



Regione Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Sassari

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN SASSARI – POTENZA
46.175 MWdc
(Immissione in rete 39 MWac)**

AU93 – PIANO GESTIONE E MANUTENZIONE IMPIANTO

Committente:				
VERDE 7 SRL – Via Cino del Duca, 5 20122 Milano (MI)				
Il Tecnico		Revisioni	DATA	
				
			Protocollo Iter Autorizzativo	Giu/2021
Descrizione	Piano Gestione e Manutenzione Impianto			
Commessa	Sassari – Due Mari			

Indice

1. PREMESSA.....	3
2. LAVORI DI GESTIONE	4
2.1 Prestazioni richieste.....	4
3. DESCRIZIONE INTERVENTI DI GESTIONE.....	5
3.1 Ispezione e pulizia dei moduli fotovoltaici.....	5
3.2 Controllo tralicci metallici/strutture porta modulo	5
3.3 Verifica stato dei contatti elettrici e pulizia quadro di ricovero materiale elettronico.....	6
3.4 Verifiche normale funzionamento elettrico e acquisizione dei dati registrati	7
3.5 Verifica tecnico funzionale e acquisizione dei dati registrati dai contatori	7
4. LAVORI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA.....	9
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA	10
5.1 Manutenzione struttura di supporto.....	10
5.2 Manutenzione impianto elettrico	10
5.2.1 Sostituzione fusibili o dei sezionatori DC nel quadro di campo o nella cabina di conversione	11
5.2.2 Sostituzione INVERTER	11
5.2.3 Sostituzione Pannelli Fotovoltaici.....	11
5.2.4 Sostituzione dei collegamenti elettrici	11
6. RESPONSABILITA' DELLA DITTA DI MANUTENZIONE	11
7. ALLEGATO TECNICO.....	12
7.1 Messa in funzione dell'impianto	12
7.2 Disattivazione dell'impianto	12
7.3 Diagnostica (Verifiche di eventuali anomalie elettriche)	12
7.4 La valutazione dei rischi nella fase di manutenzione ed esercizio degli impianti fotovoltaici	13
7.4.1 I rischi caratteristici	13
7.4.2 Rischio di caduta dall'alto.....	14
7.4.3 Rischio di movimentazione manuale dei carichi	14
7.4.4 Rischio elettrico	14
7.4.5 Rischio meccanico.....	15
7.4.6 Rischio in caso d'incendio.....	15
7.4.7 Segnaletica.....	15
7.5 Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie	17

1. PREMESSA

Gli impianti fotovoltaici connessi in rete devono essere sottoposti a manutenzione periodica, in modo da non determinare perdite di produzione che altrimenti potrebbero compromettere il piano economico e quindi il ritorno dell'investimento.

La manutenzione deve essere svolta da personale qualificato. L'intervento di manutenzione dell'impianto agrivoltaico è da programmare, insieme con le verifiche periodiche, almeno una volta all'anno, meglio all'inizio della primavera, in modo che eventuali difetti non compromettano la produzione del periodo estivo.

La manutenzione consiste nel porre rimedio agli inconvenienti emergenti dall'esame a vista e dalle misure e prove, nell'eseguire le operazioni richieste dal costruttore dell'inverter e nella pulizia dei moduli con acqua (evitare spazzole dure e solventi).

Il progetto deve considerare la disposizione ottimale dei componenti dell'impianto affinché siano facilmente raggiungibili e prevedere gli spazi necessari al personale per la manutenzione. Va quindi garantita l'accessibilità ai moduli, ai quadri e agli inverter, sia per le prove e misure che per eventuali sostituzioni di componenti.

Gli inverter sono dotati di display che indica i principali parametri dell'impianto e quindi consente di avere un'indicazione di massima sulle condizioni complessive dell'impianto stesso ed è accessoriabile con sistemi di monitoraggio.

Infine è opportuno predisporre un registro su cui riportare i risultati delle verifiche, gli interventi di manutenzione, i guasti e le anomalie che hanno interessato l'impianto.

Lo scopo del presente manuale di gestione e manutenzione è quello di fornire le indicazioni tecniche generali e le informazioni minime indispensabili per poter consentire a personale esperto di impianti elettrici di poter operare in sicurezza sull'impianto agrivoltaico.

Il personale addetto alla gestione e manutenzione degli impianti fotovoltaici deve essere addestrato ed abilitato ad operare su impianti elettrici. Inoltre tale personale, prima di operare sull'impianto deve aver preso attentamente visione del "PROGETTO ESECUTIVO COME COSTRUITO" e di tutta la documentazione e manualistica tecnica relativa ai componenti fondamentali dell'impianto e alla loro garanzia. Questa documentazione gli dovrà essere consegnata dall'impiantista al momento della chiusura lavori.

Infine il personale addetto deve essere fornito delle eventuali chiavi necessario per l'apertura della cabina di conversione DC/AC che ospita tutte le protezioni lato corrente continua e corrente

alternata, gli inverter, il quadro di interfaccia di rete ed eventualmente il quadro di parallelo, qualora tutti questi dispositivi non fossero accessibili a vista.

2. LAVORI DI GESTIONE

Per impianti di potenza superiore ai 50 kWp si consiglia di far eseguire alla Ditta incaricata della manutenzione gli interventi di ordinaria gestione ogni 3 mesi di esercizio dell'impianto.

2.1 Prestazioni richieste

- Controllo tralicci metallici/strutture porta moduli: Operaio semplice
- Verifica stato contatti elettrici e pulizia dei quadri di ricovero materiale elettronico: Operaio specializzato
- Verifica normale funzionamento elettrico e acquisizione dei dati registrati dal Data Logger e dai contatori degli inverter e Contatore di scambio: Operaio specializzato
- Verifica tecnico-funzionale: Operaio specializzato

In Ogni caso si consiglia al gestore dell'impianto di controllare, almeno mensilmente, le spie indicatrici del funzionamento dell'impianto poste negli inverter. Se si dovesse riscontrare qualche anomalia il gestore deve poter far intervenire la ditta di manutenzione.

A scadenza annuale la Ditta di manutenzione è tenuta a consegnare al Gestore dell'Impianto la "Scheda Gestione e Manutenzione" in cui descrive gli esiti degli interventi di gestione.

Nel caso che durante gli interventi di gestione venga individuata la necessità di operare per l'anno successivo un intervento di manutenzione straordinaria, la Ditta di manutenzione deve avvisare al Gestore dell'Impianto allegando un preventivo.

3. DESCRIZIONE INTERVENTI DI GESTIONE

3.1 Ispezione e pulizia dei moduli fotovoltaici

ISPEZIONE VISIVA

Occorre effettuare una ispezione visiva del sistema, per verificare:

- Che tutte le connessioni di stringa siano correttamente chiuse;
- Che i pannelli non siano sporchi;
- Che non ci siano state manomissioni;
- Che tutte le canale siano chiuse;
- Che non ci siano danni evidenti;
- Che la struttura non sia stata colpita da scariche atmosferiche;
- Che il sistema sia regolarmente in funzione.

Per qualsiasi anomalia giudicata rilevante avvertire il Gestore dell'Impianto



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP); Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo e rischio di urti, tagli e abrasioni.

Usare gli opportuni DPI.

PULIZIA DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI

I pannelli fotovoltaici raccolgono polvere e sporcizia, ma data la relativa inclinazione possono considerarsi autopulenti. Una sottile patina di pulviscolo è ammissibile e non comporta eccessive perdite di efficienza.

Nel caso che i pannelli fossero eccessivamente sporchi di polvere, fanghiglia, escrementi di uccelli o vi si siano depositate foglie, è necessario asportarli, se necessario si comunica al gestore la necessità di un lavaggio accurato allegando un preventivo.



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP) Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo e rischio di urti, tagli e abrasioni.

Usare gli opportuni
DPI.

3.2 Controllo tralicci metallici/strutture porta modulo

ISPEZIONE VISIVA

Occorre effettuare una ispezione del campo agrivoltaico per verificare:

- Che la struttura dei pannelli sia ben solida ed assicurata alla superficie di appoggio;
- Che non vi siano segni evidenti di ruggine o corrosione che ne possano compromettere la stabilità e la sicurezza.
- Che non vi siano infiltrazioni d'acqua o d'aria, nel caso di impianti integrati. Per qualsiasi anomalia giudicata rilevante avvertire il Gestore dell'Impianto.



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP) Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo e rischio di urti, tagli e abrasioni. Usare gli opportuni DPI.

Nel caso in cui l'impianto fosse a pensilina o su tetto, prestare attenzione al rischio di caduta dall'alto, a tal riguardo assicurarsi sempre mediante imbracatura e cordino a punto sicuro, come cestello della piattaforma elevatrice o linea vita o altro apposito ancoraggio per impianti in copertura.

3.3 Verifica stato dei contatti elettrici e pulizia quadro di ricovero materiale elettronico

ISPEZIONE VISIVA

Occorre effettuare un'ispezione del campo agrivoltaico e della cabina di conversione/ quadri elettrici per verificare:

- la continuità elettrica e le connessioni tra moduli;
- la messa a terra di masse e scaricatori;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- che tutte le connessioni sia DC che AC siano correttamente chiuse e ben serrate;
- che non vi siano segni di bruciatura su tutte le morsettiere presenti nell'impianto.

Per qualsiasi anomalia giudicata rilevante avvertire il Gestore dell'Impianto



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP) Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo.

PULIZIA DEI QUADRI COMPONENTI ELETTRICI/ELETTRONICI

Verificare lo stato di pulizia dei quadri di ricovero inverter, utilizzando la stessa attenzione che si ha

per le apparecchiature elettroniche come i PC.



ATTENZIONE

Quest'operazione deve essere condotta con molta cautela:

- l'impianto deve essere disconnesso;
- in ogni caso si ricorda che i livelli di tensione a circuito aperto possono raggiungere valori superiori a 300 V in corrente continua.

3.4 Verifiche normale funzionamento elettrico e acquisizione dei dati registrati

Si deve verificare il corretto funzionamento dell'impianto agrivoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, peggioramento, mancanza rete, ecc.).

Inoltre quando l'impianto agrivoltaico si trova in condizioni operative, si deve verificare:

- Ove presenti chiusura dei sezionatori o dei fusibili
- Stato di ON dell'interruttore generale e di tutte le protezioni lato AC
- Accensione della spia rossa "ALIMENTAZIONE LINEA UPS"
- Valori di tensione di rete rilevabili dai strumenti siano corrispondenti a quelli di progetto
- Verificare se i vari strumenti indicatori si comportano in maniera ragionevole. Occorre sempre tener presente che i valori derivanti dal campo agrivoltaico dipendono in modo determinante dalle condizioni atmosferiche, in particolar modo dal soleggiamento dei moduli fotovoltaici.

Nel caso in cui si riscontrasse un basso livello di potenza attiva e di corrente immessa in rete o addirittura una loro assenza, nonostante le buone condizioni atmosferiche, si rende necessaria una diagnosi del malfunzionamento (si veda allegato tecnico).

E' inoltre necessario leggere i dati relativi all'energia prodotta (da contatore Ente di Distribuzione dell'impianto), all'energia ceduta alla rete e prelevata dalla rete (da contatore bidirezionale Ente di Distribuzione), e i dati di energia complessivamente prodotta dall'impianto dal contatore installato all'interno della cabina di conversione ovvero nel quadro di interfaccia.

Inoltre la prima e l'ultima lettura dei contatori dovrà avvenire nel medesimo giorno. Tali dati dovranno essere riportati nel Scheda di gestione allegata. Se l'impianto è dotato di un sistema di

acquisizione dati (Data Logger) è infine necessario scaricare i dati relativi all'energia mensilmente o settimanalmente prodotta e conservarli e metterli a disposizione del Gestore di Impianto congiuntamente alle Schede di manutenzione RIT (allegata)

3.5 Verifica tecnico funzionale e acquisizione dei dati registrati dai contatori

In condizioni di irraggiamento sul piano dei moduli superiore a 700 W/m² e alla temperatura ambiente minore di 25 °C, si deve verificare che le seguenti condizioni siano soddisfatte :

-
- $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC$, ove:

P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%,

- P_{nom} è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento (in W/m²) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%;
- ISTC, pari 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni standard;
- $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$, ove P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC$.

Le misure effettuate dovranno essere consegnate alla stazione appaltante compilando la Scheda di gestione allegata.

4. LAVORI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Si considerano lavori di ordinaria e straordinaria manutenzione tutti quegli interventi non previsti nel capitolo 3 che spesso prevedono un'ulteriore costo di fornitura del materiale danneggiato e/o di mano d'opera.

La Ditta di Manutenzione deve tempestivamente comunicare al Gestore di Impianto la necessità di eseguire tali opere congiuntamente ad un preventivo.

Nel caso di mal funzionamenti riscontrati durante gli interventi di gestione o comunicati alla ditta appaltatrice dal Gestore di Impianto, è bene che la ditta intervenga e formuli una diagnosi entro 3 gg solari e consecutivi. Nel caso che il mal funzionamento possa essere riparato con un intervento di manutenzione ordinaria, tale riparazione è bene che sia eseguita entro e non oltre 7 gg solari e consecutivi dalla diagnosi del guasto. Nel caso che il mal funzionamento debba essere riparato con un intervento di manutenzione straordinaria la Ditta Appaltatrice deve consegnare al Gestore di Impianto un preventivo, entro 7 gg solari e consecutivi dalla diagnosi del guasto.

In ogni caso alla scadenza annuale la Ditta Appaltatrice è tenuta a consegnare al Gestore di Impianto la "Scheda RIT/RIP" in cui descrive gli interventi di manutenzione ordinaria effettuati.



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP) Ove necessario l'impianto deve essere disconnesso dalla rete elettrica onde evitare il rischio di elettrocuzione.

cestello della piattaforma elevatrice o linea vita o altro apposito ancoraggio per impianti in copertura.

Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo e rischio di urti, tagli e abrasioni.

Usare gli opportuni DPI.

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

5.1 Manutenzione struttura di supporto

Se vi sono segni evidenti di ruggine sulla struttura di supporto è necessario procedere alla rimozione della ruggine e effettuare il necessario trattamento con successiva riverniciatura o zincatura.

In caso di corrosioni che possono compromettere la stabilità e la sicurezza della struttura è necessario comunicare prontamente alla Stazione Appaltante la necessità di sostituzione supporto danneggiato.

Se vi sono infiltrazioni d'acqua, nel caso di impianti integrati, è necessario sostituire le guarnizioni o le scossaline danneggiate.



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP)

Nel caso in cui l'impianto fosse a pensilina o su tetto, prestare attenzione al rischio di caduta dall'alto, a tal riguardo assicurarsi sempre mediante imbracatura e cordino a punto sicuro, come cestello della piattaforma elevatrice o linea vita o altro apposito ancoraggio per impianti in copertura.

Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo e rischio di urti, tagli e abrasioni.

Usare gli opportuni DPI.

5.2 Manutenzione impianto elettrico

Le prove devono essere effettuate da personale esperto, si ricorda che i livelli di tensione a circuito aperto raggiungono valori prossimi a 300 V in continua. Se possibile operare nelle ore di minimo soleggiamento (sono consigliate le ore serali).

I sistemi fotovoltaici non avendo parti meccaniche hanno un grado di affidabilità elevato e pertanto il rischio di avaria è minimo.

Le eventuali riparazioni vanno effettuate dopo aver ben individuato la causa della avaria o del mal funzionamento secondo quanto riportato nei manuali dei dispositivi installati.



ATTENZIONE

Per quest'operazione assicurarsi che le connessioni di stringa siano correttamente chiuse (grado IP) Prestare attenzione al rischio di caduta da inciampo e rischio di urti, tagli e abrasioni.

Usare gli opportuni DPI.

L'impianto deve essere disconnesso dalla rete elettrica evitando il rischio di elettrocuzione.

Nel caso in cui l'impianto fosse a pensilina o su tetto, prestare attenzione al rischio caduta dall'alto, a tal riguardo assicurarsi sempre mediante imbracatura e cordino a punto sicuro, come cestello della piattaforma elevatrice o linea vita o altro apposito ancoraggio per impianti in copertura.

5.2.1 Sostituzione fusibili o dei sezionatori DC nel quadro di campo o nella cabina di conversione

Una volta individuato un fusibile o il sezionatore DC anomalo, bisogna estrarlo dal suo alloggiamento.

Verificare se il fusibile o il sezionatore DC è effettivamente bruciato, facendo una prova di continuità con il multimetro.

Sostituire il fusibile o il sezionatore DC con uno uguale e ripristinare i contatti. Verificare se il sistema riprende a funzionare regolarmente. In caso contrario individuare un'altra eventuale causa di avaria.

5.2.2 Sostituzione INVERTER

Se si dovesse verificare il fuori servizio di un inverter, seguire attentamente le informazioni riportate nel manuale dell'inverter, in ogni caso contattare sempre l'assistenza.

5.2.3 Sostituzione Pannelli Fotovoltaici

Nel caso in cui si riscontrassero danni ai pannelli fotovoltaici bisogna sostituire immediatamente quelli danneggiati. Il sistema fotovoltaico è in grado di funzionare parzialmente anche in caso di pannelli avariati, naturalmente con una capacità energetica inferiore. Per guasti gravi è consigliabile disattivare l'impianto e contattare il personale competente. Bisogna tener presente che non è possibile riparare un pannello rotto (non avvicinarsi al punto di rottura perché potrebbe essere sede di scintille elettriche). Per la sostituzione dei moduli danneggiati è possibile sezionare la parte dell'impianto che presenta anomalie senza fermare l'intero impianto. Prima di scollegare il modulo guasto **aprire i sezionatori di stringa e poi i fusibili**. Sostituire il modulo fotovoltaico con uno identico e riconnetterlo elettricamente facendo la massima attenzione alle polarità delle connessioni.

Eventuali moduli equivalenti possono essere sostituiti solo dopo aver ricevuto conferma del tecnico che ha progettato l'impianto.

5.2.4 Sostituzione dei collegamenti elettrici

Nel caso che i collegamenti elettrici risultassero danneggiati da cause meccaniche, elettriche o dall'attacco dei roditori, bisogna disconnettere immediatamente l'intero impianto o la parte dell'impianto guasta. Successivamente verificare che ciò non abbia provocato danno alle apparecchiature. La sostituzione dei cavi di collegamento va fatta dopo aver disattivato l'impianto e controllando che non ci sia tensione sul cavo danneggiato.

Utilizzare esclusivamente cavo simile a quello danneggiato.

6. RESPONSABILITÀ DELLA DITTA DI MANUTENZIONE

Sarà obbligo della Ditta di Manutenzione di adottare nell'esecuzione delle opere tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire l'incolumità degli operatori.

La Ditta di Manutenzione sarà responsabile penalmente e civilmente di tutti i danni di qualsiasi natura che potessero derivare alle persone ed alle proprietà per causa delle opere sia già esistenti

che in corso di esecuzione.

7. ALLEGATO TECNICO

7.1 Messa in funzione dell'impianto

Partendo dallo stato in cui l'impianto non è in servizio (esempio nel caso di primo avviamento dell'impianto), accertarsi che tutti gli organi di interruzione dell'impianto siano in uno stato di OFF(aperti).

Per la messa in servizio dell'impianto occorre seguire le seguenti istruzioni nella relativa sequenza.

Nel quadro di parallelo e/o di campo (posto in prossimità del campo agrivoltaico) o nella cabina di conversione o nell'inverter stesso:

- Chiudere i gruppi porta-fusibili o i sezionatori DC delle relative stringhe "Dispositivi di protezione DC" (punto 1).
- Accensione della spia di Stand-by/Energy save presente sugli inverter.
- Gli inverter sono in attesa del sincronismo della rete elettrica.

Nel quadro di interfaccia (se presente) posto in prossimità degli inverter o all'interno della cabina BT:

- Chiudere gli interruttori magnetotermici "Dispositivi di protezione AC degli inverter" (punto 2).
- Chiudere l'interruttore magnetotermico "Dispositivo di protezione AC generale" (punto 3).

Nel quadro di consegna (punto di consegna alla società distributrice) posto all'interno del quadro generale/di settore o in prossimità dei contatori:

- Chiudere l'interruttore MT. (attività con personale specializzato) (punto 4)
- L'inverter si sincronizza alla rete elettrica (tempo circa 5-10 minuti).
- Il display del/degli inverter indica la potenza erogata (si veda il manuale tecnico degli inverter in uso).

7.2 Disattivazione dell'impianto

Per disattivare l'impianto seguire i passi al paragrafo 7.1. precedendo in ordine inverso (dal punto 4 al punto 1), naturalmente aprendo i vari interruttori.

7.3 Diagnostica (Verifiche di eventuali anomalie elettriche)

Nel caso in cui si riscontrassero delle eventuali anomalie nella produzione, nonostante le buone condizioni atmosferiche si rende necessario effettuare una diagnosi.

La tabella 1 riporta una diagnostica orientativa, per guasti particolari occorre far riferimento ai manuali dei dispositivi installati e/o alla ditta che ha fornito il materiale.

Occorre, quindi, dotarsi delle chiavi adatte all'apertura della cabina di conversione o quadro di interfaccia di rete e del eventuale quadro inverter. Occorre inoltre munirsi di un multimetro digitale che consenta di effettuare misure di tensione e corrente in continua.



Le prove devono essere effettuate da personale esperto, si ricorda che i livelli di tensione a circuito aperto possono raggiungere valori superiori a 300 V in corrente continua.

7.4 La valutazione dei rischi nella fase di manutenzione ed esercizio degli impianti fotovoltaici

7.4.1 I rischi caratteristici

Ai fini della sicurezza, risulta importante il corretto dimensionamento dell'impianto, la scelta dei vari componenti e delle protezioni in particolare dai contatti diretti ed indiretti.

Inoltre, dovranno essere attentamente valutati i luoghi di lavoro presso i quali si realizzeranno gli impianti (aree di cantiere) per individuare le condizioni di sicurezza che si rendono necessarie durante le attività di costruzione.

Ad esempio va considerato il fatto che una buona parte degli impianti è realizzata in elevazione e quindi si deve considerare il rischio meccanico, la caduta dall'alto che può essere aggravato dal fatto che l'installazione dei pannelli fotovoltaici segue i profili e le inclinazioni dei tetti, che possono essere anche di alcune decine di gradi.

In questo caso potrebbe essere necessario l'allestimento di un ponteggio oppure le operazioni di movimentazione dei moduli e dei vari componenti; la movimentazione manuale dei carichi.

Trattandosi di un impianto elettrico, un altro rischio caratteristico è il rischio elettrico in particolare durante le fasi di cablaggio dei componenti (pannelli, cavi, ecc. ...) e successivamente di esercizio e manutenzione degli impianti.

L'impianto agrivoltaico per natura genera elettricità in presenza della radiazione solare senza possibilità di interruzione, quindi nel caso di impianti allacciati alla rete (la maggioranza) si viene a realizzare una condizione di doppia alimentazione.

Questa condizione deve essere ben tenuta in considerazione in particolare da parte degli utilizzatori (e manutentori), in quanto si potrebbe verificare la presenza di tensione sull'impianto elettrico

d'utenza anche dopo il sezionamento dell'alimentazione sul lato della rete di distribuzione pubblica.

Va inoltre considerato il fatto che in caso d'incendio si potrà considerare la impossibilità di interrompere la generazione elettrica e quindi procedere con l'utilizzo di estinguenti adatti agli impianti elettrici in tensione.

Non a caso la situazione di pericolo della doppia alimentazione è ben evidenziata nella norma CEI 82-25 all'art. 13.2, dove a tale proposito è stata indicata anche la necessità di porre in evidenza questo pericolo con opportuna segnaletica in loco.



7.4.2 Rischio di caduta dall'alto

Il rischio di caduta dall'alto si ha in caso di lavori effettuati in elevazione, tipicamente nel caso di realizzazione degli impianti sui tetti. In qualche caso anche nella realizzazione di impianti a terra si può rientrare in questo rischio se l'altezza a cui si lavora è superiore di 2 m.

Al fine di prevenire la caduta si predispongono ponteggi, impalcature o si predispongono sistemi di ancoraggio come le linee vita. Nel caso di ponteggi dovrà essere redatto il Pi.M.U.S..

7.4.3 Rischio di movimentazione manuale dei carichi

Questo rischio consiste nell'effettuare movimentazione di carichi (sollevare, spostare, ecc. ...) con la possibilità di procurare danni alla colonna vertebrale (sovraccarico biomeccanico – dorso-lombari).

Generalmente si limita il peso dei carichi (30 kg. per gli uomini e 20 kg. per le donne e i minori) per consentirne la movimentazione senza l'ausilio di mezzi di sollevamento. Dovranno essere comunque adottate precauzioni per evitare instabilità durante le manovre e poter creare zone di manovra idonee.

Nel caso degli impianti fotovoltaici in genere il carico principale è rappresentato dai pannelli che singolarmente non superano il peso limite.

7.4.4 Rischio elettrico

Il rischio elettrico è legato ai possibili contatti diretti o indiretti con le apparecchiature dell'impianto. Tenendo presente che pur dotando lo stesso di tutte le opportune protezioni la generazione elettrica del campo agrivoltaico fa sì che, in presenza della radiazione solare, vi sia tensione ai morsetti del generatore. Il rischio elettrico è detto SHOCK ELETTRICO che può provocare la morte per elettrocuzione.

Inoltre nel caso di impianti fotovoltaici interconnessi alla rete abbiamo la condizione di doppia

alimentazione che comporta un rischio particolare (condizioni aggiuntive particolari) e presente dal momento in cui l'impianto entra in parallelo.

Condizione aggiuntiva è rappresentata dalle scariche atmosferiche in caso di impianto per la protezione dai fulmini.

7.4.5 Rischio meccanico

Il rischio meccanico è legato all'utilizzo di macchine e attrezzature utilizzate per la posa e l'ancoraggio dei moduli e dei componenti dell'impianto, il sollevamento dei materiali (nel caso di lavori in elevazione) e dei normali utensili da lavoro.

Il rischio meccanico può provocare danni di tipo traumatico (abrasioni, contusioni, fratture, ecc.) fino alla morte.

7.4.6 Rischio in caso d'incendio

In caso d'incendio si deve considerare l'impossibilità di interrompere la generazione elettrica (durante le ore in cui è presente una radiazione solare) da parte dei moduli fotovoltaici e quindi presenza di tensione sul lato a corrente continua.

Se possibile interrompere l'alimentazione andando ad agire sull'interruttore generale dell'impianto e in ogni caso avvisare gli addetti alle squadre antincendio o i Vigili del Fuoco di questa condizione al fine di permettere di intervenire in sicurezza con opportuni estinguenti idonei all'intervento su parti in tensione.

7.4.7 Segnaletica

Attenersi alla segnaletica all'ingresso dell'impianto e qui di seguito riportata:



Divieto di spegnere gli incendi con acqua presenza di impianti elettrici



Vietato l'accesso alle persone non autorizzate



Impianti in tensione



Protezione per gli occhi obbligatoria



Elmetto di protezione per la testa obbligatorio



Calzature di protezione obbligatorie



Guanti di protezione obbligatori



Imbracatura anticaduta obbligatoria (per lavori in altezza)



Indumenti di lavoro obbligatori



Protezione del viso obbligatoria



Area sottoposta a videosorveglianza

7.5 Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie

Tipologia dei lavori
Pannelli solari e rispettivi quadri

Tipo di intervento		Rischi individuati	
Controllo visivo	Due volte l'anno	Rischi d'area:	Rischi specifici:
Pulizia	Due volte l'anno	Microclima, Animali,	Elettrocuzione, uso
Manutenzione	Straordinaria	Ploveri	attrezzature di lavoro

Informazioni per le imprese esecutrici sulle caratteristiche tecniche dell'opera e del luogo del lavoro	
Lavorazioni sono svolte a terra	
Lavorazioni sono aeree	Personale formato per lavori in quota
Lavorazioni sono svolte su tetto	Personale formato per lavori in quota

Punti critici	Misure preventive e protettive	Misure ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro	L'accesso avverrà direttamente dall'ingresso principale dell'impianto e seguendo la viabilità interna che consente il raggiungimento della struttura di supporto dei moduli fotovoltaici su cui intervenire. Nel caso di impianti su tetto l'accesso dovrà essere effettuato mediante le apposite vie di accesso.	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto e imbracature di anticaduta .

<p>Sicurezza nei luoghi di lavoro</p>	<p>Il generatore fotovoltaico è una fonte di energia non interrompibile, data l'impossibilità di porre il sistema fuori tensione alla presenza di luce solare. Il personale operativo deve quindi essere addestrato a lavorare su apparecchiature in tensione. gli operatori devono essere dotati di isolamento integro. Prima di intervenire i lavoratori devono adottare le seguenti precauzioni: togliere anelli, bracciali, orologio e non operare a braccia scoperte. Scollegare un solo conduttore alla volta, avendo cura di isolarlo. Il lavoro deve essere organizzato diversificando le attività o attuando pause. Per impianti su tetto gli operatori dovranno munirsi di dispositivi anti caduta. Nel caso in cui i pannelli non si trovino in terra ma su pensilina gli operatori dovranno servirsi di una piattaforma elevatrice. In caso di condizioni climatiche avverse (pioggia, gelo o vento) non effettuare le verifiche e sospendere quelle in essere.</p>	<p>Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto e imbracature di anticaduta.</p>
--	---	--

Tipologia dei lavori
Cabina elettrica

Tipo di intervento		Rischi individuati	
Pulizia ed asportazione polveri	Annuale	Rischi d'area: Microclima, Animali, Polveri	Rischi specifici: Elettrocuzione, uso attrezzature di lavoro
Pulizia ed asportazione polveri dai terminali	Annuale		
Serraggio dei morsetti	Annuale		
Verifica blocchi a chiave ed eventuale lubrificazione	Annuale		

Informazioni per le imprese esecutrici sulle caratteristiche tecniche dell'opera e del luogo del lavoro

Lavorazioni sono svolte a terra Le lavorazioni sono svolte a terra all'interno della cabina. L'addetto deve possedere conoscenze del rischio elettrico, essere qualificato almeno Persona esperta (PES) in conformità alla legge CEI 11-27 e CEI EN 50110-1.

Punti critici	Misure preventive e protettive	Misure ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro	L'accesso avverrà direttamente dall'ingresso principale dell'impianto e seguendo la viabilità interna che consente il raggiungimento della cabina elettrica.	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale .
Sicurezza nei luoghi di lavoro	Il personale operativo che deve lavorare su apparecchiature in tensione deve essere formato e qualificato Persona Esperta (PES) . Gli operatori devono essere dotati di isolamento integro. Prima di intervenire adottare le seguenti precauzioni: togliere bracciali, anelli, orologio, non operare a braccia scoperte. Scollegare un solo conduttore alla volta avendo cura di isolarlo . Il lavoro deve essere organizzato diversificando le attività o attuando pause. E' consentito l'accesso solo al personale interessato alla lavorazione. In caso di condizioni climatiche avverse (pioggia, gelo o vento) non	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto, occhiali di protezione e mascherina per protezione delle vie respiratorie.

	<p>effettuare verifiche o sospendere quelle in essere. Durante l'attività di aspirazione polveri, pulizia dei terminali, serraggio morsetti è necessario sezionare l'apparecchiatura, togliere tensione.</p>	
<p>Impianti di alimentazione e di scarico</p>	<p>Durante l'attività di aspirazione polveri, pulizia dei terminali, serraggio morsetti è necessario sezionare l'apparecchiatura, togliere tensione.</p>	<p>Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale.</p>

Tipologia dei lavori
Cabina elettrica: impianto elettrico e dotazioni

Tipo di intervento		Rischi individuati	
Verifica impianto sostituzione lampade prese o dotazioni	Annuale Straordinario	Rischi d'area: Microclima, Animali, Ploveri	Rischi specifici: Elettrocuzione, uso attrezzature di lavoro

Informazioni per le imprese esecutrici sulle caratteristiche tecniche dell'opera e del luogo del lavoro

Lavorazioni sono svolte a terra

Le lavorazioni sono svolte a terra all'interno della cabina. L'addetto deve possedere conoscenze del rischio elettrico, essere qualificato almeno Persona esperta (PES) in conformità alla legge CEI 11-27 e CEI EN 50110-1.

Punti critici	Misure preventive e protettive	Misure ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro	L'accesso avverrà direttamente dall'ingresso principale dell'impianto e seguendo la viabilità interna che consente il raggiungimento della cabina elettrica.	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale .
Sicurezza nei luoghi di lavoro	Il personale operativo che deve lavorare su apparecchiature in tensione deve essere formato e qualificato Persona Esperta(PES) . Gli operatori devono essere dotati di isolamento integro. Prima di intervenire adottare le seguenti precauzioni: togliere bracciali, anelli, orologio, non operare a braccia scoperte. Scollegare un solo conduttore alla volta avendo cura di isolarlo . Il lavoro deve essere organizzato diversificando le attività o attuando pause. E' consentito l'accesso solo al personale interessato alla lavorazione. In caso di condizioni	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto, occhiali di protezione.

	climatiche avverse (pioggia, gelo o vento) non effettuare verifiche o sospendere quelle in essere.	
Impianti di alimentazione e di scarico	Prima di intervenire sull'impianto elettrico assicurarsi che il relativo interruttore generale dei servizi di cabina sia aperto.	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale.

Tipologia dei lavori
Cabina elettrica: Sbarre e terminali elettrici

Tipo di intervento		Rischi individuati	
Verifica termografia impianto	Annuale	Rischi d'area: Microclima, Animali, Ploveri	Rischi specifici: Elettrocuzione, uso attrezzature di lavoro
Segnalazione di punti critici per eventuali manutenzioni straordinarie	Annuale		
Serraggio meccanico di viti e bulloni che bloccano le parti attive ed eventuale pulizia delle stesse.	Annuale		

Informazioni per le imprese esecutrici sulle caratteristiche tecniche dell'opera e del luogo del lavoro

Lavorazioni sono svolte a sulle sbarre e sui terminali elettrici

L'addetto deve possedere conoscenze del rischio elettrico, essere qualificato almeno Persona esperta (PES) in conformità alla legge CEI 11-27 e CEI EN 50110-1.

Punti critici	Misure preventive e protettive	Misure ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro	Non sono previsti accessi attraverso luoghi particolari.	
Sicurezza nei luoghi di lavoro	Il personale operativo che deve lavorare su apparecchiature in tensione deve essere formato e qualificato Persona Esperta (PES) . Gli operatori devono essere dotati di isolamento integro. Prima di intervenire adottare le seguenti precauzioni: togliere bracciali, anelli, orologio, non operare a braccia scoperte. Scollegare un solo conduttore alla volta avendo cura di isolarlo. Il lavoro deve essere organizzato diversificando le attività o attuando pause. E' consentito l'accesso solo al personale interessato alla lavorazione. In caso di condizioni climatiche avverse (pioggia, gelo o vento) non effettuare verifiche o sospendere quelle in essere. Prima di rimuovere le protezioni dei quadri elettrici allo scopo di intervenire sui	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto, occhiali di protezione.

	terminali (parti attive) occorre disalimentare e mettere a terr le parti attive in esso contenute.	
Impianti di alimentazione e di scarico	<p>Prima di rimuovere le protezioni dei quadri elettrici allo scopo di intervenire sui terminali (parti attive) occorre disalimentare e mettere a terr le parti attive in esso contenute.</p> <p>Durante la disalimentazione, si crea un disservizio sulla linea, quindi tali operazioni devono durare il minimo necessario per opere in sicurezza.</p>	<p>Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale.</p>

Tipologia dei lavori
Cabina elettrica: Terminali dei cavi MT

Tipo di intervento		Rischi individuati	
Verifica pulizia	Annuale	Rischi d'area: Microclima, Animali, Ploveri	Rischi specifici: Elettrocuzione, uso attrezzature di lavoro
Segnalazione di punti critici per eventuali manutenzioni straordinarie	Annuale		
Ripristino isolamento di terminali MT danneggiati o compromessi	Annuale		

Informazioni per le imprese esecutrici sulle caratteristiche tecniche dell'opera e del luogo del lavoro

Lavorazioni sono svolte a sulle sbarre e sui terminali elettrici

L'addetto deve possedere conoscenze del rischio elettrico, essere qualificato almeno Persona esperta (PES) in conformità alla legge CEI 11-27 e CEI EN 50110-1.

Punti critici	Misure preventive e protettive	Misure ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro	Non sono previsti accessi attraverso luoghi particolari	
Sicurezza nei luoghi di lavoro	Il personale operativo che deve lavorare su apparecchiature in tensione deve essere formato e qualificato Persona Esperta (PES) . Gli operatori devono essere dotati di isolamento integro. Prima di intervenire adottare le seguenti precauzioni: togliere bracciali, anelli, orologio, non operare a braccia scoperte. Scollegare un solo conduttore alla volta avendo cura di isolarlo. Il lavoro deve essere organizzato diversificando le attività o attuando pause. E' consentito l'accesso solo al personale interessato alla lavorazione. In caso di condizioni climatiche avverse (pioggia, gelo o vento) non effettuare verifiche o sospendere quelle in essere. Prima di rimuovere le protezioni dei quadri elettrici allo scopo di intervenire sui terminali (parti attive) occorre disalimentare e mettere a	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto, occhiali di protezione.

	<p>terr le parti attive in esso contenute.</p>	
<p>Impianti di alimentazione e di scarico</p>	<p>Prima di rimuovere le protezioni dei quadri elettrici allo scopo di intervenire sui terminali (parti attive) occorre disalimentare e mettere a terr le parti attive in esso contenute.</p> <p>Durante la disalimentazione, si crea un disservizio sulla linea, quindi tali operazioni devono durare il minimo necessario per operare in sicurezza.</p>	<p>Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale.</p>

Tipologia dei lavori

Cabina elettrica: Cavi elettrici interrati o aerei

Tipo di intervento		Rischi individuati	
Ricerca del guasto, scavo, esecuzione di uno o più nuovi giunti in prossimità di cavo guasto	Straordinario	Rischi d'area: Microclima, Animali, Ploveri	Rischi specifici: Elettrocuzione, lavori a caldo, movimentazione dei carichi, lavori con dislivello o esposizione al vuoto, uso attrezzature di lavoro
Ricerca del guasto ed esecuzione di uno o più nuovi giunti in prossimità di cavo guasto	Straordinario		

Informazioni per le imprese esecutrici sulle caratteristiche tecniche dell'opera e del luogo del lavoro

Lavorazioni sono svolte lungo il cavidotto interrato o aereo

L'addetto deve possedere conoscenze del rischio elettrico, essere qualificato almeno Persona esperta (PES) in conformità alla legge CEI 11-27 e CEI EN 50110-1. Nel caso di cavo aereo il personale operante deve essere formato per eseguire lavori in altezza.

Punti critici	Misure preventive e protettive	Misure ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro	Non sono previsti accessi attraverso luoghi particolari	
Sicurezza nei luoghi di lavoro	Il personale operativo che deve lavorare su apparecchiature in tensione deve essere formato e qualificato Persona Esperta (PES) . Gli operatori devono essere dotati di isolamento integro. Prima di intervenire adottare le seguenti precauzioni: togliere bracciali, anelli, orologio, non operare a braccia scoperte. Scollegare un solo conduttore alla volta avendo cura di isolarlo. Il lavoro deve essere organizzato diversificando le attività o attuando pause. E' consentito l'accesso solo al personale interessato alla lavorazione. In caso di condizioni climatiche avverse (pioggia, gelo o vento) non effettuare verifiche o	Utilizzare idonei dispositivi di protezione individuale quali guanti dielettrici, tute da lavoro, scarpe antinfortunistiche, elmetto, imbracatura anticaduta e occhiali di protezione.

	sospendere quelle in essere. Nel caso di linee aeree va considerato che la lavorazione verrà effettuata in quota e pertanto si dovranno approntare tutte le misure di prevenzione e protezione affinché il lavoro venga svolto in sicurezza.	
--	---	--

Impianti di alimentazione e di scarico

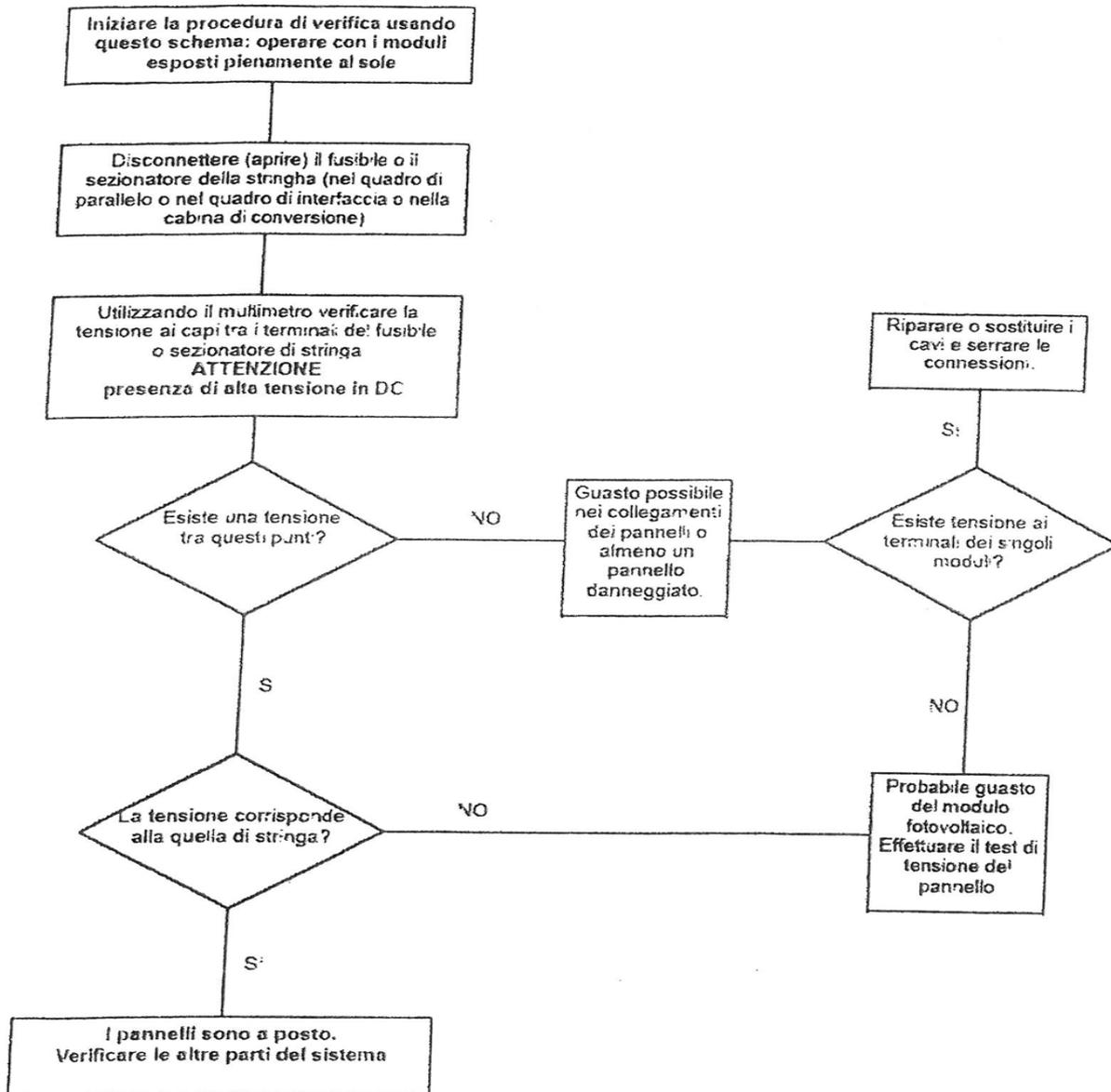
Prima di intervenire su una conduttura elettrica occorre che questa abbia le parti attive disalimentate e messe a terra. Con l'ausilio dello schema unifilare è possibile stabilire quale sezionatore occorre aprire per intervenire su una delle linee elettriche previste dall'opera in oggetto. Il sezionatore a monte della linea, una volta aperto, dovrà essere segnalato con il cartello monitor indicante i lavori in corso su tale linea. Durante la disalimentazione della linea si crea un disservizio alle utenze da essa alimentata quindi tali operazioni devono durare il minimo necessario per operare in sicurezza.

Utilizzare idonei **dispositivi di protezione individuale**.

Tabella 1: diagnostica

CAMPO FOTOVOLTAICO			
Problema	Causa	Diagnosi	Rimedio
Le grandezze visualizzate dal display degli inverter evidenziano una potenza non adeguata del campo fotovoltaico (si veda "test di verifica di stringa")	Danneggiamento di uno o più fusibili o sezionatori di stringa	Si verifichi che il livello di tensione delle stringhe in arrivo dal campo fotovoltaico corrispondente risulti compatibile con quello di progetto	Si testino i fusibili o i sezionatori e si sostituiscano quelli danneggiati
	Assenza di tensione ai capi di una o più stringhe.	Verificare la continuità del circuito di connessione di stringa e controllare lo stato delle connessioni verso la stringa.	Ripristinare il contatto o sostituire il cavo di stringa danneggiato
		Verificare i valori di tensione presenti ai morsetti dei diversi moduli fotovoltaici componenti la stringa non funzionante	Sostituire il modulo danneggiato
INVERTER			
Problema	Causa	Diagnosi	Rimedio
I LED e/o il display degli inverter indicano un malfunzionamento	Guasto ad uno o più inverter	Verificare la diagnostica del manuale uso e manutenzione degli inverter	Far riparare l'inverter danneggiato
ASSENZA DI RETE			
Problema	Causa	Diagnosi	Rimedio
Lo stato dei LED degli inverter rileva una assenza della rete	Danneggiamento degli interruttori AC presenti nel quadro di interfaccia di rete o nella cabina di conversione e/o nel quadro di campo	Si verifichi la corretta tensione e frequenza della rete BT in ingresso agli interruttori AC. Si verifichi la continuità dei singoli interruttori	Si sostituiscano gli interruttori AC danneggiati
	Danneggiamento scheda di interfaccia di rete	Si verifichi la corretta tensione e frequenza della rete BT in ingresso agli interruttori AC. Si verifichi il corretto funzionamento dell'impianto bypassando la scheda di interfaccia	Si sostituisca la scheda di interfaccia
	Assenza o anomalia della tensione o frequenza di rete	Si verifichi la corretta tensione e frequenza della rete BT in ingresso agli interruttori AC.	Si comunichi all'Ente Distributore l'anomalia riscontrata nella tensione e/o nella frequenza della rete BT

Test di verifica di stringa



R.I.P. N°
RH. RH

Rapporto Intervento Programmato

Impianto	Data	Operatori			
Descrizione	C	MC	Note		
Verifica Sito					
1 Accesso al Sito (Cancelli/Recinzioni/luchetto)					
2 Cartellonistica di sicurezza					
3 Taglio erba					
5 Controllo visiva struttura					
6 Serraggio bulloni					
7 Zincature					
8 Ancoraggi allarme (dove previsto)					
9 Verifica visiva Pannelli Fv					
10 Verifica visiva ancoraggi pannelli Fv					
Verifiche Cabina BT & Inverter					
11 Cartellonistica di sicurezza					
12 Non presenza Acqua					
13 Non presenza Crepe					
14 Verifica chiusura cunicoli					
15 Non presenza rodenticidi (eventuale disinfestazione)					
16 Presenza disegni elettrici					
17 Presenza manuali apparati					
18 Controllo estrattori aria (Prova termostato 25°)					
19 Pulizia Locali					
20 Verifica selettore comandi Int.BT Aut/Man (dova essere su Automatico)					
21 Verifica impianto luce					
22 Verifica impianto FM					
23 Verifica Estintori (verifica cartellino)					
LETTURE					
UPS					
24 V-in					
25 Hz					
26 V-out					
27 Hz-out					
28 Batt. Min.					
29 Batt. %					
30 Batt.V					
31 Load %					
32 Load Ampere					
33 T°					
Contatori					
34 Lettura Temperatura Centralina TRAF0	T ₁	T ₂	T ₃	N	
35 Lettura Contatore Produzione			Kwh		
36 Lettura Contatore Autoconsumo			Kwh		
37 Lettura Contatore Vendita			Kwh		
38					
Inverter					
40 Verifiche cabina MT (attenersi alle procedure allegate)					
41 Apertura Cabina MT					
42 Apertura Inter.MT					
43 Chiusura di sicurezza (a Stella) interruttore MT					

Misure elettriche inverter

Modulo	Stato	Pout Watt	I_retn A	V rete Volt	Freq. Grid Hz	Ving Volt	I_ing A	Ping Watt
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

LETTURE CONTATORI

	Scambio Enel	Scambio T.E.	Produzione	Autoconsumo
1.8.0				
2.8.0				
5.8.0				
6.8.0				
7.8.0				
8.8.0				