione a vista	360 giorni
<b>Sc-003</b>	<b>Strutture di sostegno ad inseguimento</b>		
	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origine dei difetti di stabilità o di geometria: -errori nel calcolo o nella concezione;</p>		

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	12

Sc-003/Cn-001	<p>-valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi; -non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura; -difetti di fabbricazione in officina; -tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione; -difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente); -appoggi bloccati che impediscono la dilatazione; -sovraccarichi eccezionali non previsti; -sovraccarichi puntuali non controllati; -movimenti delle fondazioni; -difetti di collegamento tra gli elementi.</p> <p>Origine delle anomalie di derivazione chimica: -assenza di protezione del metallo; -ambiente umido; -ambiente aggressivo; -assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).</p> <p><b>Controllo:</b> Controllo dello stato Verifica del serraggio delle connessioni bullonate e dell'integrità della geometria <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Controllo	30 giorni
Sc-003/Cn-002	<p><b>Controllo:</b> Controllo profilati Controllo dello stato della zincatura sui profili in acciaio. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Controllo	0 giorni
<b>Sc-004</b>	<b>Cavi elettrici</b>		
Sc-004/Cn-001	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Il cattivo serraggio delle morsetterie può causare: -miscoscariche distruttive per falsi contatti; -rotture collegamenti morsetteria-bandella d'uscita con interruzione della serie.</p> <p><b>Controllo:</b> Controllo dello stato Controllo dei cavi a vista con 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. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Controllo	30 giorni
<b>Sc-005</b>	<b>Quadri in corrente alternata</b>		
Sc-005/Cn-001	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origini delle interruzioni nell'alimentazione: -interruzione dell'ente erogatore; -guasti della rete di sicurezza; -guasti al gruppo elettrogeno; -disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.</p> <p>Origini delle anomalie a quadri e circuiti: -difetti di taratura dei contatori; -connessioni di raccordo allentate; -isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.</p> <p>Origine delle anomalie a elementi terminali: -collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto; -umidità accidentale a ambientale; -surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.</p> <p><b>Controllo:</b> Controllo cablaggi elettrici Controllo con prova di sfilamento dei cablaggi interni all'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) e il serraggio dei morsetti. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari</p>	Controllo	360 giorni
Sc-005/Cn-002	<p><b>Controllo:</b> Controllo elettrico Controllo della funzionalità e dell'alimentazione del relè di isolamento installato, se il generatore è flottante, e dell'efficienza delle protezioni</p>	Controllo	360 giorni

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	13

	di interfaccia (qualora presenti nel quadro in alternata di impianti collegati alla rete). <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari		
Sc-005/Cn-003	<b>Controllo:</b> Controllo organi di manovra Controllo per verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili). <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Controllo	360 giorni
Sc-005/Cn-004	<b>Controllo:</b> Controllo protezioni elettriche Controllo per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Controllo	360 giorni
Sc-005/Cn-005	<b>Controllo:</b> Ispezione visiva Controllo teso ad identificare danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti (riscaldamenti localizzati, danni dovuti ai roditori, ecc.) ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte quadro. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Ispezione a vista	360 giorni
<b>Sc-006</b>	<b>Quadri in corrente continua</b>		
	<b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origini delle interruzioni nell'alimentazione: -interruzione dell'ente erogatore; -guasti della rete di sicurezza; -guasti al gruppo elettrogeno; -disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.  Origini delle anomalie a quadri e circuiti: -difetti di taratura dei contatori; -connessioni di raccordo allentate; -isolamento anormale provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.  Origine delle anomalie a elementi terminali: -collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto; -umidità accidentale a ambientale; -surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.		
Sc-006/Cn-001	<b>Controllo:</b> Controllo cablaggi elettrici Controllo con prova di sfilamento dei cablaggi interni all'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) e il serraggio dei morsetti. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Controllo	360 giorni
Sc-006/Cn-002	<b>Controllo:</b> Controllo elettrico Controllo della funzionalità e dell'alimentazione del relè di isolamento installato, se il generatore è flottante, e dell'efficienza delle protezioni di interfaccia (qualora presenti nel quadro in alternata di impianti collegati alla rete). <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Controllo	360 giorni
Sc-006/Cn-003	<b>Controllo:</b> Controllo organi di manovra Controllo per verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili). <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Controllo	360 giorni
Sc-006/Cn-004	<b>Controllo:</b> Controllo protezioni elettriche Controllo per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Controllo	360 giorni
Sc-006/Cn-005	<b>Controllo:</b> Ispezione visiva Controllo teso ad identificare danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti (riscaldamenti localizzati, danni dovuti ai roditori, ecc.) ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte quadro. <b>Ditte Specializzate:</b> Specializzati vari	Ispezione a vista	360 giorni
<b>Sc-007</b>	<b>Conduttori di protezione</b>		
	<b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origini delle interruzioni nell'alimentazione: -interruzione dell'ente erogatore; -guasti della rete di sicurezza; -guasti al gruppo elettrogeno;		

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	14

Sc-007/Cn-001	<p>-disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.</p> <p>Origini delle anomalie a quadri e circuiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-difetti di taratura dei contatori;</li> <li>-connessioni di raccordo allentate;</li> <li>-isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.</li> </ul> <p>Origine delle anomalie a elementi terminali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;</li> <li>-umidità accidentale a ambientale;</li> <li>-surriscaldamento anomalo localizzato che può provocare un difetto di isolamento.</li> </ul> <p><b>Controllo:</b> Controllo dello stato Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.</p> <p><b>Anomalie:</b> <i>-Difetti di connessione</i></p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista</p>	Ispezione strumentale	30 giorni
<b>Sc-008</b>	<b>Sistema di dispersione</b>		
Sc-008/Cn-001	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origini delle interruzioni nell'alimentazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-interruzione dell'ente erogatore;</li> <li>-guasti della rete di sicurezza;</li> <li>-guasti al gruppo elettrogeno;</li> <li>-disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.</li> </ul> <p>Origini delle anomalie a quadri e circuiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-difetti di taratura dei contatori;</li> <li>-connessioni di raccordo allentate;</li> <li>-isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.</li> </ul> <p>Origine delle anomalie a elementi terminali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;</li> <li>-umidità accidentale a ambientale;</li> <li>-surriscaldamento anomalo localizzato che può provocare un difetto di isolamento.</li> </ul> <p><b>Controllo:</b> Controllo dello stato Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.</p> <p><b>Anomalie:</b> <i>-Corrosioni</i></p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Eletttricista</p>	Ispezione a vista	360 giorni
<b>Sc-009</b>	<b>Sistema di equipotenzializzazione</b>		
	<p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origini delle interruzioni nell'alimentazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-interruzione dell'ente erogatore;</li> <li>-guasti della rete di sicurezza;</li> <li>-guasti al gruppo elettrogeno;</li> <li>-disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.</li> </ul> <p>Origini delle anomalie a quadri e circuiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-difetti di taratura dei contatori;</li> <li>-connessioni di raccordo allentate;</li> <li>-isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.</li> </ul> <p>Origine delle anomalie a elementi terminali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;</li> <li>-umidità accidentale a ambientale;</li> <li>-surriscaldamento anomalo localizzato che può provocare un difetto di isolamento.</li> </ul>		

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	15

Sc-009/Cn-001	<p><b>Controllo:</b> Controllo dello stato Controllare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Controllare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.</p> <p><b>Anomalie:</b> <i>-Difetti di serraggio, -Corrosione</i></p> <p><b>Ditte Specializzate:</b> Elettricista</p>	Ispezione a vista	360 giorni
<b>Sc-010</b>	<p><b>Dispositivo generale</b></p> <p><b>Cause possibili delle anomalie:</b> Origini delle interruzioni nell'alimentazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-interruzione dell'ente erogatore;</li> <li>-guasti della rete di sicurezza;</li> <li>-guasti al gruppo elettrogeno;</li> <li>-disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.</li> </ul> <p>Origini delle anomalie a quadri e circuiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-difetti di taratura dei contatori;</li> <li>-connessioni di raccordo allentate;</li> <li>-isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.</li> </ul> <p>Origine delle anomalie a elementi terminali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;</li> <li>-umidità accidentale a ambientale;</li> <li>-surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.</li> </ul>		
Sc-010/Cn-001	<p><b>Controllo:</b> Controllo generale Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti.</p> <p><b>Anomalie:</b> <i>-Corto circuiti, -Difetti di taratura, -Anomalie degli sganciatori</i></p>	Controllo a vista	30 giorni

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	16

## 5 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE - SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Corpo d'Opera – N°1 – -Agrovoltaico-

Impianti a fonti rinnovabili – Su\_001

### IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" DI POTENZA PARI A 58,52 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE RICADENTE NEL COMUNE DI MONREALE

Classe Requisito

#### Di stabilità

Impianti a fonti rinnovabili - Su_001			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
<b>Co-001</b>	<b>Impianti fotovoltaici collegati alla rete</b>		
Co-001/Re-003	<p><b>Requisito:</b> Resistenza meccanica <i>Gli impianti elettrici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.</i></p> <p><b>Livello minimo per la prestazione:</b> Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.</p> <p><b>Normativa:</b> D.M. del 22/01/ 2008 n. 37; D.Lgs del 09/04/2008 n. 81 artt. 80-86; -CEI 64-8; CEI EN 62262; CEI 81-10.</p>		

Classe Requisito

#### Funzionalità tecnologica

Impianti a fonti rinnovabili - Su_001			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
<b>Co-001</b>	<b>Impianti fotovoltaici collegati alla rete</b>		
Co-001/Re-002	<p><b>Requisito:</b> Resistenza alla corrosione <i>Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.</i></p> <p><b>Livello minimo per la prestazione:</b> La valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.</p> <p><b>Normativa:</b> D.M. del 22/01/ 2008 n. 37; D.Lgs del 09/04/2008 n. 81 artt. 80-86; -CEI 64-8; CEI EN 62262; CEI 81-10.</p>		

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	17

Classe Requisito

### Protezione antincendio

Impianti a fonti rinnovabili - Su_001			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
<b>Co-001</b>	<b>Impianti fotovoltaici collegati alla rete</b>		
Co-001/Re-001	<p><b>Requisito:</b> Attitudine a limitare i rischi di incendio <i>I componenti dell'impianto elettrico devono essere realizzati ed installati in modo da limitare i rischi di probabili incendi.</i></p> <p><b>Livello minimo per la prestazione:</b> Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.</p> <p><b>Normativa:</b> D.M. del 22/01/ 2008 n. 37; D.Lgs del 09/04/2008 n. 81 artt. 80-86; -CEI 64-8; CEI EN 62262; CEI 81-10.</p>		

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	18

## 6 PIANO DI MANUTENZIONE - MANUALE DI MANUTENZIONE

### ELENCO CORPI D'OPERA

N° 1 - Su\_001 Impianti a fonti rinnovabili  
Agrovoltaico -

#### Corpo d'Opera N° 1 - -Agrovoltaico-

#### Impianti a fonti rinnovabili - Su\_001

Insieme delle unità e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di consentire l'utilizzo, da parte degli utenti, di flussi energetici derivanti da fonti di energia rinnovabili (sole, vento, acqua, calore terreno, ecc.) che, oltre ad essere inesauribili, sono ad impatto ambientale nullo in quanto non producono né gas serra né scorie inquinanti da smaltire.

#### REQUISITI E PRESTAZIONI

**Su\_001/Re-001 - Requisito:** Attitudine a limitare i rischi di incendio

**Classe Requisito:** Protezione antincendio

*I componenti dell'impianto elettrico devono essere realizzati ed installati in modo da limitare i rischi di probabili incendi.*

**Prestazioni:** Per limitare i rischi di probabili incendi i generatori di calore, funzionanti ad energia elettrica, devono essere installati e funzionare nel rispetto di quanto prescritto dalle leggi e normative vigenti.

**Livello minimo per la prestazione:** Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

**Normativa:** D.M. del 22/01/ 2008 n. 37; D.Lgs del 09/04/2008 n. 81 artt. 80-86; -CEI 64-8; CEI EN 62262; CEI 81-10.

**Su\_001/Re-002 - Requisito:** Resistenza alla corrosione

**Classe Requisito:** Funzionalità tecnologica

*Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.*

**Prestazioni:** La resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227.

**Livello minimo per la prestazione:** La valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.

**Normativa:** D.M. del 22/01/ 2008 n. 37; D.Lgs del 09/04/2008 n. 81 artt. 80-86; -CEI 64-8; CEI EN 62262; CEI 81-10.

**Su\_001/Re-003 - Requisito:** Resistenza meccanica

**Classe Requisito:** Di stabilità

*Gli impianti elettrici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.*

**Prestazioni:** Gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.

**Livello minimo per la prestazione:** Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

**Normativa:** D.M. del 22/01/ 2008 n. 37; D.Lgs del 09/04/2008 n. 81 artt. 80-86; -CEI 64-8; CEI EN 62262; CEI 81-10.

#### Impianti a fonti rinnovabili - Su\_001 - Elenco Componenti -

Su\_001/Co-001 Impianti fotovoltaici collegati alla rete

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	19

## Impianti fotovoltaici collegati alla rete - Su\_001/Co-001

L'impianto fotovoltaico consente la conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica. La conversione avviene per mezzo di celle fotovoltaiche che devono essere collegate elettricamente tra loro, andando a formare i moduli che devono essere orientati quanto più possibile perpendicolarmente alla radiazione solare.

I moduli fotovoltaici possono essere utilizzati singolarmente (un modulo da 36 celle può caricare una batteria da 12 V) che collegati tra loro in serie e parallelo così da formare stringhe e campi fotovoltaici.

A tutt'oggi, in relazione alle esigenze di applicazioni anche per grandi potenze, l'industria fotovoltaica realizza moduli commerciali di potenza ed area doppia (72 celle, circa 150 W).

L'energia elettrica prodotta da un generatore fotovoltaico viene solo raramente utilizzata direttamente dalle utenze elettriche collegate. In genere, invece, tra produzione e utenza sono interposti dispositivi e circuiti con funzioni elettriche ben precise. Ad esempio per compensare l'aleatorietà della fonte solare rispetto alle richieste di un carico elettrico si fa ricorso all'uso di BATTERIE DI ACCUMULATORI.

Quando poi è necessario far assumere alla tensione disponibile verso l'utente un valore costante, si utilizzano opportuni regolatori di tensione e circuiti di tipo chopper. L'impiego di questi ultimi presenta il vantaggio di massimizzare le prestazioni del campo fotovoltaico facendolo lavorare con valori di tensione V e corrente I ottimali (dispositivi Maximum Power Point Tracker o MPPT- inseguitori del punto di massima potenza).

Quando poi, infine, è necessario disporre di energia elettrica sotto forma di corrente alternata a 230 V monofase o 400 V trifase con caratteristiche analoghe alle forniture in bassa tensione esercitate dalle società distributrici di energia elettrica, l'utilizzo di CONVERTITORI STATICI o INVERTER è una strada obbligata.

I moderni inverter assommano molto spesso alla conversione della corrente continua in alternata altre importanti funzioni quali la protezione dei carichi e/o della rete elettrica a valle del dispositivo MPPT. In alcuni casi provvedono ad effettuare anche il parallelo delle stringhe fotovoltaiche e ad acquisire dati di funzionamento gestendone la trasmissione verso un computer di controllo.

Le prestazioni, i componenti impiegati e la taglia dei sistemi fotovoltaici sono raggruppabili in due macrocategorie:

- gli impianti isolati della rete (STAND-ALONE o OFF-GRID);
- gli impianti collegati alla rete elettrica (GRID-CONNECTED).

## Impianti fotovoltaici collegati alla rete - Su\_001/Co-001 - Elenco Schede -

Su_001/Co-001/Sc-001	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino
Su_001/Co-001/Sc-002	Convertitori statici
Su_001/Co-001/Sc-003	Strutture di sostegno ad inseguimento
Su_001/Co-001/Sc-004	Cavi elettrici
Su_001/Co-001/Sc-005	Quadri in corrente alternata
Su_001/Co-001/Sc-006	Quadri in corrente continua
Su_001/Co-001/Sc-007	Conduttori di protezione
Su_001/Co-001/Sc-008	Sistema di dispersione
Su_001/Co-001/Sc-009	Sistema di equipotenzializzazione
Su_001/Co-001/Sc-010	Dispositivo generale

## Moduli fotovoltaici in silicio cristallino - Su\_001/Co-001/Sc-001

Sono costituite da celle solari in silicio monocristallino o policristallino, connesse in serie/parallelo e incapsulate tra un foglio di plastica e una lastra di vetro temperato. Queste costituiscono la maggioranza dei moduli commerciali e si tratta di sandwich di materiali molto robusti di forma rettangolare, spesso compreso tra 2 e 3 cm e peso variabile tra 6 e 21 kg. I moduli possono essere lasciati senza cornice o contornati da un profilo di alluminio allo scopo di facilitarne il montaggio sulle strutture metalliche che dovranno accoglierli durante l'esercizio. Le polarità positiva e negativa del modulo sono riportate all'esterno del sandwich per essere accessibili come collegamento elettrico: in genere sono disponibili su una morsetteria contenuta in una cassetta in materiale plastico fissata sul retro del modulo e provvista di passacavi, detta cassetta di derivazione.

Più in dettaglio il modulo fotovoltaico in silicio cristallino è ricondotto ad uno schema con i seguenti componenti:

- 1- anteriormente vi è sempre un vetro temperato di circa 4 mm di spessore con funzione di passaggio della luce e di protezione della parte attiva;
- 2- tra il vetro e le celle fotovoltaiche viene interposto un strato sottile di EVA (vinilacetato di etilene) trasparente che contiene additivi che ne ritardano l'ingiallimento dovuto all'esposizione ai raggi ultravioletti;
- 3- le celle fotovoltaiche, con contatti elettrici anteriori e posteriori predisposti, vengono appoggiate sul vetro matrice e collegate elettricamente tra loro, generalmente in serie, utilizzando sottili nastri metallici elettrosaldati. Il numero di celle presenti in ogni modulo è in genere standard (36,64 e 72);
- 4- sul retro delle celle viene posto un altro strato di EVA, con funzione analoga a quella utilizzata anteriormente;
- 5- a chiusura del sandwich realizzato, viene in genere utilizzato un foglio di polivinile fluorurato Tedlar, eventualmente rinforzato con fogli metallici e polimerici per aumentare l'impermeabilità all'ossigeno e all'acqua. In alternativa è possibile usare un altro vetro con caratteristiche meccaniche e trasmissive della luce inferiori a quelle previste per il vetro anteriore: un modulo così realizzato viene chiamato a doppio vetro.

## Diagnostica:

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	20

#### Cause possibili delle anomalie:

Molte delle anomalie che possono presentare i moduli fotovoltaici sono legati a difetti di fabbricazione e non tutti i difetti sono rilevabili da un'ispezione visiva seppur accurata. In questi casi solo l'ispezione strumentale può aiutare.

Ad esempio l'ingiallimento dell'EVA è riconducibile al basso grado di polimerizzazione (<70%) e ad un cattivo stoccaggio dell'EVA prima della laminazione.

La bassa polimerizzazione è causa inoltre dello scollamento tra i diversi strati del sandwich, causato anche dalla scarsa pulizia nella fase di assemblaggio.

Altre anomalie sono legati ad eventi accidentali (ad es. urti) o ad una scarsa manutenzione.

### Anomalie Ricontrabili:

#### Sc-001/An-001 - Bolle o delaminazioni

Bolle o delaminazioni che inficiano l'isolamento tra circuito elettrico e cornice.

#### Sc-001/An-002 - Cassetta di terminazione difettosa

Cassetta di terminazione difettosa a causa di pressacavi rotti, morsetterie poco isolate o meccanicamente inconsistenti.

#### Sc-001/An-003 - Corrosione contatti metallici

Corrosione contatti metallici per produzione di acido acetico rilasciato dalla decomposizione dell'EVA all'interno del sandwich.

#### Sc-001/An-004 - Diodi non funzionanti

Diodi di pass non funzionanti o montati non correttamente.

#### Sc-001/An-005 - Disallineamento stringhe

Disallineamento tra le stringhe che comportino il contatto fra le celle.

#### Sc-001/An-006 - Ingiallimento EVA

Ingiallimento dell'EVA con degrado ottico e diminuzione conseguente della trasmittanza.

#### Sc-001/An-007 - Rottura locale nelle celle

Rottura nelle celle che possono interessare più del 20% della dimensione lineare della singola cella o che comportino il distacco completo di un frammento, comunque piccolo, dal resto della cella.

#### Sc-001/An-008 - Rottura meccanica celle o del modulo

Rottura meccanica celle o della struttura del modulo in grado di determinare il mal funzionamento e/o ridotta affidabilità nel tempo, inclusi danni all'incapsulante tali da mettere in contatto la parte attiva del modulo con l'ambiente esterno.

#### Sc-001/An-009 - Rottura vetro anteriore

Rottura vetro anteriore del modulo.

#### Sc-001/An-010 - Rottura vetro posteriore

Rottura vetro posteriore del modulo, se presente.

#### Sc-001/An-011 - Scheggiatura delle celle

Scheggiatura sui bordi delle celle che interessano le serigrafie anteriori.

#### Sc-001/An-012 - Scollamento tra i diversi strati

Scollamento tra i diversi strati del sandwich durante l'esercizio

#### Sc-001/An-013 - Tagli o pieghe nel retro

Tagli o pieghe nel retro del modulo (Tedlar).

#### Sc-001/An-014 - Vetro anteriore difettoso

Vetro anteriore difettoso per graffiature, bolle, opacizzazioni, intrusioni.

### Controlli eseguibili dal personale specializzato

#### Sc-001/Cn-001 - Controllo cassetta di terminazione

**Procedura:** Ispezione

**Frequenza:** 360 giorni

Controllo dello stato della cassetta di terminazione: formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici delle polarità positive e negative, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di interruzione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità della siliconatura dei passacavi.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

#### Sc-001/Cn-002 - Controllo uniformità grandezze

**Procedura:** Ispezione strumentale

**Frequenza:** 360 giorni

Controllo uniformità di tensione, corrente e resistenza di isolamento delle stringhe fotovoltaiche

COMMITTENTE



PROGETTISTA



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	21

**Ditte Specializzate:** Tecnici di livello superiore

**Sc-001/Cn-003 - Ispezione visiva**

**Procedura:** Ispezione a vista  
**Frequenza:** 180 giorni

Controllo dello stato a vista teso all'identificazione di danneggiamenti ai vetri (o supporti plastici) anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia del vetro.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

**Sc-001/In-001 - Pulizia moduli**

**Frequenza:** Quando occorre

Pulizia dei moduli fotovoltaici

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-001/In-002 - Sostituzione terminali**

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituzioni di terminali, come cassette di terminazione, danneggiati e/o malfunzionanti.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Convertitori statici - Su\_001/Co-001/Sc-002

I convertitori statici sono dispositivi di potenza in grado di convertire alcune grandezze elettriche presenti in ingresso (tipicamente tensione e frequenza) in altre disponibili in corrispondenza dell'uscita.

Vi sono i convertitori statici ca/cc (raddrizzatori e alimentatori), i convertitori cc/cc detti anche chopper ed i convertitori cc/ca, detti anche inverter e, infine i convertitori ca/ca o cicloinverter.

Normalmente, nelle applicazioni fotovoltaiche i convertitori statici più utilizzati sono gli inverter; per cui queste due dizioni sono utilizzate indifferentemente per indicare lo stesso tipo di dispositivo.

Gli inverter per applicazioni fotovoltaiche presentano caratteristiche e funzionalità proprie tali per cui i costruttori hanno dovuto sviluppare delle linee di prodotti espressamente dedicate.

Gli inverter per il fotovoltaico possono, con qualche eccezione, essere suddivisi in due grandi famiglie: inverter per applicazioni isolate o stand-alone e inverter per in funzionamento in parallelo alla rete elettrica o grid-connected.

Gli inverter per il funzionamento in parallelo alla rete elettrica, a differenza di quelli per applicazioni isolate, non hanno più l'obiettivo di regolare tensione e frequenza di uscita per fornire un servizio elettrico idoneo.

L'obiettivo primario è quello invece di convertire l'energia elettrica in corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata ed iniettarla in rete nel modo più efficiente possibile. Negli inverte grid-connected i circuiti di ingresso non hanno più come riferimento la tensione delle batterie, non più necessarie, ma quelle del generatore fotovoltaico, il che comporta l'adattamento a variazioni molto più ampie ed inoltre richiede un circuito inseguitore del punto di massima potenza o Maximum Power Point Tracker (MPPT) sulla curva caratteristica I-V del generatore.

Negli inverte grid-connected, poichè tensione e frequenza sono imposti dalla rete, occorre sincronizzarsi con la rete stessa e comportarsi come un generatore pressochè ideale di corrente alternata. Qualora la rete dovesse venire a mancare, anche solo per brevi periodi, l'inverter deve scollegarsi prontamente per evitare di alimentare carichi con valori di tensione e frequenza non idonei e generare situazioni di pericolo.

Nella fase di progetto in generale occorre stabilire i valori massimi e minimi della tensione di uscita del generatore fotovoltaico nelle condizioni operative limite previste e valutare se questi possono essere considerati compatibili con le caratteristiche di ingresso dell'inverter.

Per gli inverter collegati alla rete i costruttori forniscono le tensioni minima e massima della finestra MPPT in cui la macchina riesce a inseguire il punto di massima potenza in quell'istante e la tensione massima applicabile in ingresso.

Le due condizioni da verificare, affinché le stringhe di moduli fotovoltaici siano compatibili con le caratteristiche dell'inverter sono le seguenti:

- la tensione massima di stringa a circuito aperto non deve mai superare la tensione massima ammissibile all'ingresso dell'inverter;
- la tensione di stringa nel punto di massima potenza non deve uscire dai limiti operativi richiesti dall'inseguitore MPPT per la migliore gestione della potenza estratta dal generatore fotovoltaico.

## Diagnostica:

**Cause possibili delle anomalie:**

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

**Sc-002/An-001 - Deformazioni meccaniche**

COMMITTENTE

X-ELIO

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	22

Deformazioni meccaniche degli involucri

**Sc-002/An-002 - Formazione di condensa**  
Formazione di condensa negli elementi

**Sc-002/An-003 - Infiltrazione d'acqua**  
Infiltrazione d'acqua nelle apparecchiature

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

**Sc-002/Cn-001 - Controllo dello stato**

**Procedura:** Ispezione a vista  
**Frequenza:** 360 giorni

Verifica dello stato mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio di contenimento, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, eventuale deterioramento dei componenti contenuti e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

**Sc-002/In-001 - Sostituzione**

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituzione dell'apparecchio per deterioramento  
**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Strutture di sostegno ad inseguimento - Su\_001/Co-001/Sc-003

In genere le strutture di sostegno sono realizzate assemblando profili metallici commerciali in acciaio zincato a caldo; nella maggior parte dei casi si usano profili piegati a freddo o a caldo a sagoma C o L di tipo Fe360 o, nei casi più impegnativi, Fe540. L'utilizzo di profili in acciaio zincato ha vari vantaggi come la facile reperibilità del materiale, buone prestazioni meccaniche e durata nel tempo.

Altra possibilità nella scelta dei materiali è data dal legno. Offre notevoli vantaggi come la sostenibilità paesaggistica/ambientale nel caso di aree sottoposte a vincolo, la facile lavorabilità in sito. Tuttavia il legno è meno resistente dell'acciaio con la necessità di impiegare sezioni più impegnative ed inoltre deve essere frequentemente mantenuto.

Negli ultimi anni si è sempre più diffuso l'uso di profili d'alluminio con sagome differenti rispetto all'acciaio. L'alluminio presenta notevole facilità di taglio e una notevole varietà di accessori che ne rendono facile il montaggio. Il suo uso è tuttavia legato a piccole strutture mobili data la non elevata resistenza meccanica dei profili e l'elevato costo. Il caso più tipico delle strutture in alluminio sono gli impianti montati sulle falde dei tetti dove le sollecitazioni sui materiali sono contenute.

Le STRUTTURE AD INSEGUIMENTO ottengono una maggiore captazione dei raggi solari attraverso l'inseguimento del disco solare nel percorso lungo la volta celeste con due moti caratteristici:

- moto giornaliero: corrisponde ad una rotazione azimutale del piano dei moduli sul suo baricentro, seguendo il percorso da est ad ovest ogni giorno;

- moto stagionale: corrisponde ad una rotazione rispetto al piano orizzontale seguendo le elevazioni variabili del disco solare da quella minima (inverno) alla massima (estate) dovute al cambio delle stagioni.

La struttura di sostegno sarà a palo con fulcro nel piano dei moduli alla testa del palo. Lo svantaggio di questa struttura sta nel fatto che non può sorreggere grandi superfici (fondazioni impegnative a cauda delle azioni orizzontali) richiedendo pertanto più pali ognuno con un costo aggiuntivo alle apparecchiature di movimentazione.

Inoltre i pali vanno tenuti ben spazati tra loro per evitare gli ombreggiamenti reciproci della struttura, col risultato di diminuire drasticamente la densità di energia prodotta per unità di terreno occupato.

La soluzione che offre il miglior compromesso tra captazione d'energia, risparmio di carpenteria, costo di movimentazione e rapporto tra superficie attiva e superficie del terreno, è rappresentato dall'inseguimento giornaliero Est-Ovest di una struttura orizzontale rispetto al terreno, chiamata INSEGUITORE MONOASSIALE.

Il piano dei moduli in questo caso è orizzontale ed una apparecchiatura di movimentazione lo fa ruotare sul suo asse orizzontale, da est ad ovest, come uno "spiedino".

Per la movimentazione degli inseguitori monoassiali in genere si usano motori elettrici con demoltiplicatori.

## Diagnostica:

**Cause possibili delle anomalie:**

Origine dei difetti di stabilità o di geometria:

- errori nel calcolo o nella concezione;
- valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi;
- non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura;
- difetti di fabbricazione in officina;
- tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione;
- difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente);
- appoggi bloccati che impediscono la dilatazione;
- sovraccarichi eccezionali non previsti;

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	23

-sovraccarichi puntuali non controllati;  
-movimenti delle fondazioni;  
-difetti di collegamento tra gli elementi.

Origine delle anomalie di derivazione chimica:

-assenza di protezione del metallo;  
-ambiente umido;  
-ambiente aggressivo;  
-assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).

### Anomalie Ricontrabili:

**Sc-003/An-001 - Defomazione profilati**  
Defomazione meccanica dei profilati

**Sc-003/An-002 - Formazione di ruggine**  
Formazione di ruggine nei profilati

### Controlli eseguibili dal personale specializzato

**Sc-003/Cn-001 - Controllo dello stato**

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 30 giorni

Verifica del serraggio delle connessioni bullonate e dell'integrità della geometria  
**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-003/Cn-002 - Controllo profilati**

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 0 giorni

Controllo dello stato della zincatura sui profili in acciaio.  
**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

### Interventi eseguibili dal personale specializzato

**Sc-003/In-001 - Rifacimento protezione profilati**

**Frequenza:** Quando occorre

Rifacimento protezione profilati con zincature a freddo delle sbavature con ruggine.  
**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-003/In-002 - Serraggio bullonatura**

**Frequenza:** Quando occorre

Serraggio bullonatura  
**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

### Cavi elettrici - Su\_001/Co-001/Sc-004

Negli impianti fotovoltaici di piccola taglia i moduli fotovoltaici vengono montati sulla struttura di sostegno e cablati direttamente fra loro in campo con spezzoni di cavo tagliati a misura e dotati di capocorda idoneo all'installazione nella morsetteria della cassetta di terminazione del modulo.

Viceversa quando le potenze salgono può essere utile preassemblare in officina più moduli in un pannello che verrà poi trasportato in sito già cablato: per collegare poi tra loro i pannelli già montati sulla struttura di sostegno è possibile fare uso di connettori stagni.

La pratica realizzativa del cablaggio del generatore fotovoltaico suggerisce due differenti tecniche: è possibile utilizzare una posa di cavi libera senza tubi, che impone cavi dotati di guaina di caratteristiche idonee, oppure una posa intubata.

In genere, la prima soluzione è quella più diffusa perchè consente un minor impegno di manodopera; il cavo impiegato deve essere scelto però dando preferenza ai seguenti criteri:

- cavo con isolamento per tensioni di esercizio almeno fino a 450/750V;
- alta resistenza agli agenti atmosferici ed unidità;
- resistenza ai raggi UV;
- range di temperatura di esercizio elevato;
- non propagante l'incendio.

Nel caso di posa interna (integrazione architettonica) i criteri di scelta saranno i seguenti:

- cavo non propagante l'incendio;

COMMITTENTE

**X-ELIO**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	24

-bassa emissione di gas tossici.

E' pratica comune utilizzare cavi unipolari per il cablaggio interno del generatore; la sezione è minimo 2,5-4 mmq.

Per collegare le stringhe del generatore al quadro di parallelo, si usa affrancare i cavi della struttura di sostegno con collari che garantiscono la durata nel tempo: questi ultimi sono da preferire di colore nero del tipo anti UV e di lunghezza adeguata al fascio circoscritto.

Negli impianti isolati, per il collegamento della batteria al quadro si utilizzano cavi unipolari simili a quelli utilizzati per il cablaggio del generatore ma con sezioni più grandi (50-95 mmq); lo stesso per il collegamento quadro-inverter.

Quando il percorso in cavo è sotterraneo, i cavi devono essere adeguati al tipo per posa, è consigliabile utilizzare gli accessori della linea del tubo scelto per il raccordo al quadro.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Il cattivo serraggio delle morsetterie può causare:

- miscoscariche distruttive per falsi contatti;
- rotture collegamenti morsetteria-bandella d'uscita con interruzione della serie.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-004/An-001 - Miscoscariche distruttive

Miscoscariche distruttive per falsi contatti

### Sc-004/An-002 - Rotture collegamenti

Rotture collegamenti morsetteria-bandella d'uscita con interruzione della serie

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

### Sc-004/Cn-001 - Controllo dello stato

**Procedura:** Controllo

**Frequenza:** 30 giorni

Controllo dei cavi a vista con ispezione visiva tesa all'identificazione di danneggiamenti, bruciatore, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazione del materiale usato per l'isolamento e fissaggio saldo nei punti di ancoraggio.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

### Sc-004/In-001 - Sostituzione

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituzione dei cavi danneggiati o deteriorati.

**Ditte Specializzate:** Elettricista

## Quadri in corrente alternata - Su\_001/Co-001/Sc-005

Per quanto riguarda gli impianti isolati, la realizzazione di un quadro in alternata ha significato solo se si prevede la misura dell'energia prodotta attraverso un contatore: viceversa, sarà sufficiente un normale quadro di distribuzione alle utenze.

Quando è prevista una distribuzione in corrente alternata dell'energia prodotta dal sistema fotovoltaico, come una usuale fornitura da rete, il convertitore non può essere trasportabile ma deve essere fisso.

Quando il sistema adotta una conversione di stringa e il numero di convertitori è consistente (decine) si preferisce disporre di un primo livello di quadri dedicati al parallelo parziale di gruppi di convertitori e poi di un quadro generale per il parallelo finale che assolve anche la funzione di misura dell'energia totale prodotta e protezione di interfaccia alla rete.

L'ARMADIO contenitore va progettato con materiale, dimensioni e grado di protezione idoneo al luogo di installazione. Mentre la sua installazione all'interno di un locale non crea particolari problemi, per il posizionamento all'esterno va preferito:

- un materiale non deperibile e stabile all'azione dei raggi UV (poliestere rinforzato con fibre di vetro o metallo rivestito in poliestere);
- un dimensionamento termicamente compatibile con il calore dissipato all'interno (ogni diodo di blocco può dissipare fino a 2-3 W) e la temperature di esercizio in condizioni gravose;

-un gradi di protezione dell'involo adatte alle condizioni di posa. A tale proposito, l'esperienza suggerisce che l'utilizzo di quadri con protezione sovradimensionata consente all'umidità interna di condensare nelle ore più fredde della notte e del primo mattino portando così un possibile danneggiamento dei componenti elettronici.

L'inconveniente si supera lasciando "respirare" il quadro predisponendo dei fori di drenaggio di diametro contenuto sulla base inferiore che risulta la meno esposta all'acqua piovana.

Inoltre il quadro deve essere corredato di una o più targhe, marcate in modo indelebile e poste all'esterno in modo da essere visibili e leggibili anche dopo l'installazione recanti le informazioni richieste dalla CEI EN 60439-1.

Soprattutto per gli impianti isolati è buona regola corredare il quadro di una cartella protetta applicata all'interno delle controporta contenente;

COMMITTENTE

X-ELIO

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	25

- schema planimetrico di disposizione dei componenti;
- schema multifilare elettrico;
- schema funzionale e morsetteria.

Per quanto riguarda la DISPOSIZIONE DEI COMPONENTI qualora il posizionamento del quadro sia in esterno, gli ingressi e le uscite dei cavi di cablaggio dal quadro sono realizzati nella base inferiore con fori adatti ai raccordi (se si arriva al quadro con cavi intubati) o ai passacavi che vanno scelti di diametro compatibile con il diametro esterno dei cavi di cablaggio.

Nella parte bassa del quadro trovano spazio le morsetterie e gli scaricatori di sovratensione in quanto i diodi di blocco è bene sia montati su dissipatore (generalmente avvitati) e disposti nella parte alta.

In genere, sia adotta una copertura dei diodi di blocco e delle sbarre di parallelo positive e negative con un pannello in materiale plastico indeformabile trasparente (fissato al quadro tramite viti e distanziatori filattati), sulla quale è riportata serigrafata, la sigla dei diodi e della polarità corrispondenti.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anomalo localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Riscontrabili:

### Sc-005/An-001 - Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### Sc-005/An-002 - Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### Sc-005/An-003 - Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### Sc-005/An-004 - Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### Sc-005/An-005 - Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

### Sc-005/Cn-001 - Controllo cablaggi elettrici

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo con prova di sfilamento dei cablaggi interni all'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) e il serraggio dei morsetti.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

### Sc-005/Cn-002 - Controllo elettrico

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo della funzionalità e dell'alimentazione del relè di isolamento installato, se il generatore è flottante, e dell'efficienza delle protezioni di interfaccia (qualora presenti nel quadro in alternata di impianti collegati alla rete).

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

### Sc-005/Cn-003 - Controllo organi di manovra

**Procedura:** Controllo

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	26

**Frequenza:** 360 giorni

Controllo per verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili).

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-005/Cn-004 - Controllo protezioni elettriche**

**Procedura:** Controllo

**Frequenza:** 360 giorni

Controllo per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-005/Cn-005 - Ispezione visiva**

**Procedura:** Ispezione a vista

**Frequenza:** 360 giorni

Controllo teso ad identificare danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti (riscaldamenti localizzati, danni dovuti ai roditori, ecc.) ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte quadro.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

**Sc-005/In-001 - Aggiornamento schema elettrico**

**Frequenza:** Quando occorre

Eventuale aggiornamento dell'elaborato con le modifiche riscontrate in fase di verifica.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-005/In-002 - Integrazione targhetta**

**Frequenza:** Quando occorre

Eventuale identificazione dei circuiti e conseguente applicazione targhetta mancante

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-005/In-003 - Manutenzione**

**Frequenza:** Quando occorre

Manutenzione morsettera e serraggio connessioni varie.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-005/In-004 - Serraggio**

**Frequenza:** 360 giorni

Serraggio dei terminali e della morsettiera di attestazione.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-005/In-005 - Sostituzione fusibili**

**Frequenza:** Quando occorre

Verifica ed eventuale sostituzione dei fusibili.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

## Quadri in corrente continua - Su\_001/Co-001/Sc-006

La sezione in corrente continua di un impianto fotovoltaico è composta dal generatore fotovoltaico e dal sistema di accumulo (batterie di accumulatori più regolatore di carica), questi ultimi presenti nel caso di impianto per servizio isolato.

Quando il generatore è di piccola potenza, poche stringhe, il sistema fa capo ad un solo quadro che assolve le funzioni principali di parallelo delle stringhe, di regolazione di carica e di nodo per le batterie.

Quando il numero delle stringhe è consistente (decine) si preferisce disporre un primo livello di quadri dedicati al parallelo parziale di gruppi di stringhe e poi di un quadro generale per il parallelo finale e la regolazione.

Le stesse osservazioni sono valide per i sistemi collegati alla rete, i quali utilizzano la conversione centralizzata senza la funzione di regolazione della carica e senza il nodo della batteria.

Il quadro in parallelo, sia per impianti isolati che per quelli collegati alla rete deve assolvere alle seguenti

funzioni:

-connessioni e parallelo di un certo numero di stringhe in ingresso con l'uso di morsetti sezionabili o, se le portate di corrente salgono, con l'uso di sbarre;

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	27

-protezione delle stringhe, da ricircolo corrente, con diodi di blocco montati su basetta isolata disperdente;  
 -protezione delle stringhe da sovratensioni indotte attraverso l'uso di scaricatori verso terra ed, eventualmente, tra le polarità positive e negative;  
 -controllo dell'isolamento (nel caso di generatore flottante) autoalimentato per i sistemi isolati o alimentato da rete nei sistemi collegati alla rete;  
 -sezionamento delle stringhe parallele nonostante non strettamente necessario, in quanto la corrente di cortocircuito è poco più della nominale.  
 Per gli impianti isolati di piccola taglia, è possibile integrare nel quadro descritto anche:

- regolazione di carica delle batterie dell'impianto;
- collegamento con la batteria utilizzando un interruttore portafusibili.

L'ARMADIO contenitore va progettato con materiale, dimensioni e grado di protezione idoneo al luogo di installazione. Mentre la sua installazione all'interno di un locale non crea particolari problemi, per il posizionamento all'esterno va preferito:

- un materiale non deperibile e stabile all'azione dei raggi UV (poliestere rinforzato con fibre di vetro o metallo rivestito in poliestere);
- un dimensionamento termicamente compatibile con il calore dissipato all'interno (ogni diodo di blocco può dissipare fino a 2-3 W) e la temperatura di esercizio in condizioni gravose;
- un gradi di protezione dell'involucro adatto alle condizioni di posa. A tale proposito, l'esperienza suggerisce che l'utilizzo di quadri con protezione sovradimensionata consente all'umidità interna di condensare nelle ore più fredde della notte e del primo mattino portando così un possibile danneggiamento dei componenti elettronici.

L'inconveniente si supera lasciando "respirare" il quadro predisponendo dei fori di drenaggio di diametro contenuto sulla base inferiore che risulta la meno esposta all'acqua piovana.

Inoltre il quadro deve essere corredato di una o più targhe, marcate in modo indelebile e poste all'esterno in modo da essere visibili e leggibili anche dopo l'installazione recanti le informazioni richieste dalla CEI EN 60439-1.

Soprattutto per gli impianti isolati è buona regola corredare il quadro di una cartella protetta applicata all'interno delle controporta contenente;

- schema planimetrico di disposizione dei componenti;
- schema multifilare elettrico;
- schema funzionale e morsetteria.

Per quanta riguarda la DISPOSIZIONE DEI COMPONENTI qualora il posizionamento del quadro sia in esterno, gli ingressi e le uscite dei cavi di cablaggio dal quadro sono realizzati nella base inferiore con fori adatti ai raccordi (se si arriva al quadro con cavi intubati) o ai passacavi che vanno scelti di diametro compatibile con il diametro esterno dei cavi di cablaggio.

Nella parte bassa del quadro trovano spazio le morsetterie e gli scaricatori di sovratensione in quanto i diodi di blocco è bene sia montati su dissipatore (generalmente avvitati) e disposti nella parte alta.

In genere, sia adotta una copertura dei diodi di blocco e delle sbarre di parallelo positive e negative con un pannello in materiale plastico indeformabile trasparente (fissato al quadro tramite viti e distanziatori filattati), sulla quale è riportata serigrafata, la sigla dei diodi e della polarità corrispondenti.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Riscontrabili:

### Sc-006/An-001 - Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### Sc-006/An-002 - Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### Sc-006/An-003 - Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### Sc-006/An-004 - Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

Sc-006/Cn-001 - Controllo cablaggi elettrici

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	28

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo con prova di sfilamento dei cablaggi interni all'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) e il serraggio dei morsetti.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-006/Cn-002 - Controllo elettrico**

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo della funzionalità e dell'alimentazione del relè di isolamento installato, se il generatore è flottante, e dell'efficienza delle protezioni di interfaccia (qualora presenti nel quadro in alternata di impianti collegati alla rete).

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-006/Cn-003 - Controllo organi di manovra**

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo per verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili).

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-006/Cn-004 - Controllo protezioni elettriche**

**Procedura:** Controllo  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

**Sc-006/Cn-005 - Ispezione visiva**

**Procedura:** Ispezione a vista  
**Frequenza:** 360 giorni

Controllo teso ad identificare danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti (riscaldamenti localizzati, danni dovuti ai roditori, ecc.) ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte quadro.

**Ditte Specializzate:** Specializzati vari

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

**Sc-006/In-001 - Aggiornamento schema elettrico**

**Frequenza:** Quando occorre

Eventuale aggiornamento dell'elaborato con le modifiche riscontrate in fase di verifica.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-006/In-002 - Integrazione targhetta**

**Frequenza:** Quando occorre

Eventuale identificazione dei circuiti e conseguente applicazione targhetta mancante

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-006/In-003 - Manutenzione**

**Frequenza:** Quando occorre

Manutenzione morsettera e serraggio connessioni varie.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-006/In-004 - Serraggio**

**Frequenza:** 360 giorni

Serraggio dei terminali e della morsettera di attestazione.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

**Sc-006/In-005 - Sostituzione fusibili**

**Frequenza:** Quando occorre

Verifica ed eventuale sostituzione dei fusibili.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	29

## Conduttori di protezione - Su\_001/Co-001/Sc-007

I conduttori di protezione principale sono quelli che collegano le masse al nodo di terra.

Poichè al conduttore di protezione dell'impianto fotovoltaico sono collegati i limitatori di sovratensione a protezione del sistema, è necessario prevedere una sezione adeguata (almeno 16 mmq).

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-007/An-001 - Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

### Sc-007/Cn-001 - Controllo dello stato

**Procedura:** Ispezione strumentale  
**Frequenza:** 30 giorni

Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.

**Anomalie:** -*Difetti di connessione*

**Ditte Specializzate:** Elettricista

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

### Sc-007/In-001 - Sostituzione

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituzione dei conduttori di protezione danneggiati o deteriorati.

**Ditte Specializzate:** Elettricista

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	30

## Sistema di dispersione - Su\_001/Co-001/Sc-008

Il sistema di dispersione ha la funzione di trasferire le cariche captate dalle calate in un collettore interrato che così realizza un anello di dispersione.

E' possibile utilizzare, come dispersore, i ferri della fondazione in cemento armato, collegandoli con una corda nuda di rame che percorre il perimetro della costruzione.

Tuttavia la presenza di un impianto fotovoltaico richiede particolari caratteristiche di efficienza per il dispersore per via dei limitatori di sovratensione installati a protezione dei componenti e del sistema.

E' pertanto necessario che la resistenza di terra sia migliore di quella strettamente necessaria a garantire il soddisfacimento dei requisiti per i contatti indiretti.

Se il dispersore è preesistente all'impianto fotovoltaico è doverosa una sua verifica e misura: a titolo indicativo può andar bene come riferimento il valore di 20 Ohm, retaggio del DPR 547/55. Nei casi dubbi è comunque raccomandata la posa di un secondo dispersore.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-008/An-001 - Corrosioni

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

### Sc-008/Cn-001 - Controllo dello stato

**Procedura:** Ispezione a vista

**Frequenza:** 360 giorni

Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.

**Anomalie:** -Corrosioni

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

### Sc-008/In-001 - Misura resistività del terreno

**Frequenza:** 360 giorni

Misurazione del valore della resistenza di terra.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

### Sc-008/In-002 - Sostituzione dispersori

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	31

## Sistema di equipotenzializzazione - Su\_001/Co-001/Sc-009

I conduttori equipotenziali sono gli elementi che collegano le masse alle masse estranee e queste ultime tra di loro allo scopo di garantire l'equipotenzialità; i conduttori equipotenziali principali collegano al morsetto principale di terra le masse estranee.

### Diagnostica:

#### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

### Anomalie Ricontrabili:

#### Sc-009/An-001 - Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### Sc-009/An-002 - Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

### Controlli eseguibili dal personale specializzato

#### Sc-009/Cn-001 - Controllo dello stato

**Procedura:** Ispezione a vista

**Frequenza:** 360 giorni

Controllare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Controllare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.

**Anomalie:** -*Difetti di serraggio*, -*Corrosione*

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

### Interventi eseguibili dal personale specializzato

#### Sc-009/In-001 - Sostituzione equipotenzializzatori

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituzione degli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.

**Ditte Specializzate:** Eletttricista

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	32

## Dispositivo generale - Su\_001/Co-001/Sc-010

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica.

E' solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Riscontrabili:

### Sc-010/An-001 - Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### Sc-010/An-002 - Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### Sc-010/An-003 - Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

### Sc-010/An-004 - Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### Sc-010/An-005 - Difetti ai dispositivi di manovra

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### Sc-010/An-006 - Difetti delle connessioni

Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.

### Sc-010/An-007 - Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### Sc-010/An-008 - Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

## Controlli eseguibili dal personale specializzato

### Sc-010/Cn-001 - Controllo generale

**Procedura:** Controllo a vista

**Frequenza:** 30 giorni

Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti.

**Anomalie:** -Corto circuiti, -Difetti di taratura, -Anomalie degli sganciatori

**Ditte Specializzate:** Eletttricista



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	33

## Interventi eseguibili dal personale specializzato

**Sc-010/In-001 - Sostituzioni**

**Frequenza:** Quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo generale.

**Ditte Specializzate:** Elettricista

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	34

## 7 PIANO DI MANUTENZIONE - MANUALE D'USO

### ELENCO CORPI D'OPERA

N° 1 Su\_001 - Fotovoltaico - Impianti a fonti rinnovabili

#### Corpo d'Opera N° 1 - -Fotovoltaico-

**Sub Sistema** Su\_001 - Impianti a fonti rinnovabili

Insieme delle unità e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di consentire l'utilizzo, da parte degli utenti, di flussi energetici derivanti da fonti di energia rinnovabili (sole, vento, acqua, calore terreno, ecc.) che, oltre ad essere inesauribili, sono ad impatto ambientale nullo in quanto non producono né gas serra né scorie inquinanti da smaltire.

#### Elenco Componenti

Su\_001/Co-001 Impianti fotovoltaici collegati alla rete

**Componente** Su\_001/Co-001 - Impianti fotovoltaici collegati alla rete

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	35

L'impianto fotovoltaico consente la conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica. La conversione avviene per mezzo di celle fotovoltaiche che devono essere collegate elettricamente tra loro, andando a formare i moduli che devono essere orientati quanto più possibile perpendicolarmente alla radiazione solare.

I moduli fotovoltaici possono essere utilizzati singolarmente (un modulo da 36 celle può caricare una batteria da 12 V) che collegati tra loro in serie e parallelo così da formare stringhe e campi fotovoltaici.

A tutt'oggi, in relazione alle esigenze di applicazioni anche per grandi potenze, l'industria fotovoltaica realizza moduli commerciali di potenza ed area doppia (72 celle, circa 150 W).

L'energia elettrica prodotta da un generatore fotovoltaico viene solo raramente utilizzata direttamente dalle utenze elettriche collegate. In genere, invece, tra produzione e utenza sono interposti dispositivi e circuiti con funzioni elettriche ben precise. Ad esempio per compensare l'aleatorietà della fonte solare rispetto alle richieste di un carico elettrico si fa ricorso all'uso di BATTERIE DI ACCUMULATORI.

Quando poi è necessario far assumere alla tensione disponibile verso l'utente un valore costante, si utilizzano opportuni regolatori di tensione e circuiti di tipo chopper. L'impiego di questi ultimi presenta il vantaggio di massimizzare le prestazioni del campo fotovoltaico facendolo lavorare con valori di tensione V e corrente I ottimali (dispositivi Maximun Power Point Tracker o MPPT- inseguitori del punto di massima potenza).

Quando poi, infine, è necessario disporre di energia elettrica sotto forma di corrente alternata a 230 V monofase o 400 V trifase con caratteristiche analoghe alle forniture in bassa tensione esercitate dalle società distributrici di energia elettrica, l'utilizzo di CONVERTITORI STATICI o INVERTER è una strada obbligata.

I moderni inverter assommano molto spesso alla conversione della corrente continua in alternata altre importanti funzioni quali la protezione dei carichi e/o della rete elettrica a valle del dispositivo MPPT. In alcuni casi provvedono ad effettuare anche il parallelo delle stringhe fotovoltaiche e ad acquisire dati di funzionamento gestendone la trasmissione verso un computer di controllo.

Le prestazioni, i componenti impiegati e la taglia dei sistemi fotovoltaici sono raggruppabili in due macrocategorie:

- gli impianti isolati della rete (STAND-ALONE o OFF-GRID);
- gli impianti collegati alla rete elettrica (GRID-CONNECTED).

Gli impianti collegati alla rete elettrica si distinguono in:

#### TETTI FOTOVOLTAICI

Sono rappresentati da impianti collegati alla rete e in gergo specialistico viene definita generazione distributiva. Si dimostra la più idonea ad una diffusione di larga scala nei contesti urbani, essendo adatta all'integrazione dei moduli nelle facciate, nelle coperture o in altri elementi dell'involucro degli edifici esistenti e di nuova realizzazione. Sono impianti generalmente di potenza contenuta (qualche KW), che iniettano l'energia prodotta in rete e pertanto non richiedono l'accumulo di energia in quanto la presenza della rete elettrica garantisce l'alimentazione delle utenze in ogni condizione di produzione e carico. La rete, in questo caso, è vista come un accumulo che assorbe energia nei periodi di maggiore irraggiamento solare e la restituisce in quelli meno favorevoli (periodi notturni). La progettazione di questi impianti risulta essere pertanto svincolata dalle esigenze di carico elettrico contingenti e può quindi focalizzare le scelte in base ad altri vincoli fra cui, i più frequenti, risultano essere il rispetto del budget predefinito, l'ampiezza delle aree interessate e il risultato estetico.

#### CENTRALI FOTOVOLTAICHE

Presentano potenze installate considerevoli e di taglia modulare in quanto costituite da unità di generazione (campi) con potenze fino a 500KW.

#### Elenco Schede

Su_001/Co-001/Sc-001	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino
Su_001/Co-001/Sc-002	Convertitori statici
Su_001/Co-001/Sc-003	Strutture di sostegno ad inseguimento

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	36

Su_001/Co-001/Sc-004	Cavi elettrici
Su_001/Co-001/Sc-005	Quadri in corrente alternata
Su_001/Co-001/Sc-006	Quadri in corrente continua
Su_001/Co-001/Sc-007	Conduttori di protezione
Su_001/Co-001/Sc-008	Sistema di dispersione
Su_001/Co-001/Sc-009	Sistema di equipotenzializzazione
Su_001/Co-001/Sc-010	Dispositivo generale

## Moduli fotovoltaici in silicio cristallino - Su\_001/Co-001/Sc-001

Sono costituite da celle solari in silicio monocristallino o policristallino, connesse in serie/parallelo e incapsulate tra un foglio di plastica e una lastra di vetro temperato. Queste costituiscono la maggioranza dei moduli commerciali e si tratta di sandwich di materiali molto robusti di forma rettangolare, spesso compreso tra 2 e 3 cm e peso variabile tra 6 e 21 kg. I moduli possono essere lasciati senza cornice o contornati da un profilo di alluminio allo scopo di facilitarne il montaggio sulle strutture metalliche che dovranno accoglierli durante l'esercizio. Le polarità positiva e negativa del modulo sono riportate all'esterno del sandwich per essere accessibili come collegamento elettrico: in genere sono disponibili su una morsetteria contenuta in una cassetta in materiale plastico fissata sul retro del modulo e provvista di passacavi, detta cassetta di derivazione.

Più in dettaglio il modulo fotovoltaico in silicio cristallino è ricondotto ad uno schema con i seguenti componenti:

- 1- anteriormente vi è sempre un vetro temprato di circa 4 mm di spessore con funzione di passaggio della luce e di protezione della parte attiva;
- 2- tra il vetro e le celle fotovoltaiche viene interposto un strato sottile di EVA (vinilacetato di etilene) trasparente che contiene additivi che ne ritardano l'ingiallimento dovuto all'esposizione ai raggi ultravioletti;
- 3- le celle fotovoltaiche, con contatti elettrici anteriori e posteriori predisposti, vengono appoggiati sul vetro matrice e collegate elettricamente tra loro, generalmente in serie, utilizzando sottili nastri metallici elettrosaldati. Il numero di celle presenti in ogni modulo è in genere standard (36,64 e 72);
- 4- sul retro delle celle viene posto un altro strato di EVA, con funzione analoga a quella utilizzata anteriormente;
- 5- a chiusura del sandwich realizzato, viene in genere utilizzato un foglio di polivinile fluorurato Tedlar, eventualmente rinforzato con fogli metallici e polimerici per aumentare l'impermeabilità all'ossigeno e all'acqua. In alternativa è possibile usare un altro vetro con caratteristiche meccaniche e trasmissive della luce inferiori a quelle previste per il vetro anteriore: un modulo così realizzato viene chiamato a doppio vetro.

**Modalità d'uso corretto:** Le attività di manutenzione preventive sono consigliate con cadenza almeno annuale soprattutto nel caso di impianti per servizio isolato e comprendono una serie di ispezioni e controlli.

La maggior parte delle verifiche che possono essere effettuate possono essere effettuate anche da personale non esperto in tecnologia fotovoltaica purchè addestrato ad operare su circuiti elettrici applicando le norme di sicurezza e, comunque, non senza aver preso visione del "Manuale d'uso e manutenzione" redatto dal progettista consegnato al cliente insieme al progetto esecutivo.

In ogni caso la manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Molte delle anomalie che possono presentare i moduli fotovoltaici sono legati a difetti di fabbricazione e non tutti i difetti sono rilevabili da un'ispezione visiva seppur accurata. In questi casi solo l'ispezione strumentale può aiutare.

Ad esempio l'ingiallimento dell'EVA è riconducibile al basso grado di polimerizzazione (<70%) e ad un cattivo stoccaggio dell'EVA prima della laminazione.

La bassa polimerizzazione è causa inoltre dello scollamento tra i diversi strati del sandwich, causato anche dalla scarsa pulizia nella fase di assemblaggio.

Altre anomalie sono legati ad eventi accidentali (ad es. urti) o ad una scarsa manutenzione.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-001/An-001 - Bolle o delaminazioni

Bolle o delaminazioni che inficiano l'isolamento tra circuito elettrico e cornice.

### Sc-001/An-002 - Cassetta di terminazione difettosa

Cassetta di terminazione difettosa a causa di pressacavi rotti, morsetterie poco isolate o meccanicamente inconsistenti.

### Sc-001/An-003 - Corrosione contatti metallici

Corrosione contatti metallici per produzione di acido acetico rilasciato dalla decomposizione dell'EVA all'interno del sandwich.

### Sc-001/An-004 - Diodi non funzionanti

Diodi di pass non funzionanti o montati non correttamente.

### Sc-001/An-005 - Disallineamento stringhe

Disallineamento tra le stringhe che comportino il contatto fra le celle.

### Sc-001/An-006 - Ingiallimento EVA

Ingiallimento dell'EVA con degrado ottico e diminuzione conseguente della trasmittanza.

### Sc-001/An-007 - Rottura locale nelle celle

Rottura nelle celle che possono interessare più del 20% della dimensione lineare della singola cella o che comportino il distacco

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	37

completo di un frammento, comunque piccolo, dal resto della cella.

**Sc-001/An-008 - Rottura meccanica celle o del modulo**

Rottura meccanica celle o della struttura del modulo in grado di determinare il mal funzionamento e/o ridotta affidabilità nel tempo, inclusi danni all'incapsulante tali da mettere in contatto la parte attiva del modulo con l'ambiente esterno.

**Sc-001/An-009 - Rottura vetro anteriore**

Rottura vetro anteriore del modulo.

**Sc-001/An-010 - Rottura vetro posteriore**

Rottura vetro posteriore del modulo, se presente.

**Sc-001/An-011 - Scheggiatura delle celle**

Scheggiatura sui bordi delle celle che interessano le serigrafie anteriori.

**Sc-001/An-012 - Scollamento tra i diversi strati**

Scollamento tra i diversi strati del sandwich durante l'esercizio

**Sc-001/An-013 - Tagli o pieghe nel retro**

Tagli o pieghe nel retro del modulo (Tedlar).

**Sc-001/An-014 - Vetro anteriore difettoso**

Vetro anteriore difettoso per graffiature, bolle, opacizzazioni, intrusioni.

## Convertitori statici - Su\_001/Co-001/Sc-002

I convertitori statici sono dispositivi di potenza in grado di convertire alcune grandezze elettriche presenti in ingresso (tipicamente tensione e frequenza) in altre disponibili in corrispondenza dell'uscita.

Vi sono i convertitori statici ca/cc (raddrizzatori e alimentatori), i convertitori cc/cc detti anche chopper ed i convertitori cc/ca, detti anche inverter e, infine i convertitori ca/ca o cicloinverter.

Normalmente, nelle applicazioni fotovoltaiche i convertitori statici più utilizzati sono gli inverter; per cui queste due dizioni sono utilizzate indifferentemente per indicare lo stesso tipo di dispositivo.

Gli inverter per applicazioni fotovoltaiche presentano caratteristiche e funzionalità proprie tali per cui i costruttori hanno dovuto sviluppare delle linee di prodotti espressamente dedicate.

Gli inverter per il fotovoltaico possono, con qualche eccezione, essere suddivisi in due grandi famiglie: inverter per applicazioni isolate o stand-alone e inverter per in funzionamento in parallelo alla rete elettrica o grid-connected.

Gli inverter per il funzionamento in parallelo alla rete elettrica, a differenza di quelli per applicazioni isolate, non hanno più l'obiettivo di regolare tensione e frequenza di uscita per fornire un servizio elettrico idoneo.

L'obiettivo primario è quello invece di convertire l'energia elettrica in corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata ed iniettarla in rete nel modo più efficiente possibile. Negli inverte grid-connected i circuiti di ingresso non hanno più come riferimento la tensione delle batterie, non più necessarie, ma quelle del generatore fotovoltaico, il che comporta l'adattamento a variazioni molto più ampie ed inoltre richiede un circuito inseguitore del punto di massima potenza o Maximum Power Point Tracker (MPPT) sulla curva caratteristica I-V del generatore.

Negli inverte grid-connected, poiché tensione e frequenza sono imposti dalla rete, occorre sincronizzarsi con la rete stessa e comportarsi come un generatore pressoché ideale di corrente alternata. Qualora la rete dovesse venire a mancare, anche solo per brevi periodi, l'inverter deve scollegarsi prontamente per evitare di alimentare carichi con valori di tensione e frequenza non idonei e generare situazioni di pericolo.

Nella fase di progetto in generale occorre stabilire i valori massimi e minimi della tensione di uscita del generatore fotovoltaico nelle condizioni operative limite previste e valutare se questi possono essere considerati compatibili con le caratteristiche di ingresso dell'inverter.

Per gli inverter collegati alla rete i costruttori forniscono le tensioni minima e massima della finestra MPPT in cui la macchina riesce a inseguire il punto di massima potenza in quell'istante e la tensione massima applicabile in ingresso.

Le due condizioni da verificare, affinché le stringhe di moduli fotovoltaici siano compatibili con le caratteristiche dell'inverter sono le seguenti:

- la tensione massima di stringa a circuito aperto non deve mai superare la tensione massima ammissibile all'ingresso dell'inverter;
- la tensione di stringa nel punto di massima potenza non deve uscire dai limiti operativi richiesti dall'inseguitore MPPT per la migliore gestione della potenza estratta dal generatore fotovoltaico.

**Modalità d'uso corretto:** *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, è consigliabile attenersi alle indicazioni contenute nel "Manuale d'uso e manutenzione" che accompagna la macchina.*

*Le operazioni che si svolgono in fase di manutenzione è bene vengano eseguite con impianto fuori servizio.*

## Diagnostica:

**Cause possibili delle anomalie:**

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

Sc-002/An-001 - Deformazioni meccaniche

COMMITTENTE

X-ELIO<sup>+</sup>

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	38

Deformazioni meccaniche degli involucri  
**Sc-002/An-002 - Formazione di condensa**  
 Formazione di condensa negli elementi  
**Sc-002/An-003 - Infiltrazione d'acqua**  
 Infiltrazione d'acqua nelle apparecchiature

## Strutture di sostegno ad inseguimento - Su\_001/Co-001/Sc-003

In genere le strutture di sostegno sono realizzate assemblando profili metallici commerciali in acciaio zincato a caldo; nella maggior parte dei casi si usano profili piegati a freddo o a caldo a sagoma C o L di tipo Fe360 o, nei casi più impegnativi, Fe540. L'utilizzo di profili in acciaio zincato ha vari vantaggi come la facile reperibilità del materiale, buone prestazioni meccaniche e durata nel tempo.

Altra possibilità nella scelta dei materiali è data dal legno. Offre notevoli vantaggi come la sostenibilità paesaggistica/ambientale nel caso di aree sottoposte a vincolo, la facile lavorabilità in sito. Tuttavia il legno è meno resistente dell'acciaio con la necessità di impiegare sezioni più impegnative ed inoltre deve essere frequentemente mantenuto.

Negli ultimi anni si è sempre più diffuso l'uso di profili d'alluminio con sagome differenti rispetto all'acciaio. L'alluminio presenta notevole facilità di taglio e una notevole varietà di accessori che ne rendono facile il montaggio. Il suo uso è tuttavia legato a piccole strutture mobili data la non elevata resistenza meccanica dei profili e l'elevato costo. Il caso più tipico delle strutture in alluminio sono gli impianti montati sulle falde dei tetti dove le sollecitazioni sui materiali sono contenute.

Le STRUTTURE AD INSEGUIMENTO ottengono una maggiore captazione dei raggi solari attraverso l'inseguimento del disco solare nel percorso lungo la volta celeste con due moti caratteristici:

- moto giornaliero: corrisponde ad una rotazione azimutale del piano dei moduli sul suo baricentro, seguendo il percorso da est ad ovest ogni giorno;

- moto stagionale: corrisponde ad una rotazione rispetto al piano orizzontale seguendo le elevazioni variabili del disco solare da quella minima (inverno) alla massima (estate) dovute al cambio delle stagioni.

La struttura di sostegno sarà a palo con fulcro nel piano dei moduli alla testa del palo. Lo svantaggio di questa struttura sta nel fatto che non può sorreggere grandi superfici (fondazioni impegnative a cauda delle azioni orizzontali) richiedendo pertanto più pali ognuno con un costo aggiuntivo alle apparecchiature di movimentazione.

Inoltre i pali vanno tenuti ben spazati tra loro per evitare gli ombreggiamenti reciproci della struttura, col risultato di diminuire drasticamente la densità di energia prodotta per unità di terreno occupato.

La soluzione che offre il miglior compromesso tra captazione d'energia, risparmio di carpenteria, costo di movimentazione e rapporto tra superficie attiva e superficie del terreno, è rappresentato dall'inseguimento giornaliero Est-Ovest di una struttura orizzontale rispetto al terreno, chiamata INSEGUITORE MONOASSIALE.

Il piano dei moduli in questo caso è orizzontale ed una apparecchiatura di movimentazione lo fa ruotare sul suo asse orizzontale, da est ad ovest, come uno "spiedino".

Per la movimentazione degli inseguitori monoassiali in genere si usano motori elettrici con demoltiplicatori.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origine dei difetti di stabilità o di geometria:

- errori nel calcolo o nella concezione;
- valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi;
- non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura;
- difetti di fabbricazione in officina;
- tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione;
- difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficienti);
- appoggi bloccati che impediscono la dilatazione;
- sovraccarichi eccezionali non previsti;
- sovraccarichi puntuali non controllati;
- movimenti delle fondazioni;
- difetti di collegamento tra gli elementi.

Origine delle anomalie di derivazione chimica:

- assenza di protezione del metallo;
- ambiente umido;
- ambiente aggressivo;
- assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-003/An-001 - Deformazione profilati

Deformazione meccanica dei profilati

### Sc-003/An-002 - Formazione di ruggine

Formazione di ruggine nei profilati

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	39

## Cavi elettrici - Su\_001/Co-001/Sc-004

Negli impianti fotovoltaici di piccola taglia i moduli fotovoltaici vengono montati sulla struttura di sostegno e cablati direttamente fra loro in campo con spezzoni di cavo tagliati a misura e dotati di capocorda idoneo all'installazione nella morsetteria della cassetta di terminazione del modulo.

Viceversa quando le potenze salgono può essere utile preassemblare in officina più moduli in un pannello che verrà poi trasportato in sito già cablato: per collegare poi tra loro i pannelli già montati sulla struttura di sostegno è possibile fare uso di connettori stagni.

La pratica realizzativa del cablaggio del generatore fotovoltaico suggerisce due differenti tecniche: è possibile utilizzare una posa di cavi libera senza tubi, che impone cavi dotati di guaina di caratteristiche idonee, oppure una posa intubata.

In genere, la prima soluzione è quella più diffusa perché consente un minor impegno di manodopera; il cavo impiegato deve essere scelto però dando preferenza ai seguenti criteri:

- cavo con isolamento per tensioni di esercizio almeno fino a 450/750V;
- alta resistenza agli agenti atmosferici ed umidità;
- resistenza ai raggi UV;
- range di temperatura di esercizio elevato;
- non propagante l'incendio.

Nel caso di posa interna (integrazione architettonica) i criteri di scelta saranno i seguenti:

- cavo non propagante l'incendio;
- bassa emissione di gas tossici.

E' pratica comune utilizzare cavi unipolari per il cablaggio interno del generatore; la sezione è minimo 2,5-4 mmq.

Per collegare le stringhe del generatore al quadro di parallelo, si usa affrancare i cavi della struttura di sostegno con collari che garantiscono la durata nel tempo: questi ultimi sono da preferire di colore nero del tipo anti UV e di lunghezza adeguata al fascio circoscritto.

Negli impianti isolati, per il collegamento della batteria al quadro si utilizzano cavi unipolari simili a quelli utilizzati per il cablaggio del generatore ma con sezioni più grandi (50-95 mmq); lo stesso per il collegamento quadro-inverter.

Quando il percorso in cavo è sotterraneo, i cavi devono essere adeguati al tipo per posa, è consigliabile utilizzare gli accessori della linea del tubo scelto per il raccordo al quadro.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Il cattivo serraggio delle morsetterie può causare:

- miscoscariche distruttive per falsi contatti;
- rottture collegamenti morsetteria-bandella d'uscita con interruzione della serie.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-004/An-001 - Miscoscariche distruttive

Miscoscariche distruttive per falsi contatti

### Sc-004/An-002 - Rottture collegamenti

Rottture collegamenti morsetteria-bandella d'uscita con interruzione della serie

## Quadri in corrente alternata - Su\_001/Co-001/Sc-005

Per quanto riguarda gli impianti isolati, la realizzazione di un quadro in alternata ha significato solo se si prevede la misura dell'energia prodotta attraverso un contatore: viceversa, sarà sufficiente un normale quadro di distribuzione alle utenze.

Quando è prevista una distribuzione in corrente alternata dell'energia prodotta dal sistema fotovoltaico, come una usuale fornitura da rete, il convertitore non può essere trasportabile ma deve essere fisso.

Quando il sistema adotta una conversione di stringa e il numero di convertitori è consistente (decine) si preferisce disporre di un primo livello di quadri dedicati al parallelo parziale di gruppi di convertitori e poi di un quadro generale per il parallelo finale che assolve anche la funzione di misura dell'energia totale prodotta e protezione di interfaccia alla rete.

L'ARMADIO contenitore va progettato con materiale, dimensioni e grado di protezione idoneo al luogo di installazione. Mentre la sua installazione all'interno di un locale non crea particolari problemi, per il posizionamento all'esterno va preferito:

- un materiale non deperibile e stabile all'azione dei raggi UV (poliestere rinforzato con fibre di vetro o metallo rivestito in poliestere);
- un dimensionamento termicamente compatibile con il calore dissipato all'interno (ogni diodo di blocco può dissipare fino a 2-3 W) e la temperatura di esercizio in condizioni gravose;
- un gradi di protezione dell'involo adatte alle condizioni di posa. A tale proposito, l'esperienza suggerisce che l'utilizzo di quadri con protezione sovradimensionata consente all'umidità interna di condensare nelle ore più fredde della notte e del primo mattino portando così un possibile danneggiamento dei componenti elettronici.

L'inconveniente si supera lasciando "respirare" il quadro predisponendo dei fori di drenaggio di diametro contenuto sulla base inferiore che risulta la meno esposta all'acqua piovana.

Inoltre il quadro deve essere corredato di una o più targhe, marcate in modo indelebile e poste all'esterno in modo da essere visibili e leggibili anche dopo l'installazione recanti le informazioni richieste dalla CEI EN 60439-1.

Soprattutto per gli impianti isolati è buona regola corredare il quadro di una cartella protetta applicata all'interno delle controporta contenente;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	40

- schema planimetrico di disposizione dei componenti;
- schema multifilare elettrico;
- schema funzionale e morsetteria.

Per quanto riguarda la **DISPOSIZIONE DEI COMPONENTI** qualora il posizionamento del quadro sia in esterno, gli ingressi e le uscite dei cavi di cablaggio dal quadro sono realizzati nella base inferiore con fori adatti ai raccordi (se si arriva al quadro con cavi intubati) o ai passacavi che vanno scelti di diametro compatibile con il diametro esterno dei cavi di cablaggio.

Nella parte bassa del quadro trovano spazio le morsetterie e gli scaricatori di sovratensione in quanto i diodi di blocco è bene sia montati su dissipatore (generalmente avvitati) e disposti nella parte alta.

In genere, sia adottata una copertura dei diodi di blocco e delle sbarre di parallelo positive e negative con un pannello in materiale plastico indeformabile trasparente (fissato al quadro tramite viti e distanziatori filattati), sulla quale è riportata serigrafata, la sigla dei diodi e della polarità corrispondenti.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-005/An-001 - Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### Sc-005/An-002 - Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### Sc-005/An-003 - Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contatori, di collegamento o di taratura della protezione.

### Sc-005/An-004 - Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### Sc-005/An-005 - Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

## Quadri in corrente continua - Su\_001/Co-001/Sc-006

La sezione in corrente continua di un impianto fotovoltaico è composta dal generatore fotovoltaico e dal sistema di accumulo (batterie di accumulatori più regolatore di carica), questi ultimi presenti nel caso di impianto per servizio isolato.

Quando il generatore è di piccola potenza, poche stringhe, il sistema fa capo ad un solo quadro che assolve le funzioni principali di parallelo delle stringhe, di regolazione di carica e di nodo per le batterie.

Quando il numero delle stringhe è consistente (decine) si preferisce disporre un primo livello di quadri dedicati al parallelo parziale di gruppi di stringhe e poi di un quadro generale per il parallelo finale e la regolazione.

Le stesse osservazioni sono valide per i sistemi collegati alla rete, i quali utilizzano la conversione centralizzata senza la funzione di regolazione della carica e senza il nodo della batteria.

Il quadro in parallelo, sia per impianti isolati che per quelli collegati alla rete deve assolvere alle seguenti

funzioni:

- connessioni e parallelo di un certo numero di stringhe in ingresso con l'uso di morsetti sezionabili o, se le portate di corrente salgono, con l'uso di sbarre;
- protezione delle stringhe, da ricircolo corrente, con diodi di blocco montati su basetta isolata disperdente;
- protezione delle stringhe da sovratensioni indotte attraverso l'uso di scaricatori verso terra ed, eventualmente, tra le polarità positive e negative;
- controllo dell'isolamento (nel caso di generatore flottante) autoalimentato per i sistemi isolati o alimentato da rete nei sistemi collegati alla rete;
- sezionamento delle stringhe parallele nonostante non strettamente necessario, in quanto la corrente di cortocircuito è poco più della



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	41

nominale.

Per gli impianti isolati di piccola taglia, è possibile integrare nel quadro descritto anche:

- regolazione di carica delle batterie dell'impianto;
- collegamento con la batteria utilizzando un interruttore portafusibili.

L'ARMADIO contenitore va progettato con materiale, dimensioni e grado di protezione idoneo al luogo di installazione. Mentre la sua installazione all'interno di un locale non crea particolari problemi, per il posizionamento all'esterno va preferito:

- un materiale non deperibile e stabile all'azione dei raggi UV (poliestere rinforzato con fibre di vetro o metallo rivestito in poliestere);
- un dimensionamento termicamente compatibile con il calore dissipato all'interno (ogni diodo di blocco può dissipare fino a 2-3 W) e la temperatura di esercizio in condizioni gravose;

- un grado di protezione dell'involucro adatto alle condizioni di posa. A tale proposito, l'esperienza suggerisce che l'utilizzo di quadri con protezione sovradimensionata consente all'umidità interna di condensare nelle ore più fredde della notte e del primo mattino portando così un possibile danneggiamento dei componenti elettronici.

L'inconveniente si supera lasciando "respirare" il quadro predisponendo dei fori di drenaggio di diametro contenuto sulla base inferiore che risulta la meno esposta all'acqua piovana.

Inoltre il quadro deve essere corredato di una o più targhe, marcate in modo indelebile e poste all'esterno in modo da essere visibili e leggibili anche dopo l'installazione recanti le informazioni richieste dalla CEI EN 60439-1.

Soprattutto per gli impianti isolati è buona regola corredare il quadro di una cartella protetta applicata all'interno delle controporta contenente;

- schema planimetrico di disposizione dei componenti;
- schema multifilare elettrico;
- schema funzionale e morsetteria.

Per quanto riguarda la DISPOSIZIONE DEI COMPONENTI qualora il posizionamento del quadro sia in esterno, gli ingressi e le uscite dei cavi di cablaggio dal quadro sono realizzati nella base inferiore con fori adatti ai raccordi (se si arriva al quadro con cavi intubati) o ai passacavi che vanno scelti di diametro compatibile con il diametro esterno dei cavi di cablaggio.

Nella parte bassa del quadro trovano spazio le morsetterie e gli scaricatori di sovratensione in quanto i diodi di blocco è bene sia montati su dissipatore (generalmente avvitati) e disposti nella parte alta.

In genere, sia adotta una copertura dei diodi di blocco e delle sbarre di parallelo positive e negative con un pannello in materiale plastico indeformabile trasparente (fissato al quadro tramite viti e distanziatori filattati), sulla quale è riportata serigrafata, la sigla dei diodi e della polarità corrispondenti.

## Diagnostica:

### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-006/An-001 - Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### Sc-006/An-002 - Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### Sc-006/An-003 - Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### Sc-006/An-004 - Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

## Conduttori di protezione - Su\_001/Co-001/Sc-007

I conduttori di protezione principale sono quelli che collegano le masse al nodo di terra.

Poiché al conduttore di protezione dell'impianto fotovoltaico sono collegati i limitatori di sovratensione a protezione del sistema, è necessario prevedere una sezione adeguata (almeno 16 mmq).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	42

### **Modalità d'uso corretto:** *Conduttori di protezione*

*Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione*

### **Diagnostica:**

#### **Cause possibili delle anomalie:**

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

interruzione dell'ente erogatore;

guasti della rete di sicurezza;

guasti al gruppo elettrogeno;

disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

difetti di taratura dei contatori;

connessioni di raccordo allentate;

isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;

umidità accidentale a ambientale;

surriscaldamento anomalo localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

### **Anomalie Ricontrabili:**

#### **Sc-007/An-001 - Difetti di connessione**

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

#### **Sistema di dispersione - Su\_001/Co-001/Sc-008**

Il sistema di dispersione ha la funzione di trasferire le cariche captate dalle calate in un collettore interrato che così realizza un anello di dispersione.

È possibile utilizzare, come dispersore, i ferri della fondazione in cemento armato, collegandoli con una corda nuda di rame che percorre il perimetro della costruzione.

luttavia la presenza di un impianto fotovoltaico richiede particolari caratteristiche di efficienza per il dispersore per via dei limitatori di sovratensione installati a protezione dei componenti e del sistema.

È pertanto necessario che la resistenza di terra sia migliore di quella strettamente necessaria a garantire il soddisfacimento dei requisiti per contatti indiretti.

Se il dispersore è preesistente all'impianto fotovoltaico è doverosa una sua verifica e misura: a titolo indicativo può andar bene come riferimento il valore di 20 Ohm, retaggio del DPR 547/55. Nei casi dubbi è comunque raccomandata la posa di un secondo dispersore.

### **Modalità d'uso corretto:** *Sistema di dispersione*

*Per gli organi di captazione si adoperano in linea di massima tondini e piattine in rame, o in acciaio zincato di sezione 50-70 mm quadrati; per la bandella viattine di sezione 30x40 mm, per motivi di rigidità metallica. Per le coperture metalliche gli spessori non devono essere inferiori a 10-20 mm per scongiurare perforazioni catalitiche. Una sezione doppia di quella degli organi di captazione si utilizza per le grondaie e le ringhiere; per le tubazioni e i contenitori in metallo i devono adoperare spessori di 2,5 mm che arrivano a 4,5 mm per recipienti di combustibili. Gli ancoraggi tra la struttura e gli organi di captazione devono essere atti con brasatura forte, saldatura, bullonatura o con morsetti; in ogni caso occorre garantire superfici minime di contatto di 200 mm quadrati.*

### **Diagnostica:**

#### **Cause possibili delle anomalie:**

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

interruzione dell'ente erogatore;

guasti della rete di sicurezza;

guasti al gruppo elettrogeno;

disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

difetti di taratura dei contatori;

connessioni di raccordo allentate;

isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;

umidità accidentale a ambientale;

surriscaldamento anomalo localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

### **Anomalie Ricontrabili:**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	43

#### Sc-008/An-001 - Corrosioni

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### Sistema di equipotenzializzazione - Su\_001/Co-001/Sc-009

I conduttori equipotenziali sono gli elementi che collegano le masse alle masse estranee e queste ultime tra di loro allo scopo di garantire l'equipotenzialità; i conduttori equipotenziali principali collegano al morsetto principale di terra le masse estranee.

#### Modalità d'uso corretto: *Sistema di equipotenzializzazione*

*Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.*

#### Diagnostica:

##### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contatori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

#### Anomalie Ricontrabili:

##### Sc-009/An-001 - Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

##### Sc-009/An-002 - Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

### Dispositivo generale - Su\_001/Co-001/Sc-010

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica.

E' solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

**Modalità d'uso corretto:** *Non rimuovere la targhetta di identificazione dalla quale si devono evincere le informazioni tecniche necessarie per il servizio tecnico, la manutenzione e la successiva sostituzione dei pezzi.*

*Data la presenza di tensioni molto pericolose permettere solo a elettricisti qualificati l'installazione, la manutenzione e la riparazione del sezionatore.*

*I collegamenti e le caratteristiche di sicurezza devono essere eseguiti in conformità ai regolamenti nazionali in vigore.*

*Installare il sezionatore in prossimità dell'inverter solare evitando di esporlo direttamente ai raggi solari. Nel caso debba essere installato all'esterno verificare il giusto grado di protezione che dovrebbe essere non inferiore a IP65.*

*Verificare la polarità di tutti i cavi prima del primo avvio: positivo connesso a positivo e negativo connesso a negativo.*

*Non usare mai il sezionatore ove vi sia rischio di esplosioni di gas o di polveri o dove vi siano materiali potenzialmente infiammabili.*

#### Diagnostica:

##### Cause possibili delle anomalie:

Origini delle interruzioni nell'alimentazione:

- interruzione dell'ente erogatore;
- guasti della rete di sicurezza;
- guasti al gruppo elettrogeno;
- disconnessioni: corto circuito accidentale, sovracorrente, difetti di messa a terra.

COMMITTENTE

X-ELIO

PROGETTISTA

HE Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
A.6 – XELI774PDApim031R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	44

Origini delle anomalie a quadri e circuiti:

- difetti di taratura dei contattori;
- connessioni di raccordo allentate;
- isolamento anomalo provocato da polvere o ossidazione delle masse metalliche.

Origine delle anomalie a elementi terminali:

- collegamento di un apparecchio di potenza superiore a quella ammessa per l'impianto;
- umidità accidentale a ambientale;
- surriscaldamento anormale localizzato che può provocare un difetto di isolamento.

## Anomalie Ricontrabili:

### Sc-010/An-001 - Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### Sc-010/An-002 - Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### Sc-010/An-003 - Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

### Sc-010/An-004 - Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### Sc-010/An-005 - Difetti ai dispositivi di manovra

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### Sc-010/An-006 - Difetti delle connessioni

Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.

### Sc-010/An-007 - Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### Sc-010/An-008 - Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.