

# REGIONE SICILIA

## COMUNE DI LICATA (AG)

Oggetto:

Progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico da 26.538,40 kWp con sistema di accumulo 8MW/32MWh ed annessa attività agricola denominato "AGRIVOLTAICO EMATITE LICATA".

Nome Documento:

## RELAZIONE TECNICA GENERALE

Proponente:

# PACIFICO

**PACIFICO EMATITE S.R.L.**

piazza Walther von der Vogelweide, 8 -  
39100 - Bolzano (BZ)

Progettista:



**Dott. Ing. Pietro ZARBO**

Ordine degli Ingegneri di Agrigento n. 1341

Nome Elettronico Documento (file): Relazione tecnica generale

00	01/06/2023	1 Emissione	Ing. P. Zarbo	Ing. P. Zarbo	Pacifico Ematite s.r.l.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSE</b> .....	<b>4</b>
<b>2. IL PROPONENTE</b> .....	<b>5</b>
<b>3. IL PROGETTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1. Generalità</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2. Produzione attesa</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3. Obiettivi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4. Cronoprogramma attività</b> .....	<b>15</b>
<b>3.5. Risorse finanziarie</b> .....	<b>15</b>
<b>4. LOCALIZZAZIONE</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1. Area impianto</b> .....	<b>18</b>
<b>5. PREPARAZIONE DELL'AREA</b> .....	<b>20</b>
<b>5.1. Livellamento del terreno</b> .....	<b>20</b>
<b>5.2. Recinzione</b> .....	<b>20</b>
<b>6. COMPONENTI DELL'IMPIANTO</b> .....	<b>21</b>
<b>6.1. Struttura portamoduli</b> .....	<b>21</b>
<b>6.2. Sistema di controllo tracker</b> .....	<b>26</b>
<b>6.3. Ingranaggi ed attuatori</b> .....	<b>27</b>
<b>6.4. Sistema di telecontrollo e supervisione</b> .....	<b>28</b>
<b>7. CONFIGURAZIONE ELETTRICA</b> .....	<b>29</b>
<b>8. SISTEMA DI TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA</b> .....	<b>31</b>
<b>8.1. Trasporto energia dai moduli ai quadri BT parallelo inverter</b> .....	<b>31</b>
<b>8.2. Trasporto energia dal quadro BT parallelo inverter al trasformatore MT/BT</b> .....	<b>33</b>
<b>8.3. Trasporto energia dal trasformatore MT alla cabina consegna</b>	<b>34</b>
<b>8.4. Locali tecnici</b> .....	<b>35</b>
<b>8.5. Trasporto energia dalla cabina di consegna alla Rete nazionale</b>	<b>36</b>
<b>9. IMPIANTI AUSILIARI</b> .....	<b>37</b>
<b>9.1. Impianto di messa a terra</b> .....	<b>37</b>
<b>10. ESERCIZIO</b> .....	<b>39</b>
<b>10.1. Manutenzione impianto elettrico</b> .....	<b>39</b>
<b>10.2. Manutenzione struttura</b> .....	<b>40</b>

<b>10.3. Pulizia dei moduli</b> .....	<b>40</b>
<b>11. DISMISSIONE</b> .....	<b>41</b>
<b>11.1. Struttura</b> .....	<b>41</b>
<b>11.2. Moduli fotovoltaici</b> .....	<b>41</b>
<b>11.3. Componenti elettrici</b> .....	<b>42</b>
<b>11.4. Altro materiale</b> .....	<b>42</b>

## 1. PREMESSE

Lo scopo della presente relazione è quello di descrivere il progetto Integrato Agricolo-Energia-Ambiente denominato **Agro-voltaico EMATITE LICATA** per la riqualificazione di un'area agricola +consistente nella coltivazione dell'intera area agricola attraverso le più moderne tecnologie tipiche della cosiddetta Industria (Agricoltura) 5.0 e nella installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva di 26,54 MWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale e sistema di accumulo da 8MW/32MWh da connettere in alta tensione (AT) alla RTN che la società **PACIFICO EMATITE S.R.L.** intende realizzare nel **Comune di LICATA** catastalmente identificata al NCT Foglio 93 particelle 37, 40, 103, 109, 110, 410, 411, 412, 413, 567 e relative opere di connessione secondo la soluzioni STMG ottenuta da Terna S.p.A. che prevede il collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione di trasformazione 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra - esce su entrambe le terne della linea RTN a 220 kV "Favara – Chiaramonte Gulfi".

La presente relazione generale fa parte della documentazione del progetto definitivo che include le relazioni specialistiche e gli elaborati progettuali con i dettagli ove si invita alla lettura per i dettagli tecnici e metodologie di progettazione.

## 2. IL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la Società **PACIFICO EMATITE**, società a responsabilità limitata con socio unico, **costituita nel 2022**, con lo scopo di contribuire allo sviluppo sostenibile inteso come lo sviluppo che soddisfa i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità di quelle future di soddisfare i loro.

La Società, ad oggi, ha sede legale ed ufficio amministrativo in Italia a Bolzano nella piazza Walther von der Vogelweide n.ro 8 partita IVA 03152310219 presso la Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Bolzano.

La società fa parte di un gruppo con sede in Germania che mette a disposizione le risorse finanziarie, struttura organizzativa e le competenze necessarie per portare a termine con successo tutti gli interventi proposti.

Nel sito istituzionale del Gruppo Pacifico, [www.pacifico-energy.com](http://www.pacifico-energy.com), si possono conoscere alcune delle iniziative imprenditoriali.

### 3. IL PROGETTO

#### 3.1. Generalità

Il progetto prevede la riqualificazione di un'area agricola nel comune di Licata (AG) consistente nella coltivazione dell'intera area agricola attraverso le più moderne tecnologie tipiche della cosiddetta Industria (Agricoltura) 5.0 e nella installazione di un impianto fotovoltaico a terra della potenza complessiva di 26,54 MWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in alta tensione (AT) alla RTN.

E' previsto, inoltre, un sistema di accumulo della potenza di 8MW e capacità di accumulo da 32 MWh.

L'intervento Agro-Voltaico prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico e la coltivazione dell'area a disposizione del proponente sia nella parte ove non è prevista l'installazione delle strutture che ospiteranno l'impianto fotovoltaico sia nelle aree tra le file delle stesse strutture.

Di seguito una generale sintesi mentre i dettagli saranno esposti nel quadro progettuale dello SIA.

#### **a) Intervento agronomico**

L'impianto è previsto con struttura cosiddetta a terra ad inseguimento monoassiale al fine di ottimizzare la produzione a parità di superficie captante occupata.

Le colture previste tengono conto delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area in oggetto, e sono finalizzate all'ottimale utilizzo del terreno con colture arbustive

ed arboree di facile gestione e con un'altezza tale da non compromettere la produzione di energia elettrica da parte dell'impianto.

E' prevista la messa a dimora (nella fascia tra le due stringhe dei pannelli) di piante officinali (in modo particolare elicriso, calendula e lavanda).

La tipologia di gestione prevede l'impostazione di un'Architettura generale di una moderna azienda agricola che integrerà le più moderne tecnologie applicate all'agricoltura (Digital Farm).

L'energia elettrica necessaria per la gestione del fondo agricolo sarà fornita direttamente dall'impianto fotovoltaico installato nella stessa area.

L'intervento previsto avrà come risultato la realizzazione e gestione delle seguenti attività:

#### **COLTURE TRA LE FILE DEI MODULI:**

L'intervento proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, compatibilmente con l'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

Le colture che vengono proposte in tale sede tengono conto delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area in oggetto, e sono finalizzate all'ottimale utilizzo del terreno con colture arbustive ed arboree di facile gestione.

Si veda relazione agronomica per i dettagli della messa a dimora delle essenze.

#### **APICOLTURA:**

È prevista, inoltre, come attività da associare alla coltivazione, l'attività di **apicoltura**, che oltre a produrre direttamente un reddito dalla vendita del miele, porta grandi benefici alle coltivazioni in termini di miglioramento della impollinazione entomofila.



### **COLTURE NELLE AREE LIBERE:**





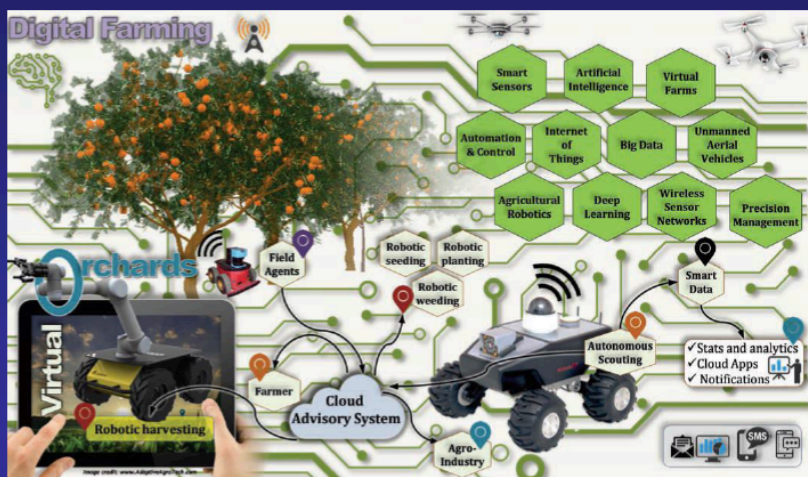
Come già richiamato in diverse parti del presente documento, il modello gestionale della conduzione agricola che sarà applicato è l'innovativo modello Agricoltura 5.0 per distinguerlo da quello della più recente applicazione dell'Agricoltura 4.0. Per capirne la differenza ed il vantaggio complessivo vale la pena percorrere una breve storia nei vari passaggi storici prendendo in riferimento anche l'analogia con il settore industriale.

Nel progetto esecutivo dell'intervento proposto, la gestione dell'attività agricola è prevista non solo con la tipica architettura generale di una moderna azienda agricola, oggi in realtà diffusa solo nelle aziende più strutturate a livello gestionale, che prevede la centralizzazione delle informazioni nella catena del valore e l'automazione avanzata di alcuni processi industriali ma con l'applicazione della virtualizzazione attraverso la creazione del Gemello Digitale (digital twin) del prodotto, in questo caso agricolo, che:

- è una rappresentazione virtuale del prodotto;
- fa uso di sensori real-time che consentono di avere a disposizione una realtà virtuale del corrispondente fisico.

Nelle seguenti figure la rappresentazione della "sottile ma importante" differenza tra una moderna azienda Agricola odierna (Agricoltura 4.0) e le applicazioni più innovative che sono in atto (Agricoltura 5.0).

### Rappresentazione schematica del *digital farming* (fattoria digitale) e di un frutteto *virtuale* con particolare enfasi sul ruolo dei robot agricoli



#### b) Intervento fotovoltaico

E' prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico a terra ad inseguimento monoassiale della potenza complessiva di 26,54 MW (lato DC) elettricamente suddiviso in 6 sezioni che confluiscono in due sottocampi. Saranno utilizzati i moduli di più recente efficienza con il fine di ottimizzare spazi e produzione.

L'intervento denominato **AGROVOLTAICO EMATITE LICATA** è da considerarsi come un intervento **INTEGRATO AGRICOLO-ENERGIA-AMBIENTE** in quanto:

- **AGRICOLO:** per l'attività agricola la cui conduzione prevista sarà quella di una moderna azienda agricola grazie all'applicazione, nella gestione, delle più recenti tecnologie della cosiddetta Smart Agricolture (definibile anche come Agricoltura 5.0 o Digital Farm);
- **ENERGIA:** per la produzione di energia elettrica;
- **AMBIENTE:** grazie alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile che oltre a contribuire a raggiungere gli obiettivi programmati a livello comunitario, nazionale e regionale comporterà impatti ambientali non solo trascurabili e non negativi ma addirittura positivi su alcune componenti ambientali.

Nella sostanza, i maggiori e più evidenti **motivi e vantaggi nella realizzazione del progetto sono i seguenti:**

- **Produzione agricola e produzione di energia utilizzando gli stessi terreni;**
- concorso al **raggiungimento degli obiettivi specifici** di produzione di energia da fonti rinnovabili;
- **utilizzo del suolo e mantenimento della fertilità;**
- realizzazione di un impianto di **produzione di energia da fonte rinnovabile senza, quindi, precludere l'uso** agricolo del suolo.

Per le predette peculiarità, il progetto viene definito Agro-Fotovoltaico o Agro-Voltaico (c.d. AGV).

L'elemento caratterizzante tale tipologia di impianto si rinviene nel fatto che **non si consuma suolo agricolo**, dato che il terreno sottostante i moduli fotovoltaici non viene sottratto alla destinazione agricola, perché gli stessi risultano elevati rispetto al terreno in una misura tale da consentire di praticare la coltivazione e/o il pascolo e quindi da sfruttarlo a fini prettamente agricolo-pastorali.

Il presente elaborato descrive la parte tecnica dell'impianto fotovoltaico mentre nella relazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e nella relazione agronomica sono descritti gli aspetti che riguardano la parte agronomica del progetto.

Per l'installazione di un impianto fotovoltaico sono previste le seguenti attività:

Attività propedeutiche:

- Individualizzazione dell'area ove realizzare il progetto (localizzazione);
- Progettazione ed obiettivi;
- Pianificazione dei lavori (Cronoprogramma attività);
- Reperimento Risorse finanziarie;
- Preparazione dell'area;
- Individuazione dei componenti strutturali (struttura porta moduli) ed elettrici (moduli, inverter, quadri elettrici, etc);
- Individuazione della soluzione di connessione.

Installazione:

- Pianificazione delle risorse per eseguire o lavori (mezzi, attrezzature e competenze);
- Installazione fondazione struttura porta moduli;
- Posa locali tecnici;
- Realizzazione cavidotti;
- Cablaggio dei componenti elettrici.

### 3.2. *Produzione attesa*

Per il sito sede dell'intervento, cioè il comune di **Licata**, avente coordinate geografiche **Lat. 37° 7' 52.26" N; Long. 14° 1' 35.81" E** ed una quota altimetrica media di **250 m s.l.m.**, i valori medi mensili della irradiazione solare sul piano di inseguimento, considerando che la struttura prevista è ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione nord-sud, stimati sono pari a 1.900 kWh/kWp e quindi pari a: **50.426 MWh /anno** (si veda "Relazione Producibilità").

### 3.3. Obiettivi

Con tale intervento, il gruppo **Pacifico**, oltre a remunerare il capitale investito, apportare benessere economico, contribuire ad aumentare il livello occupazionale nell'area oggetto dell'intervento, mira alla produzione di energia da fonti rinnovabili senza consumo di suolo agricolo a basso impatto ambientale e quindi a contribuire il raggiungimento dei seguenti obiettivi comunitari, nazionali e regionali:

- contribuire a coprire la crescente domanda di energia elettrica senza emissione di gas ad effetto serra;
- partecipare alla Strategia Energetica Regionale, Nazionale e Comunitaria promuovendo le fonti energetiche rinnovabili;
- riqualificare un'area agricola;

Infatti, il presente progetto, nella sua vita utile stimata in 30 anni, produrrà energia elettrica da fonti rinnovabili per circa **1.285.795 MWh**.

<b>A</b>	<b>Potenza Impianto</b>	<b>26.538,60 kWp</b>
<b>B</b>	Produzione attesa kWh/kWp*anno	<b>1.900</b>
<b>C</b>	Produzione attesa kWh/anno	A*B = <b>50.423.340</b>
<b>D</b>	Durata Impianto in anni	<b>30</b>
<b>E</b>	Produzione totale attesa MWh tot.	C*D = <b>1.512.700</b>
<b>F</b>	Produzione totale al netto della perdita di performance (-15%) MWh	E*0,85 = <b>1.285.795</b>
<b>G</b>	<b>RISPARMIO CO2 (kg)</b>	F*0,531 = <b>682.757.235</b>
<b>H</b>	<b>RISPARMIO TEP</b>	F/11.630 = <b>110.558</b>

### 3.4. Cronoprogramma attività



Attività lavorative / Mese	
1	Organizzazione ed allestimento cantiere
2	Realizzazione impianto elettrico di cantiere
3	Scoticamente terreno, scavi e rinterri
4	installazione pali struttura
5	Montaggio struttura tracker
6	Montaggio moduli fotovoltaici
7	Posizionamento corrugati e passaggio cavi
8	Posizionamento cabine di campo
9	Montaggio inverter, quadri elettrici e cablaggio cavi
10	Opere per la connessione alla rete elettrica
11	installaione sistema ausiliari
12	Piantumazione specie
13	Collaudo e chiusura lavori

### 3.5. Risorse finanziarie

Il progetto, con un costo previsto di euro **34 milioni** circa iva inclusa, sarà interamente finanziato dal proponente senza ricorso a capitale pubblico.

QUADRO ECONOMICO GENERALE			
Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
<b>A) COSTO DEI LAVORI</b>			
A.1) Interventi previsti	24.396.075	2.439.608	26.835.683

<b>QUADRO ECONOMICO GENERALE</b>			
<b>Valore complessivo dell'opera privata</b>			
<b>DESCRIZIONE</b>	<b>IMPORTI IN €</b>	<b>IVA %</b>	<b>TOTALE € (IVA compresa)</b>
A.2) Oneri di sicurezza	583.382	128.344	711.726
A.3) Opere di mitigazione	360.855	79.388	440.243
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	396.000	87.120	483.120
A.5) Opere connesse	2.054.250	451.935	2.506.185
<b>TOTALE A</b>	<b>27.790.562</b>	<b>3.186.395</b>	<b>30.976.957</b>
<b>B) SPESE GENERALI</b>			
B.1 Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità,	1.561.388	343.505	1.904.894
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	160.875	35.393	196.268
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	54.698	12.033	66.731
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini <i>(incluse le spese per le attività di monitoraggio ambientale)</i>	209.138	46.010	255.148
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	79.444	17.478	96.922
B.6) Imprevisti	252.799	55.616	308.415
B.7) Spese varie	304.130	66.909	371.039



<b>QUADRO ECONOMICO GENERALE</b> <b>Valore complessivo dell'opera privata</b>			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
<b>TOTALE B</b>	<b>2.622.472</b>	<b>576.944</b>	<b>3.199.415</b>
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero.			
<b>"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)</b>	<b>30.413.033,90</b>	<b>3.763.338,46</b>	<b>34.176.372,36</b>

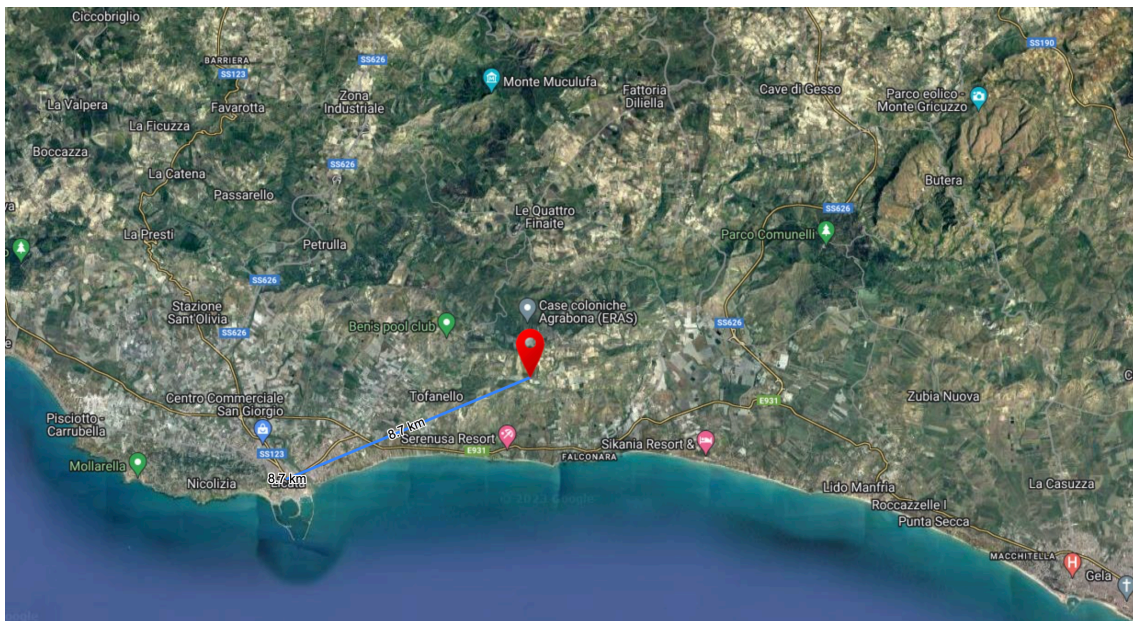
## 4. LOCALIZZAZIONE

### 4.1. Area impianto

L'area di riferimento amministrativo è quella del territorio del Comune di Licata, in area prevalentemente pianeggiante con quota media **250 s.l.m.** la superficie complessiva dell'area è di circa **66,5** ettari.

Il sito di intervento è ad una distanza di circa 9 km dall'abitato più vicino (Licata). L'accessibilità dell'area è regolata da una strada provinciale SP62.





L'area di intervento è **accessibile** direttamente tramite strada interpodereale, per tale motivo non sono necessari opere di infrastruttura di viabilità per motivi logistici.

## 5. PREPARAZIONE DELL'AREA

### 5.1. *Livellamento del terreno*

Il terreno è pianeggiante e quindi non sono necessari opere di livellamento anche grazie all'utilizzo di una struttura che si adatta alla morfologia del terreno.

Allo stato attuale il terreno presenta una viabilità interna e per il miglioramento della stessa (piste di servizio dell'impianto, parcheggi per gli autoveicoli e area di sedime) sarà utilizzato materiale arido proveniente da cava (tout venant e misto stabilizzato), e non saranno utilizzati materiali quali bitume e cls in modo da non modificare le caratteristiche del terreno e inaridire la superficie del terreno.

### 5.2. *Recinzione*

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che le conferiranno una particolare resistenza e solidità. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 2,00 mt, supportata da pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 3,00 mt con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati nel terreno, tramite macchina battipalo senza utilizzo di calcestruzzo fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

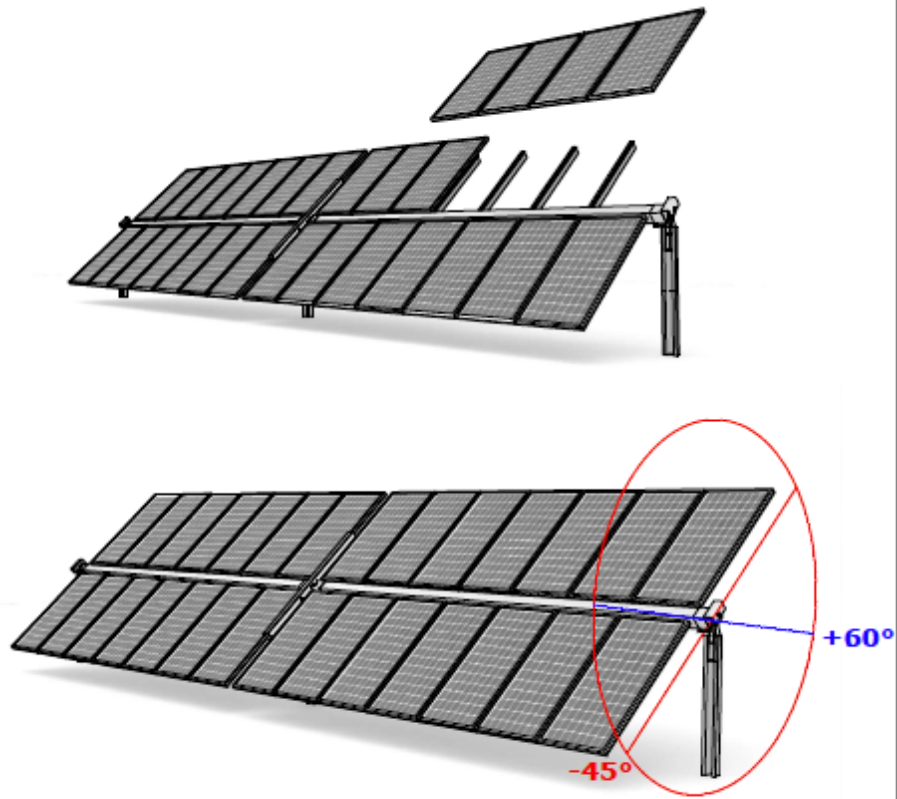
## 6. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

In questa sezione verranno descritti le componenti principali dell'impianto scelti in fase di progettazione. In fase esecutiva per motivi di mercato alcuni componenti potrebbero non coincidere con quelli scelti in fase progettuali in riferimento al produttore ed al modello ma rimarranno le stesse caratteristiche funzionali, tecniche e dimensionali.

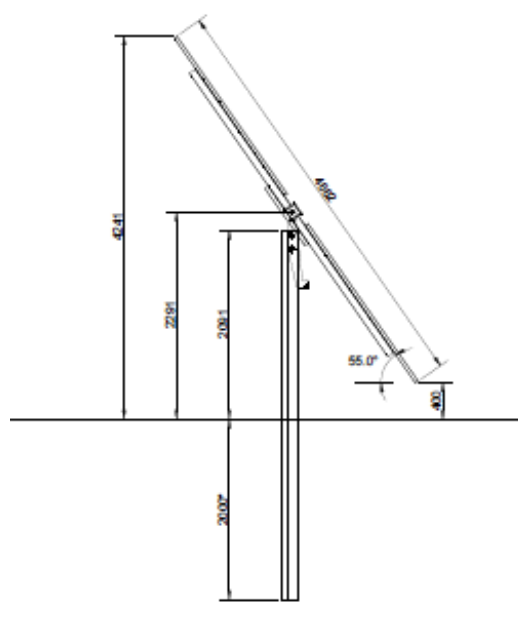
### 6.1. *Struttura portamoduli*

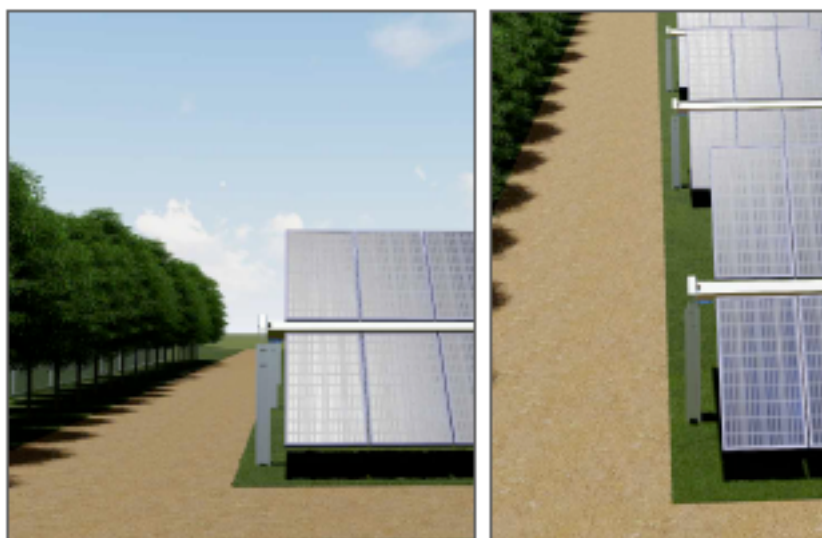
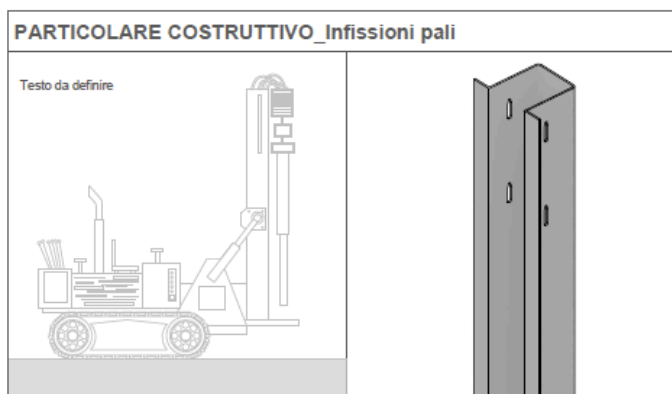
L'impianto sarà fissato sul terreno tramite struttura porta moduli facilmente rimovibile con pali di sostegno direttamente conficcati nel terreno, senza fondazioni, con apposita macchina battipalo, disposti su file parallele che tengono conto di una distanza sufficientemente grande tra una fila di moduli e l'altra, per ridurre al minimo il cono d'ombra che si proietta sui moduli dalla fila adiacente. La distanza tra una fila ed un'altra è 11 mt (interasse).

PARTICOLARE COSTRUTTIVO\_Compone8i Struttura / Angolo di rotazione



TRJHT28PDP-BF  
SIDE VIEW @ 55°





I pali saranno direttamente battuti nel terreno ad una profondità massima di 2 mt con apposita macchina battipalo senza uso di materiale di ancoraggio, mentre l'altezza del palo fuori terra è di circa 2,1 mt (altezza asse di rotazione) quindi lunghezza totale del palo mt 4,00 per un peso di circa 40 kg/cad.

Sono previsti n. 4 pali per 28 moduli e quindi un totale di **5.416** pali.

Le modalità operative sono molto semplici e consistono:

- picchettamento dei punti ove andranno i pali con idonei strumenti topografici;

- distribuzione dei pali in prossimità dei punti tramite carrello elevatore (distanza media orizzontale -stessa fila - tra un palo ed un altro pari a circa 6,5 mt e distanza tra fila anteriore e posteriore di circa 10 mt);
- posizionamento della macchina battipalo e conficcamento palo alla profondità prevista.

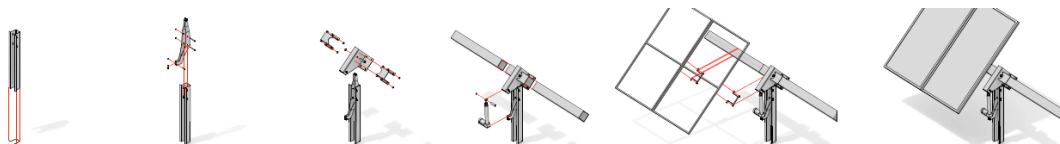
La scelta progettuale dei pali infissi tramite macchina battipalo permette:

- ✓ il non utilizzo di calcestruzzo per le fondazioni in modo da non compromettere l'assetto geomorfologico del terreno;
- ✓ infissione senza asportazione di materiale;
- ✓ facilità e rapidità di montaggio;
- ✓ minore impatto ambientale.

I pali infissi consentono, inoltre, il notevole vantaggio di rendere la struttura facilmente rimovibile, in fase di dismissione dell'impianto, infatti, si potranno facilmente estrarre dal terreno ed il materiale potrà essere interamente riciclato senza preventiva separazione come nel caso delle fondazioni in c.a.

Con opportune staffe ai pali di sostegno è ancorata la struttura di sostegno dei moduli; ogni 7 pali è fissato un attuatore che permette all'asse di rotazione di ruotare.

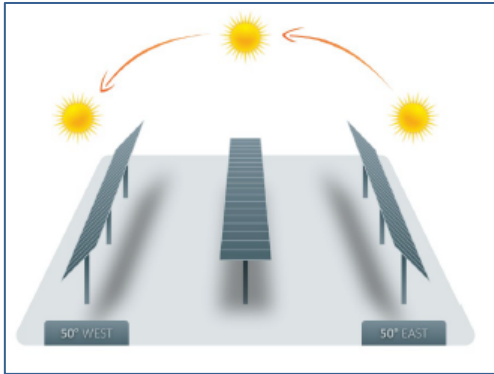
I moduli fotovoltaici sono configurati in unica fila con il fine di limitare l'altezza massima.



L'utilizzo di questo tipo di sostegni consente un'esposizione ottimale dei pannelli fotovoltaici all'irraggiamento solare grazie alla scelta della struttura che sarà ad



inseguimento monoassiale e quindi una maggiore produzione per superficie captante ed occupata in quanto il software ottimizza l'angolo.



La variazione dell'inclinazione dei moduli è possibile grazie ai cuscinetti sferici opportunamente assemblati nella struttura che permettono la rotazione dell'asse ove sono ancorati i moduli fotovoltaici; sono costituiti da materiale autolubrificante che evitando l'uso di olii lubrificanti;



Render

Le traverse reggi modulo sono dimensionate per essere in grado di reggere i carichi permanenti, costituiti dal proprio peso, dal peso dei moduli e dagli elementi di connessione (es. bulloni, connessioni elettriche, etc.), e deve essere inoltre in grado di resistere ad eventuali carichi aggiuntivi dovuti a condizioni climatiche particolari quali principalmente neve e vento.

L'inseguitore monoassiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest, tramite apposito software, su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione.

Per il funzionamento del sistema ad inseguimento solare (tracker), la struttura è equipaggiata con un sistema di controllo autoconfigurante, con attuatori per la variazione dell'inclinazione dei moduli ed il sistema di supervisione da remoto.

#### 6.2. *Sistema di controllo tracker*

Il software che controlla il sistema che regola l'inclinazione dei moduli è basato su un orologio astronomico ed usa algoritmi con tecnologia backtracking (per evitare le ombre tra le file dei moduli) che insegue il sole orientandosi su un unico asse durante tutta la giornata in modo da aumentare il periodo di esposizione e da incrementare sensibilmente la produzione della centrale fotovoltaica. Secondo la latitudine, la tipologia di terreno e della vegetazione, il sistema è in grado di fornire il 25% di resa superiore rispetto a un tradizionale sistema fisso esposto a sud; considerando che una scheda di controllo gestisce dieci tracker (una struttura di rotazione indipendente dalle altre che accoglie **28 moduli** fotovoltaici) vi sono **1.354** scatole di controllo indipendenti montati sui pali di ancoraggio;



*Scatola di controllo*

### 6.3. *Ingranaggi ed attuatori*

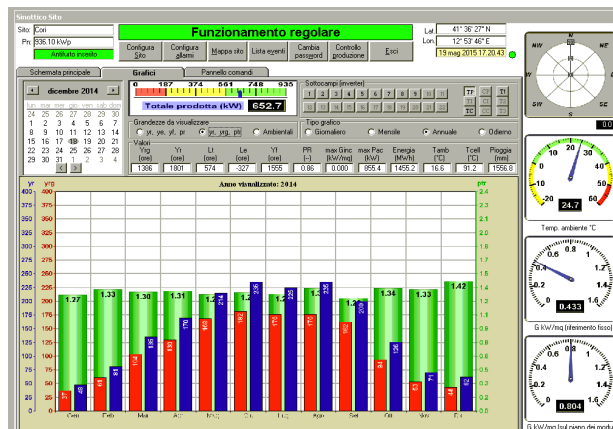
un attuatore lineare guidato da motori alimentati da corrente alternata dai sistemi ausiliari per ogni tracker gestito dal software del sistema di controllo permette la rotazione dell'asse e quindi la variazione dell'inclinazione dei moduli ad essa collegati; tutto il sistema ingranaggio non ha bisogno di manutenzione e/o di olii lubrificanti perché ha una adeguata protezione contro le polveri ed è costituito da materiale autolubrificante.



Attuatore lineare

#### 6.4. Sistema di telecontrollo e supervisione

Il sistema di monitoraggio in remoto permette di conoscere in tempo reale la performance dell'impianto, eventuali problemi di funzionamento del sistema di controllo e quindi ottimizzare la manutenzione grazie all'elaborazione dei dati significativi.



Esempio di output dei dati di raccolta

## 7. CONFIGURAZIONE ELETTRICA

Per motivi tecnici un impianto di grandi dimensioni viene suddiviso, a livello di architettura elettrica, in più parti per formare delle sezioni di campi indipendenti a livello elettrico, ma la cui energia prodotta confluisce tutta verso il punto di connessione, detti sottocampi.

L'impianto in progetto, avendo una potenza totale di 26.538,40 kWp, elettricamente è suddiviso in **6** sezioni da 4,42 MWp/cad che confluiscono in 2 sottocampi da, rispettivamente:

(si veda anche schema unifilare).

Descrizione	SOTTOCAMPO 1			SOTTOCAMPO 2			TOTALE
	Sezione 1	Sezione 2	Sezione 3	Sezione 4	Sezione 5	Sezione 6	
numero moduli	6.319	6.319	6.318	6.319	6.319	6.318	37.912
potenza modulo [Wp]	700	700	700	700	700	700	700
moduli/stringa	31-32	31 - 32	31 - 32	31 - 32	31 - 32	31 - 32	31 - 32
potenza stringa [kWp]	21,70 - 22,40	21,70 - 22,40	21,70 - 22,40	21,70 - 22,40	21,70 - 22,40	21,70 - 22,40	21,70 - 22,40
numero stringhe	198	198	198	198	198	198	1188
potenza sottocampo [kWp]	4.423,30	4.423,30	4.422,60	4.423,30	4.423,30	4.422,60	26.538,40
numero inverter	22	22	22	22	22	22	132
potenza nominale inverter [kW]	200	200	200	200	200	200	200

L'impianto è elettricamente sintetizzabile come segue:

- ✓ Potenza Totale Impianto: 26,538 MWp;
- ✓ Numero Moduli Fotovoltaici: n. 37.912 pannelli marca Trina Solar, modello Vertex 700 Wp a 144 celle se Half Cut;
- ✓ Inverter: n. 132 inverter da stringa modello PVS 200 kW con potenza nominale 200 kW e potenza massima 215 kW;
- ✓ Collegamento serie moduli: n. 31-32 moduli collegati in serie in modo da formare una stringa con parametri idonei per l'equilibrio di tutto il sistema trasporto energia in DC – arrivano agli inverter;
- ✓ Collegamento parallelo stringhe: n. 9 stringhe saranno collegate in parallelo direttamente negli inverter che fungono anche da quadri di parallelo stringhe;

- ✓ Collegamento parallelo inverter: i cavi di idonea sezione uscenti dagli inverter trasportano la corrente in alternata (AC) fino al quadro parallelo inverter nella cabina di campo CCx della relativa sezione per poi confluire tutta l'energia nel relativo sottocampo;
- ✓ Trafo MT/BT: n. 6 trasformatori MT/BT (30/0,8 kV) della potenza idonea (vedi schema unifilare) saranno collegati in parallelo ai quadri MT;
- ✓ Dai quadri MT i cavi collegheranno i due sottocampi alla stazione utente e consegna di trasformazione MT/AT a 30/150 kV localizzata nel comune di Butera foglio 127 particella 40 a circa 7,3 km;
- ✓ Ad ogni sezione è collegato anche il sistema di accumulo della complessiva capacità di 32 MWh con funzionamento di 4 ore e quindi potenza ai fini della immissione/prelievo pari a 8 MW; il sistema di accumulo è costituito da 6 container della capacità di 5,33 MWh;
- ✓ Tutti i quadri avranno gli opportuni dispositivi di controllo, misuratori di produzione e sicurezza previsti dalla normativa di riferimento.

## 8. SISTEMA DI TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

I cavi di collegamento del campo fotovoltaico sono importanti nell'economia del campo fotovoltaico in quanto da essi dipende il sistema di distribuzione dell'energia prodotta.

Tale sistema è interamente composto da tutti i cavi di collegamento che trasportano l'energia prodotta da ciascun modulo fotovoltaico fino alla centrale elettrica del campo fotovoltaico.

I cavi che formano tale sistema sono di diverso tipo, a seconda di quello che devono collegare (vedi anche Relazione elettrica).

L'impianto di trasporto dell'energia per chiarezza e semplicità di esposizione può essere schematizzata nelle seguenti parti:

- a) Trasporto energia dai moduli fotovoltaici agli inverter;
- b) Trasporto energia dagli inverter al trasformatore MT/BT;
- c) Trasporto di energia dal trasformatore MT/BT interno al campo alla stazione di trasformazione utente e consegna;
- d) Trasporto di energia dalla stazione di trasformazione utente e consegna in AT alla sottostazione Terna s.p.a. - RTN (rete trasmissione nazionale) del gestore di rete.

### 8.1. *Trasporto energia dai moduli ai quadri BT parallelo inverter*

Il modulo fotovoltaico è l'elemento dell'impianto che ha il compito di convertire la radiazione solare in energia elettrica. I moduli sono raggruppati tra loro in stringhe (moduli in serie).

Successivamente le stringhe sono collegate in parallelo direttamente negli inverter

Il primo collegamento è dunque quello tra modulo e modulo, per effettuare la formazione della stringa. Questi cavi sono collocati solitamente nella struttura porta-moduli con i cavi liberi in modo da favorire il movimento della struttura essendo ad inseguimento monoassiale.

Tali cavi sono presenti nei moduli fotovoltaici in maniera tale da effettuare un cablaggio rapido e semplice.

I cavi che collegano le stringhe agli inverter sono di solito posti nella stessa struttura e/o in cavidotto interrato. Anch'essi, visto che fanno parte integrante delle stringhe, saranno del tipo FG7(O)M2 di opportuna sezione 6 mmq.

I cavi che collegano gli inverter ai quadri parallelo BT (QPS) che si trovano all'interno delle cabine di campo denominate CCx (una cabina per ogni sezione) verranno posti in cavidotto interrato. Si adoperano cavi di tipo FG7(O)R di sezione fino a ai 50 mmq.

Nell'area dell'impianto, i cavi saranno alloggiati in appositi cavidotti all'interno di opportuni tubi corrugati e flessibili.



Il cavidotto avrà lo scopo di contenere i cavi che trasporteranno l'energia elettrica prodotta dalla centrale fotovoltaica al locale tecnico secondo il tracciato raffigurato in figura.

I cavi saranno posizionati all'interno di un tubo corrugato flessibile posizionato in uno scavo a sezione obbligatoria con una larghezza della trincea di 50 cm ed una profondità minima di 100 cm. Il riempimento dello



scavo sarà realizzato con lo stesso materiale dello scavo opportunamente costipato.

I tubi sono in polietilene ed adatti alla protezione dei cavi nelle installazioni elettriche e di telecomunicazione interrato, a doppia parete e costituiti da due tubolari e sagomati in modo che la parete interna resti continua e liscia mentre quella esterna assuma la tipica corrugazione necessaria a conferire al manufatto una adeguata resistenza strutturale.

I pozzetti sono realizzati in materiale termoplastico ad elevata resistenza e costituiscono, con i cavidotti, il sistema per la distribuzione dell'energia in linee di cavo interrato, secondo le norme CEI 11-17 (norme per la distribuzione dell'energia elettrica).



Accertando la compatibilità con le relative norme di utilizzo o di installazione, i pozzetti possono essere impiegati come rompitratta, collocati in corrispondenza dei punti luminosi per l'alloggiamento di opportune morsettiere, come pozzetto di derivazione o cambiamento di direzione.

Tale sistema di distribuzione è caratterizzato da correnti e tensioni continue dai moduli fino agli inverter e da correnti e tensioni alternate dagli inverter ai quadri parallelo BT inverter.

## 8.2. *Trasporto energia dal quadro BT parallelo inverter al trasformatore MT/BT*

Le tensioni e le correnti in gioco dall'uscita dell'inverter all'ingresso del trasformatore BT/MT è di tipo AC in bassa tensione.

I collegamenti che riguardano il sistema dell'energia prodotta, lato BT, vanno dall'uscita degli inverter fino agli ingressi dei quadri parallelo BT e dalle uscite dei quadri BT fino agli ingressi dei trasformatori MT/BT all'interno delle cabine delle sezioni per poi confluire nella cabina di campo ove avverrà il parallelo dei sottocampi per poi confluire nella cabina consegna MT. Per tali collegamenti verrà impiegato il cavo unipolare di opportuna sezione di tipo FG7(O)R.

Vi sono **6** cabine denominate CCx (vedi anche elaborato di riferimento) una per ogni sezione: le cabine contengono i quadri parallelo BT ed il trasformatore di opportuna potenza.

### 8.3. *Trasporto energia dal trasformatore MT alla cabina consegna*

Dal quadro MT localizzato l'energia confluirà nella stazione utente e consegna a 30 kV e quindi essere immessa in rete in AT tramite cavo interrato alla SSE Terna spa denominata Butera 1.

#### 8.4. Locali tecnici

I quadri elettrici saranno collocati all'interno di cabine prefabbricate (o locali tecnici).

La fase realizzativa del locale tecnico prevede lo scavo di 10-20 cm dal piano di campagna e nessuna realizzazione di opere in c.a., infatti il locale tecnico è costituito da più box prefabbricati comprensivo di vasca di fondazione preassemblato negli stabilimenti del fornitore e collocati direttamente nel terreno.



Le Cabine Elettriche prefabbricate di trasformazione omologate ENEL vengono realizzate rispettando fedelmente tutte le prescrizioni e conformità delle normative di settore (es. alla CEI 11-1 e alla CEI 0-16 e alla normativa vigente).

Tutte le cabine sono realizzate in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato vibrato: Legge 1086/71 - D.M. 3/12/87 - circolare n. 31104 del 16/03/89. I progetti sono depositati al Min. LLPP. I manufatti sono inoltre conformi alle norme CEI 11-1 e CEI EN 61330.

#### 8.5. *Trasporto energia dalla stazione di trasformazione utente e consegna alla Rete nazionale*

L'impianto sarà connesso alla rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta Tensione (AT) con tensione a 150.000 Volt (V) nella SSE denominata Butera 1 localizzata nel foglio 127 diverse particelle distante circa 500 mt dalla stazione di trasformazione utente e consegna.

La soluzione di connessione è stata proposta dal gestore di rete Terna SPA ed accettata dal proponente.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto fotovoltaico e sistema di accumulo venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione di trasformazione 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra - esce su entrambe le terne della linea RTN a 220 kV "Favara – Chiaramonte Gulfi".

## 9. IMPIANTI AUSILIARI

Gli impianti elettrici di supporto al funzionamento di tutti i dispositivi che fanno parte al campo fotovoltaico vengono convenzionalmente denominati impianti ausiliari e sono in corrente continua bassa tensione (in genere 220 V) ed alimentano:

- ✓ l'impianto elettrico che alimenta il sistema di videosorveglianza (telecamere e videoregistratori di memoria);
- ✓ l'impianto elettrico che alimenta il sistema di monitoraggio e telecontrollo (computer);
- ✓ l'impianto elettrico che alimenta il sistema di funzionamento dei tracker;
- ✓ l'impianto elettrico delle cabine (illuminazione interna e delle aree pertinenti, UPS, trasmissione dati, modem per la connessione alla rete internet, etc);

La fornitura per l'alimentazione dei suddetti impianti avviene tramite un'utenza di energia elettrica dedicata fornita dall'ente distributore.

### 9.1. *Impianto di messa a terra*

L'impianto di terra dell'impianto fotovoltaico ha lo scopo di assicurare la messa a terra delle carpenterie metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, degli involucri dei quadri elettrici al fine di prevenire pericoli di elettrocuzione per tensioni di contatto e di passo secondo le Norme CEI 11-1 e CEI 0-16.

La rete di terra ha inoltre lo scopo di disperdere a terra le correnti che transitano attraverso i varistori di protezione previsti sia per i circuiti in c.c. che per quelli in c.a.

Il layout della rete di terra è stato progettato utilizzando picchetti di acciaio zincato e/o maglia di terra in rame nudo, di idonea sezione, in modo da dare le prestazioni attese secondo la normativa vigente.

## 10. ESERCIZIO

Le attività prevalenti che verranno svolte durante la vita e l'esercizio dell'impianto possono essere sintetizzate in attività di:

- ✓ manutenzione dell'impianto fotovoltaico relativamente alle componenti elettriche;
- ✓ manutenzione programmata della struttura;
- ✓ pulizia dei pannelli mediante idonea attrezzatura (spazzole manuali e/o montati su macchine) ed acqua (in genere demineralizzata);
- ✓ attività di vigilanza e di monitoraggio di tutti i parametri elettrici;
- ✓ gestione dell'attività agricola connessa (si veda relazione agronomica per un migliore dettaglio).

### 10.1. *Manutenzione impianto elettrico*

Tale attività consiste nella verifica periodica dei cablaggi, dei componenti per assolvere la propria funzione: sono attività eseguiti da tecnici specializzati (elettricisti con dovuta formazione nel settore) e con attrezzature manuali di rito.

Non sono previsti produzione di rifiuti e consumo di materiali se non eventuali componenti elettrici da sostituire (che saranno smaltiti secondo la normativa di settore degli apparati elettrici ed elettronici).

Salvo casi di difetti di fabbrica non è previsti la sostituzione dei moduli per tutto il corso di vita (30 anni) dell'investimento.

### 10.2. *Manutenzione struttura*

Grazie alla tipologia di materiale utilizzato per la struttura, acciaio zincato, non è prevista particolare manutenzione nonostante una struttura ad inseguimenti monoassiale in quanto:

- ✓ le parti in movimenti sono costituiti da materiale autolubrificante senza la presenza di materiale fluido;
- ✓ le parti elettriche della struttura (motorini attuatori) per il movimento dell'asse di rotazione sono progettati per durare oltre 20 anni, comunque eventuali sostituzioni non implicano particolari attività se non quelle di cambio del singolo dispositivo e lo smaltimento dello stesso;
- ✓ il pianificato controllo visivo e controlli su serraggio delle bullonerie e di ancoraggio dei moduli alla struttura previene attività di manutenzione straordinaria.

Anche per questa fase non sono previsti ne utilizzo di materiali e prodotti ne produzione di rifiuti.

### 10.3. *Pulizia dei moduli*

La pulizia dei pannelli solari è fondamentale per assicurarne una buona efficienza e rendimento energetico. La presenza di sporcizia e depositi sul pannello genera una perdita di resa. Quando i moduli fotovoltaici presentano sporcizie che possono compromettere la performance è prevista il lavaggio degli stessi con attrezzature idonee che, considerata l'altezza degli stessi, possono anche essere manuali.



## 11. DISMISSIONE

Finita la vita utile (circa 30 anni) l'impianto verrà smesso e tutti i componenti saranno smaltiti secondo la normativa vigente.

I principali componenti di un impianto fotovoltaico sono:

- ✓ Moduli fotovoltaici;
- ✓ struttura di sostegno moduli (sostegni e ancoraggio di sostegno nel terreno in acciaio);
- ✓ componenti elettrici (trasformatori, cavi elettrici, componenti elettrici ed elettronici (quadri elettrici, contatori, sistema di telecontrollo, etc).

E' previsto il riciclaggio di tutti i materiali che costituiscono i componenti dell'impianto:

### 11.1. *Struttura*

L'acciaio e/o materiale ferroso in generale con il quale è composta la struttura, recinzione verranno completamente riutilizzato.

### 11.2. *Moduli fotovoltaici*

Ai sensi della direttiva RAEE Dlg.49/2014 si prevede che i pannelli fotovoltaici siano considerati "apparecchiature elettriche ed elettroniche" (AEE) e pertanto a fine vita devono essere gestiti come RAEE.

I materiali che compongono il modulo fotovoltaico, silicio, vetro, rame e alluminio, una volta separati sono facilmente riciclabili e utilizzabili per realizzare altri pannelli o oggetti di diversa natura.

Ad oggi circa 90% del peso dei moduli fotovoltaico è riciclabile ma quando sarà dismesso l'impianto si pensa di arrivare a percentuali di circa il 99 %.

### *11.3. Componenti elettrici*

I materiali che compongono i dispositivi elettrici sono rame e metalli completamente riciclabili.

Tutto ciò che non riciclabile fa parte può essere smaltito secondo la direttiva RAEE Dlg.49/2014 o rivestimenti in generale (gomme, plastiche) che verranno smaltiti secondo normativa.

### *11.4. Altro materiale*

Tutto ciò che è afferente le parti murarie quali manufatti costituenti le cabine, verranno frantumati e scomposti negli elementi originari, quali cemento e ferro, per essere conferiti a discarica specializzata e riciclati come inerti.