

REGIONE SICILIA

COMUNE DI LICATA (AG)

Oggetto:

Progetto Integrato Agricolo-Energia-Ambiente denominato **Agro-voltaico GRAFITE LICATA** di riqualificazione di un'area agricola nel comune di Licata 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 28.644,10 kWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in media tensione (MT) alla RTN.



Nome Documento:

RELAZIONE GENERALE TECNICA

Proponente:

PACIFICO

PACIFICO GRAFITE S.R.L.

piazza Walther von der Vogelweide, 8 -
39100 - Bolzano (BZ) P.IVA: 03087890210

Progettista:



Dott. Ing. Pietro ZARBO

Ordine degli Ingegneri Agrigento n. 1341

Nome Elettronico Documento (file): A.1.4.a Relazione generale tecnico descrittiva

00	30/10/2021	1 Emissione	Ing. P. Zarbo	Ing. P. Zarbo	Pacifico Grafite s.r.l.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO

SOMMARIO

1.	PREMESSE	4
2.	IL PROPONENTE	5
3.	IL PROGETTO	6
3.1.	Generalità	6
3.2.	Produzione attesa	14
3.3.	Obiettivi	15
3.4.	Cronoprogramma attività	16
3.5.	Risorse finanziarie	16
4.	LOCALIZZAZIONE	17
4.1.	Area impianto	17
5.	PREPARAZIONE DELL'AREA	20
5.1.	Livellamento del terreno	20
5.2.	Recinzione	20
6.	COMPONENTI DELL'IMPIANTO	21
6.1.	Struttura portamoduli	21
6.2.	Sistema di controllo tracker	27
6.3.	Ingranaggi ed attuatori	27
6.4.	Sistema di telecontrollo e supervisione	28
7.	CONFIGURAZIONE ELETTRICA	29
8.	SISTEMA DI TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA	31
8.1.	Trasporto energia dai moduli ai quadri BT parallelo inverter	31
8.2.	Trasporto energia dal quadro BT parallelo inverter al trasformatore MT/BT	33
8.3.	Trasporto energia dal trasformatore MT alla cabina consegna	34
8.4.	Locali tecnici	35
8.5.	Trasporto energia dalla cabina di consegna alla Rete nazionale	36
9.	IMPIANTI AUSILIARI	38
9.1.	Impianto di messa a terra	38
10.	ESERCIZIO	40
10.1.	Manutenzione impianto elettrico	40
10.2.	Manutenzione struttura	41

10.3. Pulizia dei moduli	41
11. DISMISSIONE	42
11.1. Struttura	42
11.2. Moduli fotovoltaici	42
11.3. Componenti elettrici	43
11.4. Altro materiale	43

1. PREMESSE

Lo scopo della presente relazione è quello di descrivere il progetto Integrato Agricolo-Energia-Ambiente denominato **Agro-voltaico GRAFITE 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 28,64 MWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in media tensione (MT) alla RTN che la società **PACIFICO GRAFITE S.R.L.** intende realizzare nel **Comune di LICATA** catastalmente identificata al NCT foglio 82 particelle 68, 42, 67, 41, 66, 40 63, 37, 62, 36, 60, 209, 210, 211, 61, 212, 35, 34, 262, 264, 261, 204, 205, 206, 58, 263, 32, 207, 208, 55, 29, 54, 1, 52, 53, 71, 44, 45, 47 e relative opere di connessione secondo le soluzioni STMG ottenute da E-Distribuzione S.p.A. che prevede più connessioni tramite cabine di consegna collegate in antenna da cabina primaria AT/MT LICATA.

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 GRAFITE**, società a responsabilità limitata con socio unico, **costituita nel 2020**, 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 03087890210 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, 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 28,64 MWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in media tensione (MT) alla RTN.

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.

Nel terreno agricolo integrato con l'impianto fotovoltaico, si propone la messa a dimora (nella fascia tra le due stringhe dei pannelli) di piante officinali (in modo particolare elicriso, calendula e lavanda).

**APICOLURA:**

È prevista, inoltre, come attività da associare alla coltivazione di piante officinali, 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. Oltre che dalle piante officinali, la produzione di miele verrà garantita dalle specie vegetali che crescono allo stato spontaneo nei dintorni. La buona presenza di specie floristiche autoctone, oltre che le coltivazioni officinali previste in progetto, è tale da consentire la gestione di almeno cinquanta arnie secondo il sistema dell'allevamento stanziale.



In merito alle parti del corpo fondiario che non verranno interessate dalla posa in opera dei pannelli fotovoltaici e dagli elementi strutturali ad esso connessi, si propone, come intervento agronomico al fine di ottimizzare l'utilizzo della superficie agricola e il reddito ottenibile, e vista anche la vocazione agricola del territorio, la realizzazione di un oliveto di olive da olio che ben si presta al contesto in cui ricade. In particolare, si propone la realizzazione di un impianto olivicolo di tipo intensivo.

COLTURE NELLE AREE LIBERE:



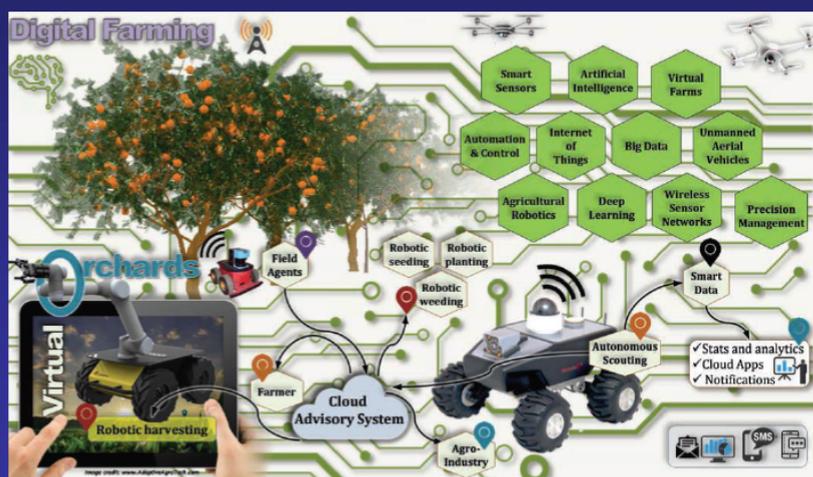
Come già richiamato in diverse parti del presente documento, il modello gestionale della conduzione agricola che sarà applicato è l'innovativo modello Agricolture 5.0 per distinguerlo da quello della più recente applicazione dell'Agricoltura 4.0. Per capirne la differenza ed il vantaggio complessivo 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 28,64 MW (lato DC) elettricamente suddiviso in 14 sezioni della potenza di 2 MW cadauno. Saranno utilizzati i moduli di più recente efficienza con il fine di ottimizzare spazi e produzione.

Per tale impianto sono state rilasciate le soluzioni tecniche minime generali (STMG) da parte del Gestore di rete (GdR, in questo caso E-Distribuzione S.p.A.) per la connessione dell'impianto in modo da permettere l'immissione dell'energia prodotta, al netto del fabbisogno per l'attività agricola annessa, alla RTN.

L'intervento denominato **AGROVOLTAICO GRAFITE 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 **37.134, 13.927** ed una quota altimetrica media di **40 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 2.045 kWh/kWp e quindi pari a: **58.584.927 kWh /anno** (si veda "Relazione Producibilità").

Valori inseriti:	
Luogo [Lat/Lon]:	37.135, 13.929
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-SARAH
Tecnologia FV:	Silicio cristallino
FV installato [kWp]:	28644.1
Perdite di sistema [%]:	14

Output del calcolo	Asse inclinata
Slope angle [°]:	0
Produzione annuale FV [kWh]:	58584927.76
Irraggiamento annuale [kWh/m ²]:	2561.37
Variazione interannuale [kWh]:	930825.2
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-1.61
Effetti spettrali [%]:	0.54
Temperatura e irradianza bassa [%]:	-6.14
Perdite totali [%]:	-20.15

3.3. Obiettivi

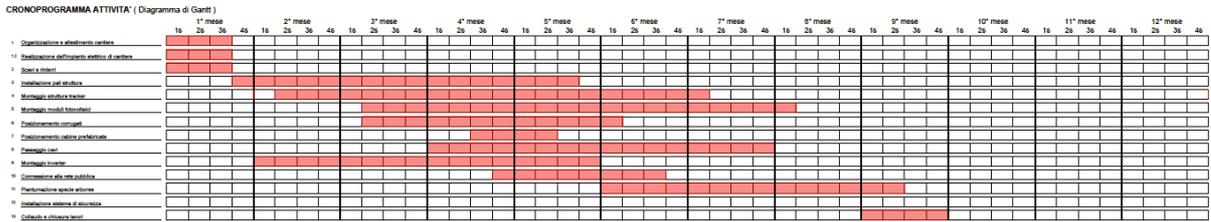
Con tale intervento, il gruppo **Pacifico**, oltre a remunerare il capitale investito, apportare benessere economico, contribuire ad aumentare il livello occupazionale nell'area oggetto dell'intervento, mira alla produzione di energia da fonti rinnovabili senza consumo di suolo agricolo a basso impatto 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 **1.476.762 MWh**.

A	Potenza Impianto	28.64 kWp
B	Produzione attesa kWh/kWp*anno	2.045
C	Produzione attesa kWh/anno	A*B = 58.584.927
D	Durata Impianto in anni	30
E	Produzione totale attesa MWh tot.	C*D = 1.757.548
F	Produzione totale al netto della perdita di performance (-15%) MWh	E*0,85 = 1.493.916
G	RISPARMIO CO2 (kg)	F*0,531 = 793.269.204
H	RISPARMIO TEP	F/11.630 = 128.454

3.4. Cronoprogramma attività



Attività lavorative / Mese	
1	Organizzazione ed allestimento cantiere
2	Realizzaione 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 17 milioni, sarà interamente finanziato dal proponente senza ricorso a capitale pubblico.

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 18 s.l.m. la superficie complessiva dell'area è di circa **43** ettari.

Il sito di intervento è ad una distanza di circa 5 km dall'abitato più vicino (Licata). L'accessibilità dell'area è regolata da una strada interpoderale che si innesca dalla SP11,







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.

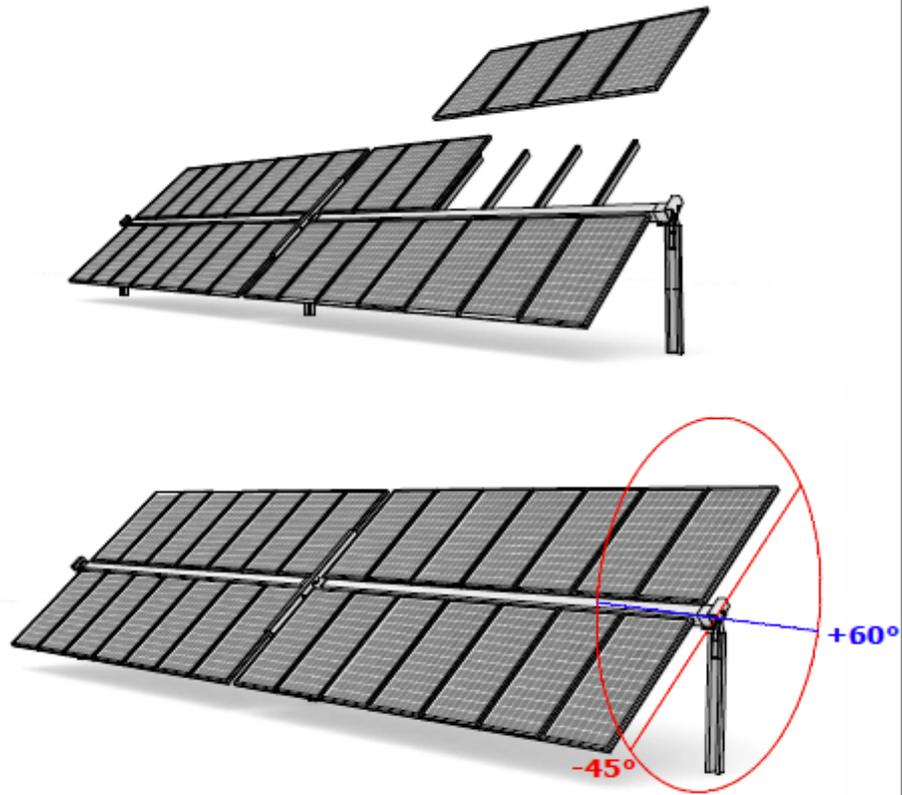
6. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

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.

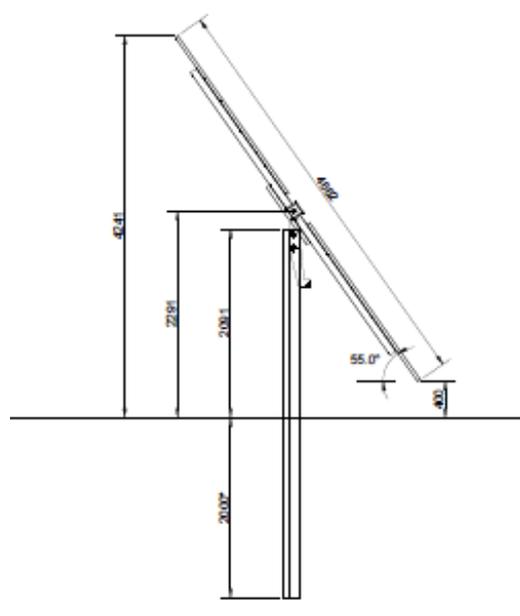
6.1. *Struttura portamoduli*

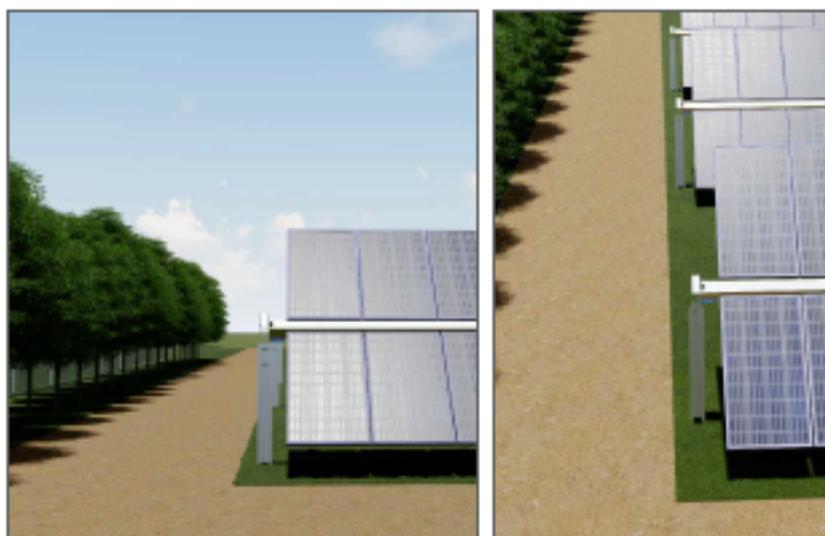
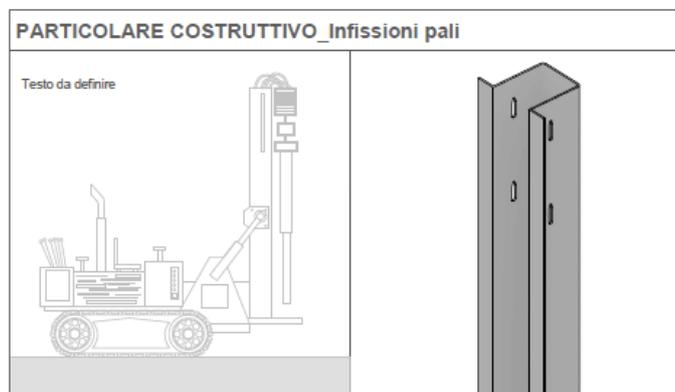
L'impianto sarà fissato sul terreno tramite struttura porta moduli facilmente rimovibile con pali di sostegno direttamente conficcati nel terreno, senza fondazioni, con apposita macchina battipalo, disposti su file parallele che tengono conto di una distanza sufficientemente grande tra una fila di moduli 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 10 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 mt (altezza asse di rotazione) quindi lunghezza totale del palo mt 4,00 per un peso di circa 50 kg/cad.

Sono previsti n. 7 pali per ogni stringa da 30 moduli e quindi un totale di **10.164** 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.

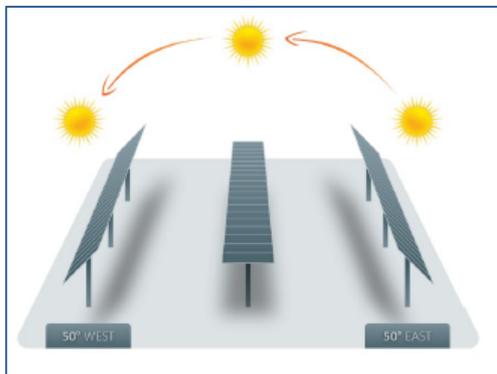
Con opportune staffe ai pali di sostegno è ancorata la struttura di sostegno dei moduli; ogni 7 pali è fissato un attuatore che permette all'asse di rotazione di ruotare.

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 30 moduli fotovoltaici) vi sono **1.452** 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

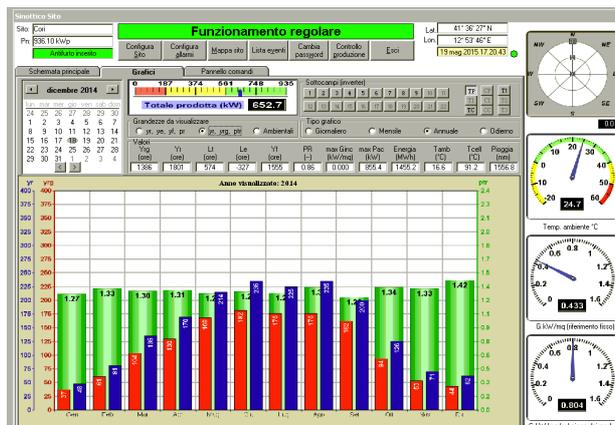
ad essa collegati; tutto il sistema ingranaggio non ha bisogno di manutenzione e/o di olii lubrificanti perché ha una adeguata protezione contro le polveri ed è costituito da materiale autolubrificante.



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 28.644 kWp, elettricamente è suddiviso in **14** sezioni (la cui energia prodotta per ogni sezione confluisce nelle cabine di campo denominate CCx) da 2.000 kWp/cad che confluiscono in 5 sottocampi da, rispettivamente:

- Sottocampo 1: 5.938,80 kWp
- Sottocampo 2: 5.938,80 kWp
- Sottocampo 3: 5.938,80 kWp
- Sottocampo 4: 5.397,94 kWp
- Sottocampo 5: 5.429,76 kWp
- **Impianto Totale: 28.644,10 kWp**

(si veda schema unifilare).

Ogni sottocampo ha un punto di connessione indipendente

L'impianto è elettricamente sintetizzabile come segue:

- ✓ Potenza Totale Impianto: 28,644 MWp;
- ✓ Numero Moduli Fotovoltaici: n. 44.068 pannelli marca Trina Solar, modello Vertex 650 Wp a 144 se Half Cut;
- ✓ Inverter: n. 153 inverter marca ABB da stringa modello PVS 175 kW (potenza massima 188 kW);
- ✓ Collegamento serie moduli: n. 30 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. 14 (uno per ogni sezione) trasformatori MT/BT (20/0,8 kV) da 2000 kVA saranno collegati in parallelo ai quadri MT;
- ✓ Dai quadri MT i cavi collegheranno l'impianto alle CINQUE cabine di sottocampo che a sua volta confluiranno l'energia nelle cabine consegna per poi essere collegate in antenna alla stazione primaria AT/MT LICATA;
- ✓ Tutti i quadri avranno gli opportuni dispositivi di controllo, misuratori di produzione e sicurezza previsti dalla normativa di riferimento.

Descrizione	Sottocampo 1	Sottocampo 2	Sottocampo 3	Sottocampo 4	Sottocampo 5	TOTALE
Potenza Modulo [Wp]	650,00	650,00	650,00	650,00	650,00	650,00
Numero Moduli	9.136,00	9.136,00	9.136,00	8.304,00	8.354,00	44.066,00
Moduli per stringa	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Potenza stringa [kWp]	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Numero Stringhe	304,00	304,00	304,00	277,00	278,00	1.467,00
Potenza Sottocampo [kWp]	5.938,40	5.938,40	5.938,40	5.397,60	5.430,10	28.642,90
Potenza Inverter max [kW]	188,00	188,00	188,00	188,00	188,00	188,00
Numero Inverter	32,00	32,00	32,00	29,00	29,00	154,00

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 alla cabina di consegna ai quadri MT di parallelo;
- d) Trasporto di energia dalla cabina consegna alla cabina primaria Ila 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 obbligata 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 **14** 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 cabina consegna a 20 kV e quindi essere immessa in rete attraverso lo scomparto MT del gestore della rete E-distribuzione spa.

È presente una cabina per ogni sottocampo.

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 cabina di consegna alla Rete nazionale*

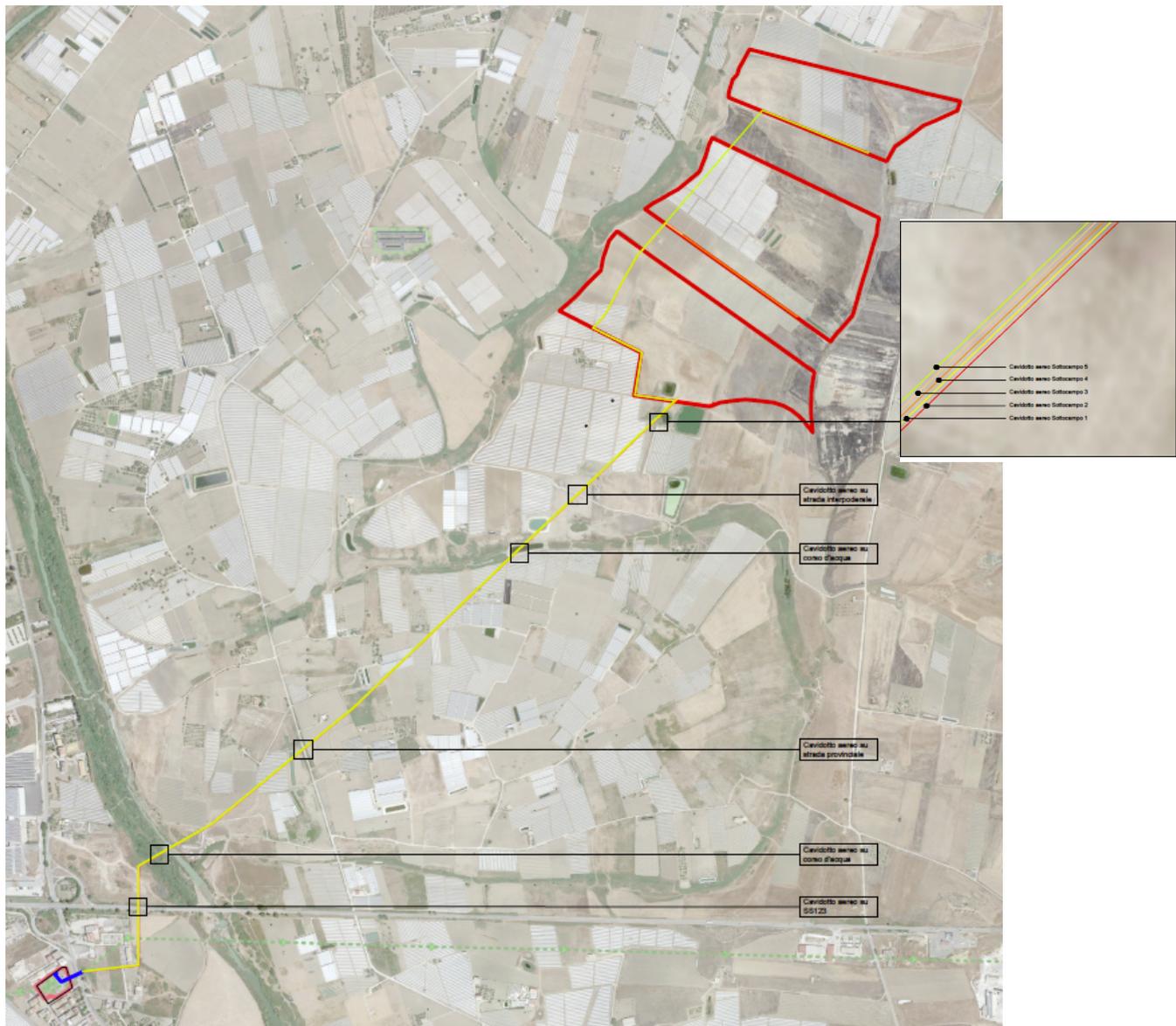
L'impianto sarà connesso alla rete di trasmissione nazionale (RTN) in media Tensione (MT) con tensione a 20.000 Volt (V) nella cabina primaria AT/MT LICATA.

La soluzione di connessione è stata proposta dal gestore di rete E-distribuzione ed accettata dal proponente.

In totale le connessioni alla cabina prima LICATA AT/MT saranno 5, una per ogni sottocampo.

La soluzione tecnica di connessione consiste, quindi, nella realizzazione delle seguenti opere utente:

- Collegamento con terna cavi MT (CINQUE: uno per ogni sotto campo) tra la cabina parallelo MT interna al campo fotovoltaico (cabina di campo) e la cabina consegna (vedi elaborati) che a sua volta confluirà nella cabina primaria del gestore di rete.



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 prevista 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.