

# REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DA 24,52 MW TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE

## “TRUNCU REALE 3” COMUNE DI SASSARI (SS)

### PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

**Località:** COMUNE DI SASSARI

CAGLIARI, 03/2023

#### **STUDIO ALCHEMIST**

Ing.Stefano Floris – Arch.Cinzia Nieddu

Via Isola San Pietro 3 - 09126 Cagliari (CA)  
Via Semplicio Spano 10 - 07026 Olbia (OT)

stefano.floris@studioalchemist.it  
cinzia.nieddu@studioalchemist.it

[www.studioalchemist.it](http://www.studioalchemist.it)



## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	4
2.1 DESCRIZIONE DEL FOTOVOLTAICO .....	4
2.2 CRITERI FONDAMENTALI .....	5
3. OPERAZIONI E FREQUENZA DELLA MANUTENZIONE .....	7
3.1 PRESCRIZIONI GENERALI .....	7
3.2 NORME E LEGGI .....	8
3.3 OPERAZIONI E FREQUENZA DI MANUTENZIONE.....	9

## 1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano di manutenzione dell'impianto fotovoltaico "TRUNCU REALE 3" da 24,52 MW nel Comune di SASSARI (SS).

Lo scopo delle operazioni di manutenzione, qui illustrate, è quello di conservare in un buon stato di sicurezza e di efficienza l'impianto fotovoltaico. La manutenzione degli impianti elettrici ordinari e speciali, sia essa di tipo ordinaria, e/o straordinaria, ha la finalità di mantenere costante nel tempo le loro prestazioni al fine di conseguire:

1. le condizioni di base richieste negli elaborati progettuali;
2. la massima efficienza delle apparecchiature;
3. la loro corretta utilizzazione durante le loro vita utile.
4. assicurare una lunga vita all'impianto, prevedendo le avarie possibili in modo da ridurre nel tempo quelli che sarebbero i costi di manutenzione straordinaria che comportano sostituzione e/o riparazione di componenti dell'impianto;
5. ottimizzare i consumi di energia elettrica.

L'impianto fotovoltaico è l'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica, resa successivamente disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza. Gli impianti fotovoltaici possono essere:

- alimentazione diretta: l'apparecchio da alimentare viene collegato direttamente al FV (acronimo di modulo fotovoltaico); lo svantaggio di questo tipo di impianti è che l'apparecchio collegato al modulo fotovoltaico non funziona in assenza di sole (di notte);
- funzionamento ad isola: il modulo FV alimenta uno o più apparecchi elettrici; l'energia fornita dal modulo, ma momentaneamente non utilizzata, viene usata per caricare degli accumulatori; quando il fabbisogno aumenta, o quando il modulo FV non funziona (per esempio di notte), viene utilizzata l'energia immagazzinata negli accumulatori;
- funzionamento per immissione in rete: come nell'impianto ad isola il modulo solare alimenta le apparecchiature elettriche collegate, l'energia momentaneamente non utilizzata viene immessa nella rete pubblica. In tal caso il gestore di un impianto di questo tipo fornisce dunque l'energia eccedente a tutti gli altri utenti collegati alla rete elettrica, come una normale centrale elettrica; nelle ore serali e di notte la corrente elettrica può essere nuovamente prelevata dalla rete pubblica.

Un semplice impianto fotovoltaico ad isola è composto dai seguenti elementi:

- *cella solare*: per la trasformazione di energia solare in energia elettrica; per ricavare più potenza vengono collegate tra loro diverse celle;
- *regolatore di carica*: è un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori; uno dei suoi compiti è di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno;
- *accumulatori*: sono i magazzini di energia di un impianto fotovoltaico. Questi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, per mancanza di irradiazione solare;
- *inverter*: trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 230 V. Se l'apparecchio da alimentare necessita di corrente continua si può fare a meno di questa componente;

- *utenze*: coloro che usufruiscono dell'energia elettrica dell'impianto fotovoltaico.

## 2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

### 2.1 DESCRIZIONE DEL FOTOVOLTAICO

L'intervento in oggetto contempla la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza DC totale pari a **24,52 MW** e una potenza apparente AC totale pari a **20,20 MVA**.

E' stata calcolata la superficie coperta totale: considerando le dimensioni di un pannello Longi da 545 W pari a 2,285x1,134m, si hanno delle superfici coperte di **145,04 m<sup>2</sup>** per le strutture da 28x2 moduli e da **72,5 m<sup>2</sup>** per le strutture da 14x2 moduli. I moduli sono 738 da 28x2 (107.039,52 m<sup>2</sup>) e 131 da 14x2 (9.497,5 m<sup>2</sup>) per un totale di 116.519,02 m<sup>2</sup> coperti su una superficie totale del lotto è di circa 56,9 ha. L'impianto sarà costituito da **44.996 moduli fotovoltaici monocristallini da 545 Wp** di tipo **bifacciale**, organizzati in stringhe e collegati in serie tramite **11 Power Station (10 TIPO 2 da 2000 kVA e 1 TIPO 4 da 1250 kVA)** posizionate in maniera baricentrica rispetto alle strutture di supporto dei pannelli. La tipologia e la configurazione delle strutture fotovoltaiche è caratterizzata da **738 tracker a pali infissi da 28x2 Portrait e 131 tracker da 14x2**.

L'impianto verrà connesso in antenna tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata alla cabina primaria AT/MT Truncu Reale. Dalle cabine di trasformazione le linee verranno raccolte all'interno della cabina di raccoglimento completa di interruttori MT, e quadro generale, quadro di distribuzione con le varie utenze. Dalla cabina di raccoglimento la linea arriverà alla stazione AT/MT, secondo le indicazioni di Terna. Le strutture di fissaggio sono state conteggiate in fase esecutiva e dal computo metrico emergono le quantità puntuali.

Nel presente progetto si utilizzeranno dei moduli fotovoltaici tipo LONGI HI-MO5 LR5-72HBD da 545 W, tra i più recenti disponibili in commercio, le cui caratteristiche di massima sono riportate nelle schede tecniche allegate. I moduli sono costituiti da 144 celle, incapsulate tra due strati di EVA e protetti frontalmente da una lastra di vetro temperato di 32.0 mm. La cornice di fissaggio dei moduli è caratterizzata da robusti profilati di alluminio anodizzato di colore chiaro. Per le terminazioni elettriche è presente una scatola di collegamento a tenuta stagna, dotata di connettori (collegabili a) MC4, cavo: 2 x 1 m / 4 mm<sup>2</sup>. Il modulo presenta inoltre diodi di bypass. I moduli previsti avranno certificazione secondo la UNI 9177 di classe 1 di reazione al fuoco.

Gli inverter, dimensionati sulle specifiche elettriche del generatore fotovoltaico, saranno del tipo HUAWEI SUN 2000 - 215 KTL, specificamente ottimizzato per connessione in rete. Il SUN2000 è un inverter a stringa collegato alla rete elettrica FV che converte l'alimentazione CC generata dalle stringhe FV in alimentazione CA e immette l'elettricità nella rete elettrica.

La struttura di fissaggio dei moduli ftv sarà di tipo TRACKER monoassiale, un sistema che sarà orientato con asse NORD/SUD come indicato nelle tavole grafiche e con inseguimento solare EST-OVEST.

L'inseguitore solare è un dispositivo che funziona mediante un sistema automatico e meccanico che permette di orientare i pannelli fotovoltaici rispetto ai raggi del sole seguendone il suo percorso apparente.

Le power station previste in progetto sono della marca, le SUNWAY 2000 1500V 640 LS e consentono una configurazione ottimale per l'impianto fotovoltaico, essendo state poste in maniera baricentrica alla disposizione dei pannelli.

## 2.2 CRITERI FONDAMENTALI

Si vogliono innanzi tutto ricordare alcuni criteri d'utilizzo base degli impianti elettrici.

- Mantenere il perfetto stato di funzionamento tutti gli impianti di sicurezza;
- La cartellonistica ed eventuali indicatori devono essere sempre chiari e visibili;
- All'interno dell'area deve accedere soltanto personale specializzato e/o autorizzato;
- I controlli sugli impianti devono essere affidati a persone con conoscenze teoriche ed esperienza pratica adeguata;
- È necessario controllare con continuità lo stato di conservazione dell'isolamento dei cavi, delle spine, delle morsettiere, ecc.;
- Non mettere a terra le apparecchiature elettriche con doppio isolamento;
- Non sovraccaricare le linee elettriche;
- Le operazioni di controllo e verifica degli impianti devono avvenire in orari in cui eventuali black-out non generino situazioni di rischio;
- Il corretto funzionamento degli impianti deve essere controllato regolarmente;
- È importante che i locali, le macchine, le reti, i cavedi siano costantemente tenuti in ordine e puliti;
- Tutti gli interventi effettuati è bene che siano annotati su appositi registri.

Il Piano di manutenzione si riferisce alle misure preventive che bisogna osservare per condurre il proprio impianto elettrico, mantenendolo in efficienza e assicurando un soddisfacente livello di sicurezza a persone e beni. La manutenzione o verifica, inoltre, deve quindi essere considerata una misura preventiva, anziché correttiva e di riparazione a guasto ormai avvenuto e conseguente danno materiale ed economico (infortuni, danni agli impianti, danni agli immobili, danni al materiale, danni all'ambiente, fermi di produzione, sanzioni per violazioni delle leggi, pericoli di incendio e quant'altro).

Deve infatti essere condotta senza ledere la continuità dell'esercizio, creare disagi, diminuire la sicurezza dell'impianto e rendere minima l'indisponibilità dell'impianto stesso.

È necessario conservare le prestazioni ed il livello di sicurezza iniziale dell'impianto ed evitare perdite economiche per mancanza di produzione dell'impianto a causa del deterioramento di parti dell'impianto.

Sarà necessario provvedere all'integrazione ed al completamento del manuale d'uso di seguito abbozzato.

### **a. Sorgenti autonome di energia**

(paragrafo da integrare a cura dell'installatore e del produttore delle apparecchiature) *collocazione:*

*rappresentazione grafica:*

*descrizione:*

*modo d'uso corretto*

*prevenzione di usi impropri*

*conservazione*

*avarie riscontrabili*

## **b. Quadri**

(paragrafo da integrare a cura dell'installatore e del produttore delle apparecchiature) *collocazione:*

*rappresentazione grafica:*

*descrizione:*

*modo d'uso corretto*

*prevenzione di usi impropri*

*conservazione*

*avarie riscontrabili*

## **c. Impianto di terra**

(paragrafo da integrare a cura dell'installatore e del produttore delle apparecchiature)

*collocazione:*

*rappresentazione grafica: 6*

*descrizione:*

*modo d'uso corretto prevenzione di usi impropri conservazione*

*avarie riscontrabili*

## **Il manutentore verificatore**

La manutenzione ordinaria degli impianti e l'eventuale verifica periodica deve essere condotta da personale a conoscenza dei rischi specifici in cui potrebbe incorrere nello svolgere le operazioni.

La manutenzione straordinaria degli impianti e deve essere condotta invece da personale tecnico qualificato, ed istruito in merito ai rischi specifici in cui potrebbe incorrere nello svolgere le operazioni, oltre a dover possedere i requisiti tecnico-professionali adeguati alle operazioni che dovrà compiere.

Questa figura professionale, durante l'esecuzione delle opere, dovrà assumere comportamenti conformi all'etica ed alle Leggi per la prevenzione degli infortuni verso il personale che utilizzano la struttura ed alle dipendenze del Datore di Lavoro, ovvero degli Utenti dell'Attività interni ed esterni. È obbligo del manutentore verificatore informare preventivamente il Datore di Lavoro sui rischi specifici della propria attività operativa, il Datore di Lavoro a sua volta informerà il manutentore verificatore su eventuali rischi relativamente alla propria attività.

Al termine delle opere di manutenzione il Datore di Lavoro dovrà accertare che la Ditta che ha eseguito la manutenzione o le verifiche, compiano tutte le verifiche previste dalla normativa, che determineranno il buon esito delle opere, fornendo relazione sull'esito di queste, unitamente all'aggiornamento degli elaborati grafici, in possesso del Datore di Lavoro.

La Ditta che ha eseguito la manutenzione straordinaria qualora abbia operato con proprio personale qualificato, dovrà compilare la *Dichiarazione di Conformità*, prevista D.lgs 37/2008, completa in ogni sua parte.

## **Responsabilità della ditta di manutenzione**

Sarà obbligo della Ditta di Manutenzione di adottare nell'esecuzione delle opere tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per garantire l'incolumità degli operai e rimane stabilito che egli assumerà ogni ampia responsabilità, sia civile che penale, nel caso di infortuni dalla quale responsabilità si intende quindi sollevato il personale preposto alla direzione e sorveglianza.

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.

## **3. OPERAZIONI E FREQUENZA DELLA MANUTENZIONE**

### **3.1 PRESCRIZIONI GENERALI**

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto.

Si intende per funzionalità la loro idoneità ad adempiere le loro attività, ossia a fornire le prestazioni previste, mentre per efficienza la idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, della economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

#### **Definizione di manutenzione** *(Definizione Norma UNI 9910)*

Viene intesa manutenzione la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative. Sono quindi incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere ed a riportare un bene o un servizio nello stato in cui possa eseguire la funzione richiesta. Mantenere quindi nel tempo la funzionalità e superare i guasti che si presentano, con il minor onere.

#### **Manutenzione ordinaria**

Viene intesa manutenzione ordinaria, l'insieme di tutti gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso, nonché il comportamento per far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

#### **Manutenzione Straordinaria**

Viene intesa manutenzione straordinaria, l'insieme di tutti gli interventi, con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modifichino in modo sostanziale le prestazioni dell'impianto. In caso di sostituzione, le parti sostituite dovranno essere destinate a riportare l'impianto stesso in condizioni ordinarie di esercizio. Saranno richiesti in genere l'impiego di strumenti o di attrezzi particolari, di uso non corrente, e che comunque non rientreranno nelle classificazioni di ampliamento, trasformazione e realizzazione di impianti.

#### **Definizione di verifica**

Viene intesa verifica l'insieme delle operazioni necessarie ad accertare la rispondenza di un impianto elettrico a requisiti prestabiliti.

La verifica sarà necessaria ai fini della constatazione che tutti i requisiti di sicurezza e della regola dell'arte accertati durante il collaudo siano ancora in essere, accertando rispettivamente se l'impianto possiede i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile, se l'impianto possiede le adeguate prestazioni, se l'impianto è conforme a quanto previsto prestazionalmente nel progetto del Committente.

### **Altre definizioni importanti**

Per *affidabilità* si intende l'attitudine di un apparecchio, o di un impianto, a conservare funzionalità ed efficienza per tutta la durata della sua vita utile, ossia per il periodo di tempo che intercorre tra la messa in funzione ed il momento in cui si verifica un deterioramento, od un guasto irreparabile, o per il quale la riparazione si presenta non conveniente.

*Vita presunta* è la vita utile che, in base all'esperienza, si può ragionevolmente attribuire ad un apparecchio, o ad un impianto.

Si parla inoltre di:

- deterioramento, quando un apparecchio, od un impianto, presentano una diminuzione di funzionalità e/o di efficienza;
- disservizio, quando un apparecchio, od un impianto, vanno fuori servizio;
- guasto, quando un apparecchio, od un impianto, non sono più in grado di adempiere alla loro funzione;
- riparazione, quando si stabilisce la funzionalità e/o l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- ripristino, quando si ripristina un manufatto;
- controllo, quando si procede alla verifica della funzionalità e/o della efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- revisione, quando si effettua un controllo generale, di un apparecchio, o di un impianto, ciò che può implicare smontaggi, sostituzione di parti, rettifiche, aggiustaggi, lavaggi, ecc..
- manutenzione secondo necessità è quella che si attua in caso di guasto, disservizio o deterioramento;
- manutenzione preventiva è l'azione diretta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare i deterioramenti;
- manutenzione programmata è la forma di manutenzione preventiva, in cui si prevedono operazioni eseguite periodicamente, secondo un programma prestabilito;
- manutenzione programmata preventiva, è un sistema di manutenzione in cui gli interventi vengono eseguiti in base ai controlli eseguiti periodicamente secondo un programma prestabilito.

## **3.2 NORME E LEGGI**

È necessario rispettare le disposizioni normative riguardo la manutenzione.

Le opere di manutenzione e di verifica sono desunte da **specifiche normative e leggi** relative ai singoli impianti e componenti di essi, rendendo obbligatori gli interventi con frequenza dipendente dalla severità dell'ambiente di installazione e dal livello di prestazione dell'impianto.

### **Secondo le norme UNI 8364:**

- Ordinaria è la manutenzione che si attua in luogo, con strumenti ed attrezzi di uso corrente; si limita a riparazioni di lieve entità, che necessitano unicamente di minuterie; comporta l'impiego di materiali di



consumo di uso corrente, o la sostituzione di parti di modesto valore, espressamente previste (cinghiette, premistoppa, guarnizioni, fusibili, ecc.);

- Straordinaria è la manutenzione che non può essere eseguita in loco, o che, pure essendo eseguita in luogo, richiede mezzi di particolare importanza (scavi, ponteggi, mezzi di sollevamento), oppure attrezzature, o strumentazioni particolari, che necessitano di predisposizioni (prese, inserzioni sulle tubazioni, ecc.) comportano riparazioni e/o qualora si rendano necessarie parti di ricambio, ripristini, ecc.; prevede la revisione di apparecchi e/o la sostituzione di apparecchi e materiali per i quali non siano possibili, o convenienti, le riparazioni.

### 3.3 OPERAZIONI E FREQUENZA DI MANUTENZIONE

Di seguito verranno indicate le operazioni di manutenzione dell'impianto, il tempo che dovrà trascorrere tra un intervento ed il successivo dipenderà sostanzialmente dal livello di prestazione e di sicurezza che si vuole conferire all'impianto.

In linea generale sono la norma e la legge che prescrivono alcuni tempi, in altri casi l'esperienza permette di realizzare un programma di manutenzione.

Il programma di manutenzione e verifica è l'insieme di tutti questi fattori, sarà quindi una valida indicazione da seguire per una buona gestione degli impianti.

#### **Interventi di gestione Ispezione e pulizia dei moduli fotovoltaici - *Annualmente***

##### 1. Ispezione visiva:

- verificare l'integrità dei moduli con particolare riferimento a: superficie captante, stato dell'incapsulante, presenza di infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa;
- verificare lo stato di pulizia dei moduli;
- verificare (a campione) l'integrità delle cassette di terminazione in relazione a possibili deformazioni, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, presenza di sporcizia, stato dei contatti elettrici, siliconatura dei passacavi; verificare lo stato dei diodi di by-pass.

##### 2. Controllo elettrico:

- verificare le prestazioni di ogni singola stringa accertando in particolare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle tensioni e correnti di funzionamento;

-

##### 3. Pulizia dei moduli da effettuare più volte durante l'anno:

- 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 pulirli con abbondante acqua.

-

#### **Controllo strutture di sostegno e fissaggio – *Annualmente***

##### 1. Ispezione visiva:

- verificare l'integrità dei componenti;
- verificare l'assenza di piegature;

- verificare l'uniformità dello strato di zincatura e dell'assenza di macchie di ruggine.

## 2. Controllo dei serraggi:

- assicurare il corretto serraggio delle connessioni meccaniche bullonate;
- verificare la struttura dei pannelli sia ben solida ed assicurata alla superficie di appoggio.

## **Verifica stato dei contatti elettrici, collegamenti elettrici e pulizia quadro - Annualmente**

### 1. Ispezione visiva:

- verificare l'integrità dei cavi elettrici e dell'impianto di terra (ove posizionati a vista) in relazione a danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante;
- verificare l'integrità dei quadri in relazione a: danneggiamenti degli involucri, protezione contro i contatti diretti, infiltrazione d'acqua e formazione di condensa, presenza di sporcizia;
- verificare con prova di sfilamento il serraggio dei morsetti

## **Dispositivi di manovra e protezione – Annualmente**

### 1. Ispezione visiva:

- verificare il buono stato di conservazione dei dispositivi di manovra e protezione.

### 2. Controllo elettrico:

- verificare le tarature e le caratteristiche elettriche di progetto degli interruttori automatici;
- verificare l'efficienza dei dispositivi di manovra e protezione (RCD, sezionatori, interruttori automatici, relè, scaricatori di sovratensione).

## **Cartellonistica – Annualmente**

### 1. Ispezione visiva:

- verificare l'integrità e la presenza di tutta la cartellonistica ed etichette necessarie - dispersori di terra;
- quadro fornitura;
- adesivi sulla canalizzazione;
- quadri elettrici;
- estintore.

## **Manutenzione e riparazioni dell'impianto**

Le eventuali riparazioni vanno effettuate dopo aver ben individuato la causa della avaria o del malfunzionamento secondo quanto riportato nell'allegato tecnico o nei manuali dei dispositivi installati.

**Ing. Stefano Floris**

