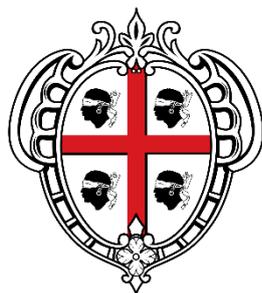


REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA  
DEL SUD SARDEGNA



COMUNE DI  
SERRAMANNA



COMUNE DI  
VILLASOR



**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.**

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE  
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN VILLASOR E  
SERRAMANNA – POTENZA 45,524 MWdc**

**(Immissione in rete 38,532 MWac)**

**AU30 – RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Committente:

VERDE 8 SRL

Il Tecnico

Revisioni

DATA



Protocollo Iter  
Autorizzativo

DIC/2022

Descrizione

**Relazione Tecnica Impianto Fotovoltaico**

Commessa

Villasor

---

## Indice

1. TITOLO DEL PROGETTO .....	4
1.1 Dati Generali.....	4
1.1.1 Dati del Proponente.....	4
1.1.2 Località di realizzazione dell'intervento.....	4
1.1.3 Destinazione d'uso .....	4
1.1.4 Dati catastali.....	4
1.1.5 Connessione .....	5
2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO .....	6
2.1 Inquadramento Geografico e Territoriale.....	6
3. DESCRIZIONE GENERALE.....	11
4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	13
5. FASI E TEMPI DI ESECUZIONE .....	14
6. OPERE CIVILI.....	15
6.1 Recinzione e cancello di ingresso .....	15
6.2 Viabilità Interna a carattere agricolo.....	17
6.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione .....	18
6.4 Mitigazione Perimetrale .....	19
6.5 Cabine di Conversione Inverter (Power Station) .....	20
6.6 Cabine Ausiliarie.....	24
6.7 Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico.....	25
6.8 Moduli Fotovoltaici .....	28
6.9 Strutture di Supporto.....	29
6.10 Cavidotti.....	31
6.11 Sistema di regimentazione delle acque.....	39
6.12 Trattamento del suolo .....	39
6.13 Trasporto di materiali .....	40
6.14 Uso di risorse.....	40
7. OPERE ELETTROMECCANICHE .....	41
7.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione).....	41
7.2 Inverter .....	44
7.3 Protezioni.....	46
7.4 Illuminazione.....	47
8. Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico .....	48
8.1 DOTAZIONE IMPIANTISTICA CABINA PRINCIPALE IN SSE .....	48
8.2 Aree di servizio del locale cabina.....	49
8.3 Ventilazione e condizionamento .....	49
8.4 Cavi unipolari in MT .....	50

---

8.5	Dispositivo generale .....	50
8.6	Sistema di protezione Interfaccia-Generale (PG-SPI) .....	50
8.7	Trasformatori di misura .....	52
8.8	Trasformatori Amperometrici TA di fase.....	52
8.9	Trasformatori Voltmetrici TV Misure e Protezioni .....	52
8.10	Dispositivo di Interfaccia .....	53
8.11	DATI TECNICI E DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE.....	54
8.12	Cavidotti.....	55
9.	APPARECCHIATURE AT .....	56
9.1	Interruttore ibrido AT.....	56
9.2	Trasformatore AT/MT.....	56
9.3	Scaricatori AT .....	57
9.4	Carpenteria metallica per apparecchiature AT .....	58
10.	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA .....	59
11.....		59
12.	SISTEMA DI SMLTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE .....	60
13.	SERVIZI AUSILIARI E IMPIANTI SPECIALI .....	61
13.1	Sistema alimentazioni di continuità .....	61
13.2	Batteria .....	61
13.3	Raddrizzatore carica batteria .....	61
13.4	Quadri di distribuzione 400/230 Vca e 110 Vcc.....	61
13.5	Impianto d'illuminazione.....	62
13.6	Impianto antincendio.....	62
13.7	Impianto di condizionamento e ventilazione dei locali .....	63
13.8	Sistema di protezione, controllo e misura.....	63
13.8.1	Sistema di comando e controllo.....	63
13.8.2	Sistema protezione.....	64
13.8.3	Misura .....	64
14.	COLLAUDO .....	65
15.	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO GENERALI.....	67

---

## 1. TITOLO DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia della potenza di 45,524 MWp e in immissione di 38,532 MWac da realizzare nei Comuni di Serramanna e Villasor, provincia del Sud Sardegna.

### 1.1 Dati Generali

#### 1.1.1 Dati del Proponente

Ragione Sociale: VERDE 8 SRL

Indirizzo: Milano (MI) - Via Mike Bongiorno, 13 – CAP 20124

Partita Iva: 02848960908

Indirizzo PEC: [verde8srl@pec.buffetti.it](mailto:verde8srl@pec.buffetti.it)

#### 1.1.2 Località di realizzazione dell'intervento

Indirizzo:

- Località Mitza Porcedda – Comune di Serramanna (SU)
- Località Stradoni de Biddaxirdu – Comune di Villasor (SU)

#### 1.1.3 Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

#### 1.1.4 Dati catastali

L'impianto agrivoltaico e le opere connesse ricadono sulle seguenti particella catastali:

Comune di Serramanna:

- Fg.45 p.lle 337, 338, 339, 340, 341, 56, 67;
- Fg.54 p.lle 68, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 64, 60, 326, 324, 322, 320, 318, 316, 314, 595, 596, 598, 312, 705, 704, 307, 703, 306, 308, 309, 310, 498, 699, 452, 450, 305, 303, 55, 299, 296, 297, 298, 157, 436, 127, 665, 666, 668, 438, 667, 185, 45, 186;
- Fg. 42 p.lle 835, 557, 558, 559, 837, 222, 262, 263;

Comune di Villasor:

- Fg. 5 p.lle 15, 17, 12;
- Fg.21 p.lle 1, 159, 407, 467, 466, 446, 400, 401, 534, 440, 115, 116, 117, 442, 18, 373, 81, 375, 372, 434, 80, 436, 420, 435, 16, 422, 87, 437, 83, 84, 118, 119, 443, 445, 552, 553,

- 
- 452sub2, 452sub5, 452sub6, 452sub7, 144, 146, 145, 151, 152, 477, 480, 484, 486, 394, 393, 395, 383, 24, 458, 461, 397, 460, 389, 563, 496, 130, 562sub1, 562sub2, 538, 535, 11;
- Fg.22 p.lle 365, 369, 352, 354, 113, 114, 374, 139, 216, 148, 226, 228, 271, 272, 183, 144, 186, 212, 211, 145, 128, 129, 214, 207, 208, 130, 131, 133, 103, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 92, 91, 90, 89, 83, 82, 273, 274, 275, 84, 378, 81, 238, 251, 123;
  - Fg.23 p.lle 96, 85, 84, 74, 73.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor, interessano le particelle del Comune di Villasor Fg.22 p.lle 378 e 81.

### 1.1.5 Connessione

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 202001131 prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

Nel preventivo di connessione TERNA informa che al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Il progetto della Stazione Elettrica MT/AT di impianto quindi prevederà la possibilità e lo spazio per ospitare altri Utenti/Produttori al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete.

Il preventivo per la connessione è stato accettato in data 24/12/2020.

---

## 2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

### 2.1 Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Serramanna (SU) in Località Mitza Porcedda e nel territorio comunale di Villasor (SU) in località Stradoni de Biddaxirdu.

L'area è posizionata ad una distanza media di circa 4 km in direzione Sud-Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Serramanna e ad una distanza media di circa 5 km in direzione Ovest rispetto al nucleo della città di Villasor.

L'area interessa dall'impianto è tagliata dalla Strada Statale 196 che collega Villasor al Comune di Villacidro.

Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 547150 ed Elemento n. 556030.

L'area interessata dal progetto è raggiungibili grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalle SS196, oltre che da varie strade comunali che collegano le porzioni del campo agrivoltaico oggetto del presente studio.

L'area di impianto è a circa 3,5 km in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE.

I lotti verranno collegati alla SE Utente tramite un cavidotto interrato della lunghezza di circa 8.5 km.

La Stazione Elettrica Utente SE sarà collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

#### **Coordinate Geografiche Sito:**

Lat. 39.409294° - Lat. 39.389261°

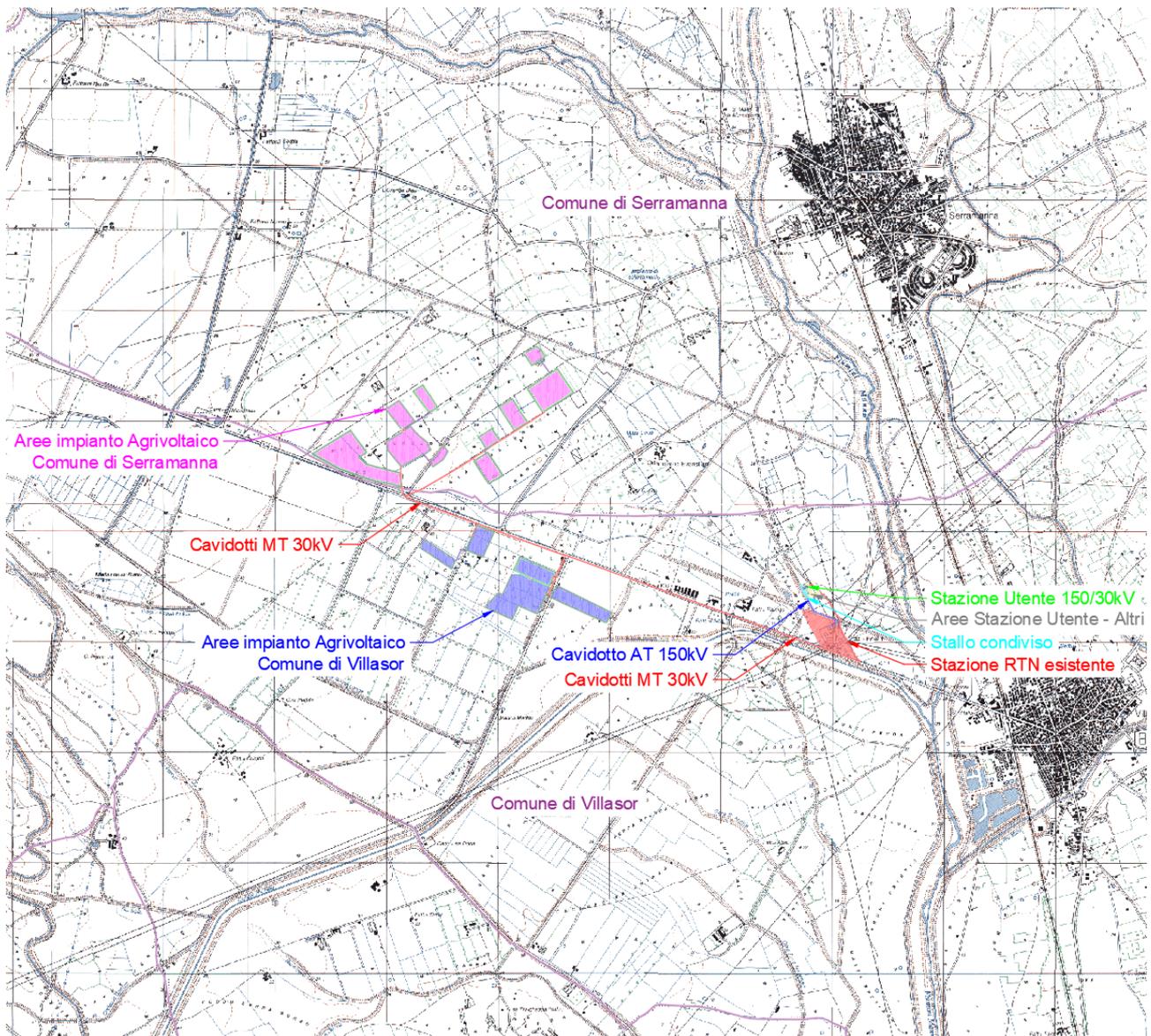
Long. 8.862496° - Long. 8.896497°

#### **Coordinate Geografiche Stazione Elettrica connessione:**

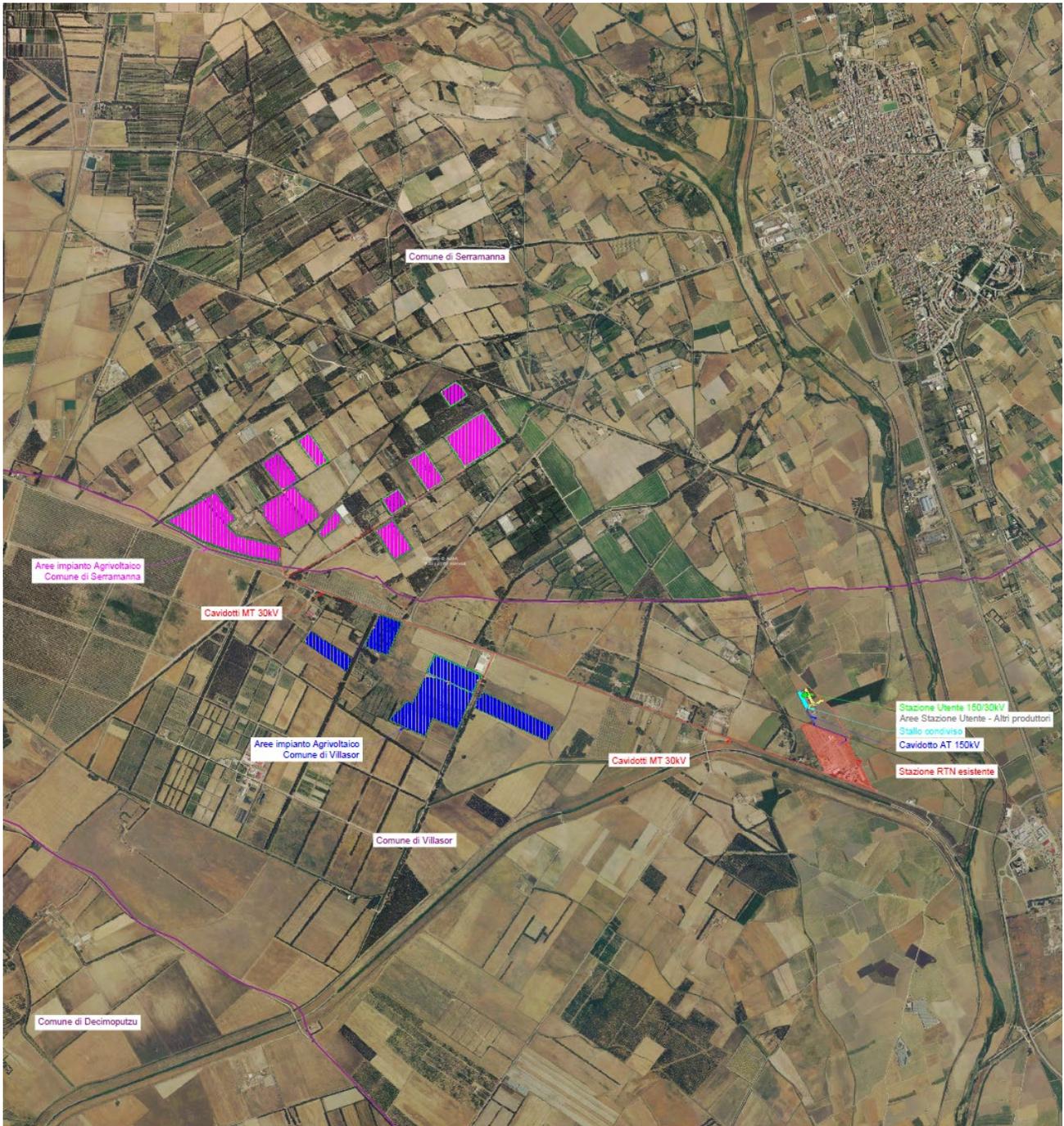
Lat. 39.391813° - Long. 8.915276°



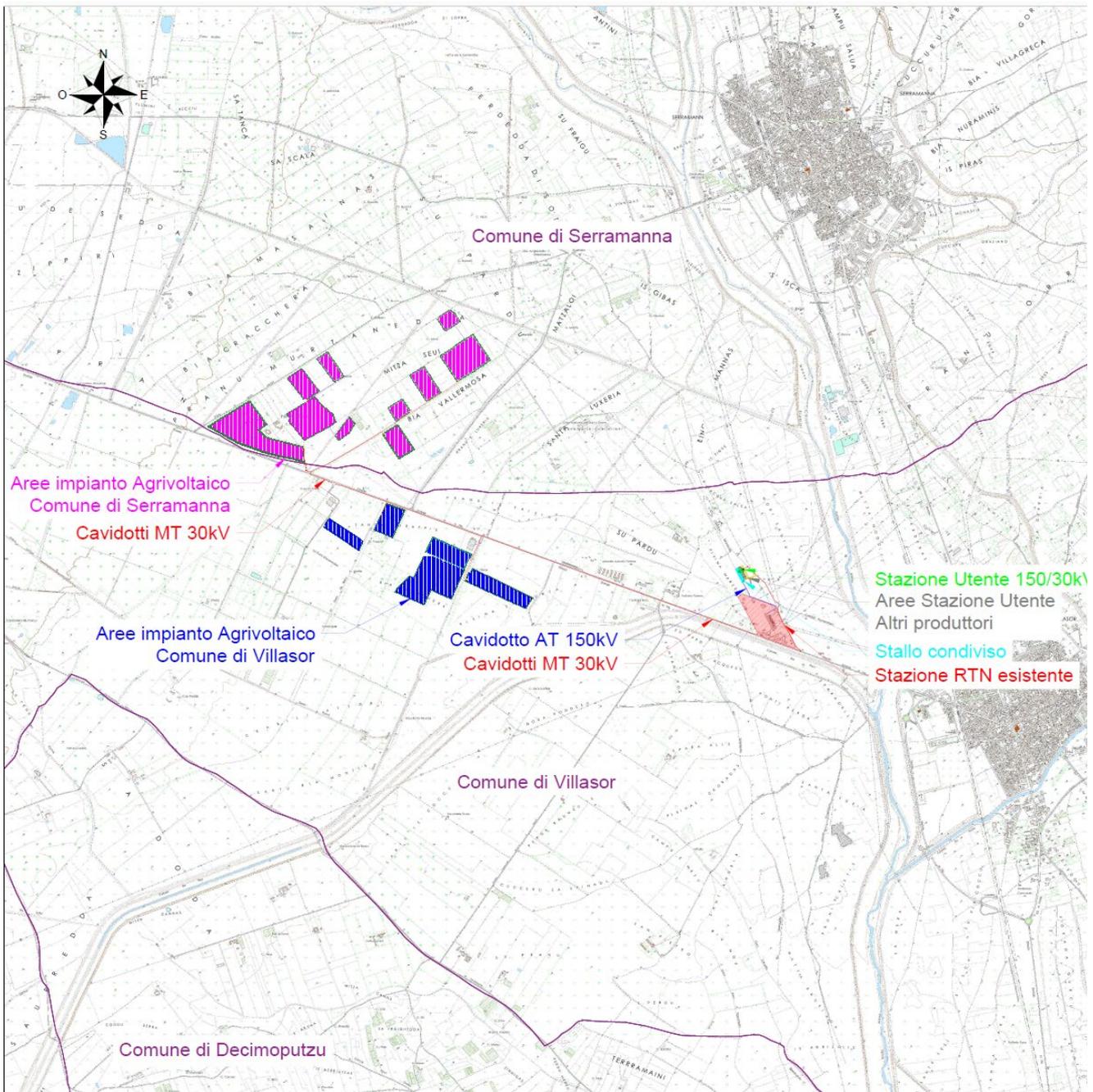
Inquadramento regionale



Inquadramento area di Intervento su IGM (estratto Tav.36)



Stralcio Ortofoto (estratto Tav.39)



Inquadramento area intervento su CTR (estratto Tav.38)

---

### 3. DESCRIZIONE GENERALE

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico interessa un'area di circa 81,00 ettari.

Si prevede l'installazione di 77.818 moduli fotovoltaici per ottenere una potenza installabile di 45,524 MWp ed una potenza di immissione in rete di 38,532 MWac.

L'intervento non comporta trasformazioni del territorio e la morfologia dei luoghi rimarrà inalterata.

I moduli fotovoltaici saranno installati su tracker mono-assiali disposti lungo l'asse geografico nord-sud in funzione delle tolleranze di installazione delle strutture di supporto tipologiche ammissibili variabili tra il 5% al 15%.

All'interno del campo solare, prima di effettuare la posa dei pannelli mediante infissione dei Tracker verranno eseguiti dei piccoli livellamenti superficiali per rendere più omogeneo possibile il campo solare. I livellamenti interesseranno solo lo strato areato e superficiale presente così come evidenziato nella Relazione Geologica. Le eventuali porzioni di terreno asportate verranno comunque impiegati sempre all'interno dell'area dell'impianto.

Non saranno effettuati movimenti di terreno profondi, ed eventuali trasporti in discariche autorizzate seguiranno le indicazioni del Piano delle Terre Rocce da Scavo.

Le aree interessate dall'intervento sono idonee all'installazione dei tracker e la caratterizzazione delle pendenze delle aree riporta valori compatibili con le tolleranze ammesse dall'installazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, per definire una ottimale posizione dei moduli minimizzando i movimenti di terreno.

Le condizioni morfologiche garantiscono una totale esposizione dei moduli ai raggi solari durante le ore del giorno e queste costituiscono le premesse della progettazione definitiva per ottenere la migliore producibilità nell'arco dell'anno.

Non sono interessati corpi idrici pubblici e non saranno modificate le eventuali linee di impluvio presenti all'interno delle aree.

Durante la costruzione e l'esercizio sarà previsto l'utilizzo della sola risorsa suolo legata all'occupazione di superficie.

La superficie sottratta interessa suoli attualmente destinati a seminativi a bassa valenza ecologica. Le superfici sottratte saranno quella strettamente necessarie alle opere di gestione e manutenzione dell'impianto.

Non è previsto lo stoccaggio, il trasporto, l'utilizzo, la movimentazione o la produzione di sostanze e materiali nocivi. La realizzazione e la gestione dell'impianto agrivoltaico non richiede né genera sostanze nocive. È prevista la produzione di rifiuti solo durante la fase di cantiere, molti dei quali potranno essere avviati a riutilizzo/riciclaggio. Durante la fase di esercizio la produzione di rifiuti è legata alle sole operazioni di manutenzione dell'impianto.

In fase di dismissione le componenti dell'impianto verranno avviate principalmente a centri di recupero e riciclo altamente specializzati e certificati.

L'adozione per il campo agrivoltaico del sistema di fondazioni costituito da pali in acciaio infissi al suolo azzerà la produzione di rifiuti connessi a questa fase.

In ogni caso i rifiuti, prodotti principalmente durante la fase di cantiere, saranno gestiti secondo

---

quanto previsto dalla normativa vigente.

L'impianto agrivoltaico è privo di scarichi sul suolo e nelle acque, pertanto non sussistono rischi di contaminazione del terreno e delle acque superficiali e profonde.

La regolarità del layout, oltre a dare un'immagine ordinata dell'insieme, consente rapidità di montaggio in fase di cantiere. I moduli fotovoltaici verranno installati su supporti metallici dimensionati secondo le normative vigenti in materia.

---

#### 4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Durante la fase di cantiere si eseguiranno le seguenti operazioni:

- movimentazioni di terra per la realizzazione delle fondazioni per le apparecchiature elettromeccaniche, delle carpenterie in sottostazione, del TRAFIO AT/MT, dei basamenti prefabbricati per le Unità di Conversione Inverter che saranno della tipologia Skid outdoor, della cabina in Sottostazione, dei cavidotti MT e bt e del cavidotto per la linea di connessione AT;
- esecuzione delle opere civili ed impiantistiche.

Nella realizzazione del campo fotovoltaici si procederà alla compattazione in sito delle sole superfici adiacenti le cabine elettriche ospitanti quadri, inverter e trasformatori, lasciando indisturbate le rimanenti aree, salvo la regolarizzazione dello strato superficiale di suolo propedeutico all'infissione delle strutture metalliche di sostegno dei pannelli e della recinzione perimetrale.

Lungo il perimetro degli impianti sarà realizzata una fascia a verde con messa a dimora di una siepe a mitigazione e a schermatura visiva in prossimità delle aree esterne.

La realizzazione del sistema di illuminazione e antintrusione perimetrale, che entra in funzione solo in caso di intrusioni o di attività di manutenzione, consiste nell'installazione di lampioni (circa 290), ogni 50/70 m circa.

Allo scopo sarà necessario realizzare circa 290 fondazioni in c.a., 1mx1mx1m, per un volume complessivo di circa 190 mc.

Le 12 cabine elettriche di conversione (Inverter Station) saranno posate su plinti in cemento armato posizionati puntualmente sotto i piedi di appoggio dei container.

Le maggiori opere in c.a. dovute alla realizzazione del campo agrivoltaico, saranno superficiali e di dimensioni ridotte e saranno facilmente asportabili alla fine del ciclo di vita dell'impianto.

La realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo, concepita a servizio delle attività di esercizio e manutenzione dell'impianto agrivoltaico occupa una superficie di circa 24.600 mq e sarà realizzata con materiali misto di cava stabilizzato facilmente asportabile a fine vita dell'impianto.

Le superfici occupate saranno quelle strettamente necessarie alla gestione dell'impianto e non pregiudicheranno lo svolgimento delle pratiche agricole che potranno continuare indisturbate sulle aree contigue a quelle interessate dall'intervento.

I cavidotti saranno interrati e lì dove attraversano i campi e le aree esterne alla recinzione dell'impianto avranno profondità di non inferiore a 1.5 m dal piano campagna senza pregiudicare l'esecuzione delle arature profonde.

La produzione di rifiuti sarà minima e legata alla sola manutenzione dell'impianto. Gli eventuali rifiuti prodotti saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Non si registrano scarichi ed emissioni solide, liquide e gassose di alcun tipo, e quindi contaminazione del suolo, del sottosuolo, dell'aria e delle acque superficiali e profonde.

L'impianto andrà ad insistere su terreni da sempre destinati ad uso agricolo sui quali non si svolgono attività che possano contaminare i terreni.

I volumi di scavo verranno utilizzati interamente in sito per il ripristino della viabilità e delle piazzole di cantiere, il rinterro delle fondazioni superficiali, la riprofilatura dell'intera area di cantiere ed il raccordo con il terreno esistente. I volumi di terra, prima di essere totalmente riutilizzati per le modalità precedentemente descritte, verranno accantonati localmente nei pressi dell'area d'intervento.

---

## 5. FASI E TEMPI DI ESECUZIONE

Il programma di esecuzione del progetto può essere stimato di 12 mesi.

I lavori di costruzione saranno organizzati per raggiungere i seguenti obiettivi:

- Garantire procedure efficienti durante le fasi di costruzione;
- Ottimizzare le distanze di trasporto e l'utilizzo delle attrezzature da costruzione.
- Garantire che i carichi di lavoro richiesti per la gestione delle attività lavorative siano coperti dalla forza lavoro pertinente espressa in mezzi e personale.

Durante i 12 mesi verranno eseguite le seguenti attività in cui alcune fasi si potranno accavallare nei tempi di esecuzione:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| • Preparazione dell'area di cantiere:                         | 15 giorni lavorativi  |
| • Preparazione superficiale del terreno:                      | 25 giorni lavorativi  |
| • Installazione della recinzione:                             | 60 giorni lavorativi  |
| • Installazione delle fondazioni dei tracker:                 | 90 giorni lavorativi  |
| • Assemblaggio strutture tracker:                             | 70 giorni lavorativi  |
| • Installazione dei moduli fotovoltaici:                      | 70 giorni lavorativi  |
| • Cavidotti BT / MT:  | 40 giorni lavorativi  |
| • Preparazione terreno per le apparecchiature di conversione: | 20 giorni lavorativi  |
| • Installazione Inverter Stations:                            | 25 giorni lavorativi  |
| • Installazione cavi BT / MV:                                 | 30 giorni lavorativi  |
| • Installazione e cablaggi cassette stringa:                  | 40 giorni lavorativi  |
| • Installazione sistema antintrusione:                        | 30 giorni lavorativi  |
| • Costruzione Sottostazione Elettrica di impianto:            | 100 giorni lavorativi |
| • Collaudi:   | 30 giorni lavorativi  |
| • Connessione alla rete:                                      | 15 giorni lavorativi  |
| • Pulizia e sistemazione sito:                                | 15 giorni lavorativi  |

## 6. OPERE CIVILI

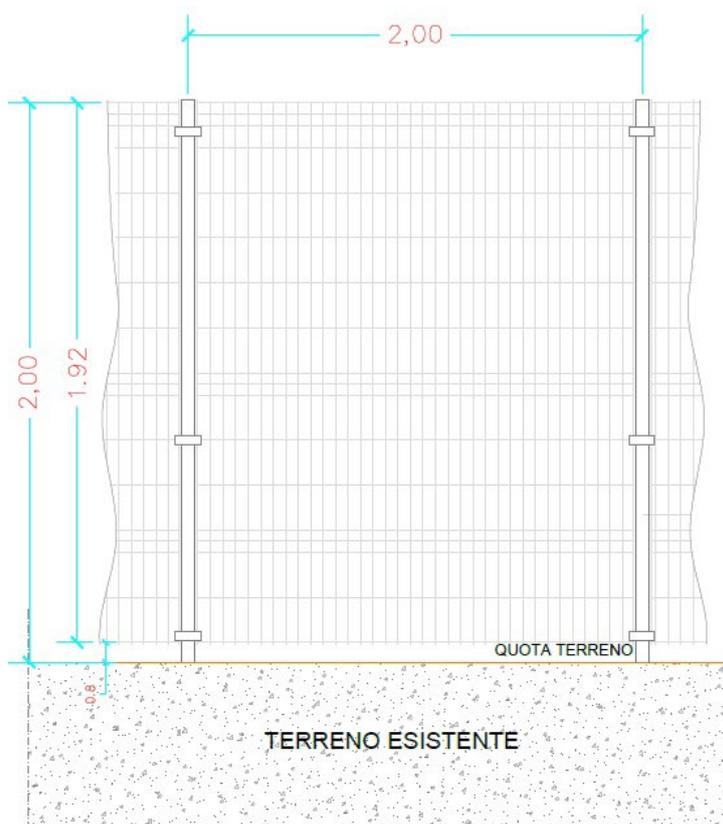
Le opere civili constano in:

- realizzazione della recinzione e sistemazione dell'area, compreso il livellamento del terreno ove ritenuto necessario per agevolare l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo con accessi dalla viabilità esistente;
- posa in opera e installazione delle strutture di supporto inclusi i moduli fotovoltaici;
- realizzazione degli scavi per la posa di condotti e pozzetti interrati per gli impianti elettrici e per la realizzazione degli impianti di terra;
- posa in opera delle cabine elettriche di impianto, comprese le relative fondazioni;
- realizzazione stazione elettrica di connessione 150/30 kV;
- posa in opera del sistema di illuminazione/videosorveglianza, comprese le relative fondazioni;
- posa in opera delle essenze arboree perimetralmente all'area.

### 6.1 Recinzione e cancello di ingresso

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale di lunghezza complessiva di circa 14.450 ml e di altezza pari a 2.0 m, con pannelli in rete elettrosaldata a maglie rettangolari in tonalità RAL 6005 verde muschio da fissare su profili tubolari infissi nel terreno, come meglio specificato nelle tavole che fanno parte integrante del progetto e, in sintesi, nell'immagine che segue.

La superficie recintata di progetto è pari a circa 766.257 mq.



Tipologico recinzione perimetrale

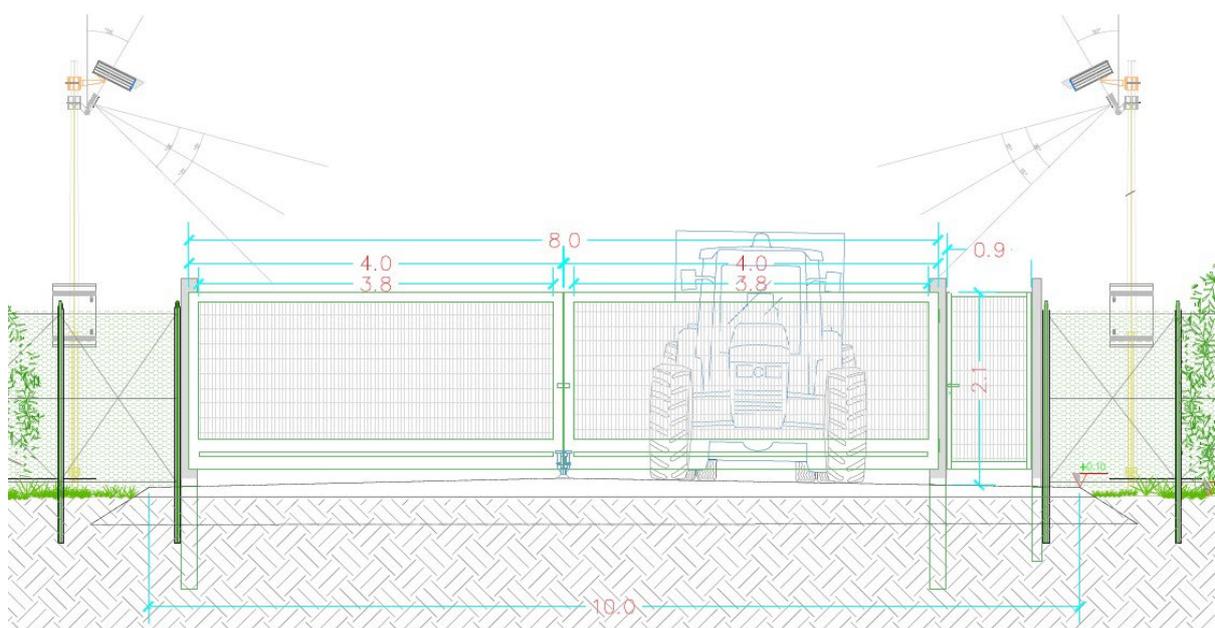


Tipologico sviluppo perimetrale recinzione

Quindi l'area verrà recintata perimetralmente da una rete, alta 200 cm, sostenuta da paletti a T o tubolari in acciaio zincato a fuoco e rete in acciaio griglia zincata a maglia quadrata, rettangolare o romboidale mm 50x50.

I paletti saranno di altezza fuori terra pari a 200 cm, infissi per una profondità variabile tra 60 e 150 cm direttamente nel terreno. L'interasse dei paletti sarà di 150/200 cm. Ogni 8-10 metri circa sulla recinzione saranno previste delle piccole aperture nella parte bassa al fine di permettere il passaggio di fauna di piccola taglia evitando conseguentemente che la recinzione assuma carattere di barriera ecologica. Nel caso fosse necessario potranno essere realizzati dei piccoli getti in cls superficiali per stabilizzare i basamenti dei pali della recinzione.

Gli accessi carrabili previsti sono circa 19.

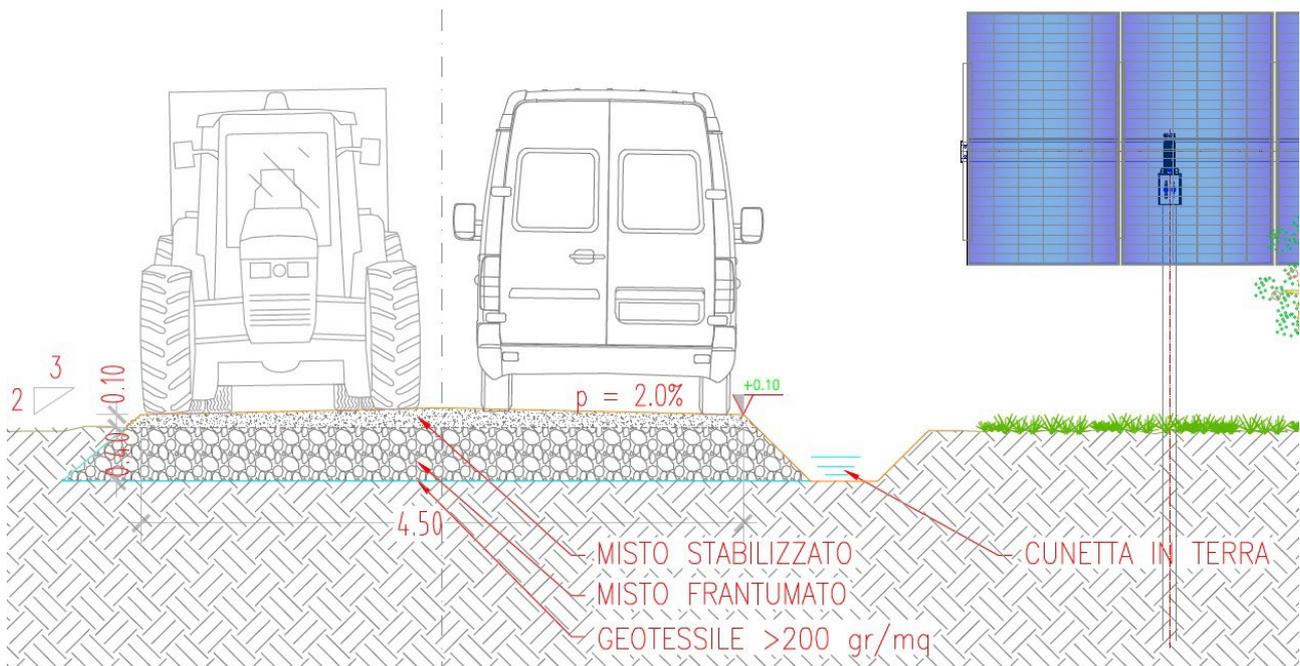


Tipologico cancello di accesso

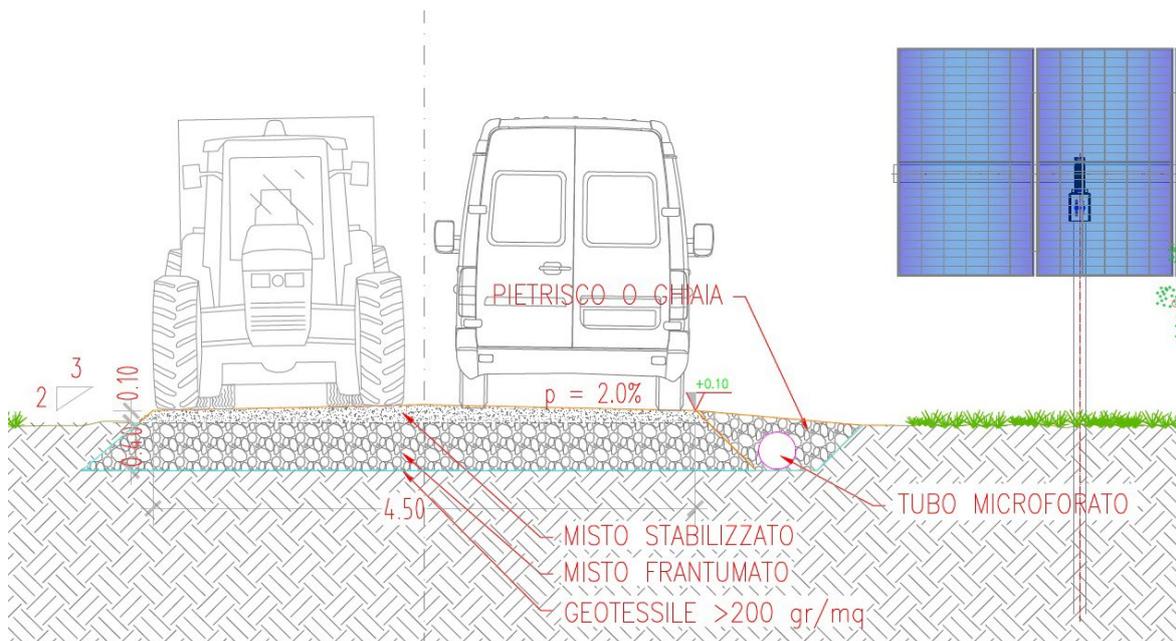
## 6.2 Viabilità Interna a carattere agricolo

L'impianto è caratterizzato da accessi su viabilità interpodereale e strade vicinali a servizio dell'impianto agrivoltaiico e della sottostazione elettrica 150/30 kV, e da una viabilità interna a carattere agricolo di servizio, che conduce alle piazzole previste intorno alle unità di trasformazione Inverter, necessaria, sia in fase di realizzazione dell'opera che durante l'esercizio dell'impianto, per l'accesso alle parti funzionali dell'impianto e per le operazioni di controllo e manutenzione. Le viabilità interna sarà di larghezza pari a 4,5 m e avrà un raggio di curvatura interno di 5 m.

La superficie complessiva di progetto di viabilità e piazzole di progetto è di circa 23.400 mq.



Tipico sezione viabilità e cunetta drenaggio laterale



Tipico sezione viabilità e drenaggio laterale con canalizzazione interrata forata

---

Le nuove piazzole e la viabilità a carattere agricolo sarà realizzata, previo opportuno scavo, in battuto di ghiaia dello spessore di 5 cm su sottofondo in misto stabilizzato dello spessore variabile tra 25 e 35 cm, in modo da non artificializzare il terreno e mantenere così inalterata la naturale capacità di assorbimento delle acque meteoriche. Tale sistema non ostacola la permeabilità del terreno e consente di evitare la realizzazione di opere di canalizzazione. Le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area.

### 6.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione

Sarà previsto un impianto di video sorveglianza che integrato con l'impianto di antintrusione proteggerà l'impianto agrivoltaico da possibili intrusioni e da furti.

L'impianto di video sorveglianza sarà realizzato con telecamere fisse in grado di operare anche durante le ore notturne.

Le telecamere verranno messe in posizione tale da monitorare i punti più sensibili dell'intero impianto, quali l'ingresso dell'area, le cabine di trasformazione, ecc..

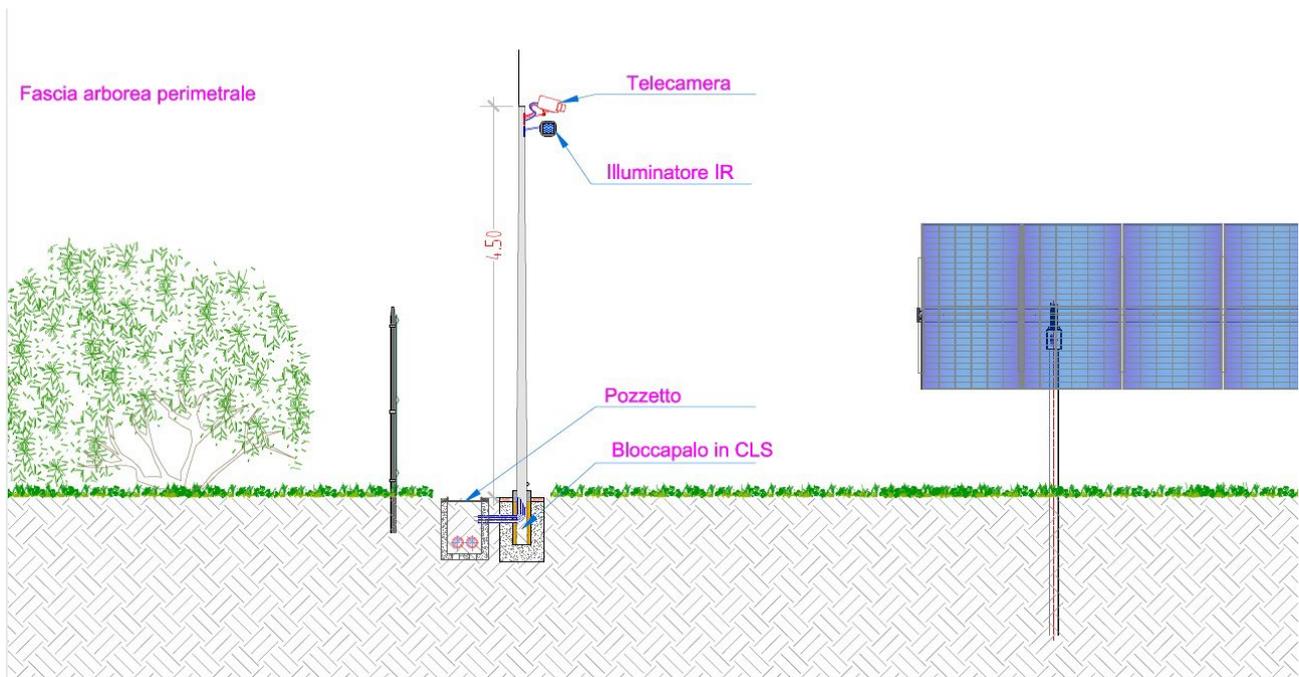
L'impianto di videosorveglianza sarà controllabile e manovrabile da remoto, da un operatore che da una cabina regia potrà controllare l'intera area. Le immagini acquisite dalle telecamere saranno registrate durante le 24h; le telecamere pertanto, saranno corredate di un opportuno software gestionale che consentirà all'operatore di selezionare la telecamera per monitorare la porzione di area di interesse.

L'impianto – ai fini della manutenzione e a garanzia della sicurezza della centrale fotovoltaica – prevede l'installazione di pali ogni 50/70m con altezza pari a 4,5m. Alla sommità di tali pali saranno installate telecamere a infrarossi e illuminatori a tempo, che potranno tuttavia essere attivati, solo quando strettamente necessario, anche durante eventuali manutenzioni notturne necessarie all'esercizio dell'impianto agrivoltaico.

Integrato si potrà prevedere un impianto antintrusione che garantirà una protezione adeguata all'intera area.

L'impianto di antintrusione sarà direttamente collegato con le forze dell'ordine, le quali saranno contattate in caso di effrazione.

L'impianto di antintrusione, inoltre, sarà dotato di commutatore telefonico che in caso di effrazione dell'impianto agrivoltaico contatterà sia le forze dell'ordine che il proprietario dell'impianto e tutte le persone memorizzate nel suo database secondo una priorità assegnata dal committente stesso.

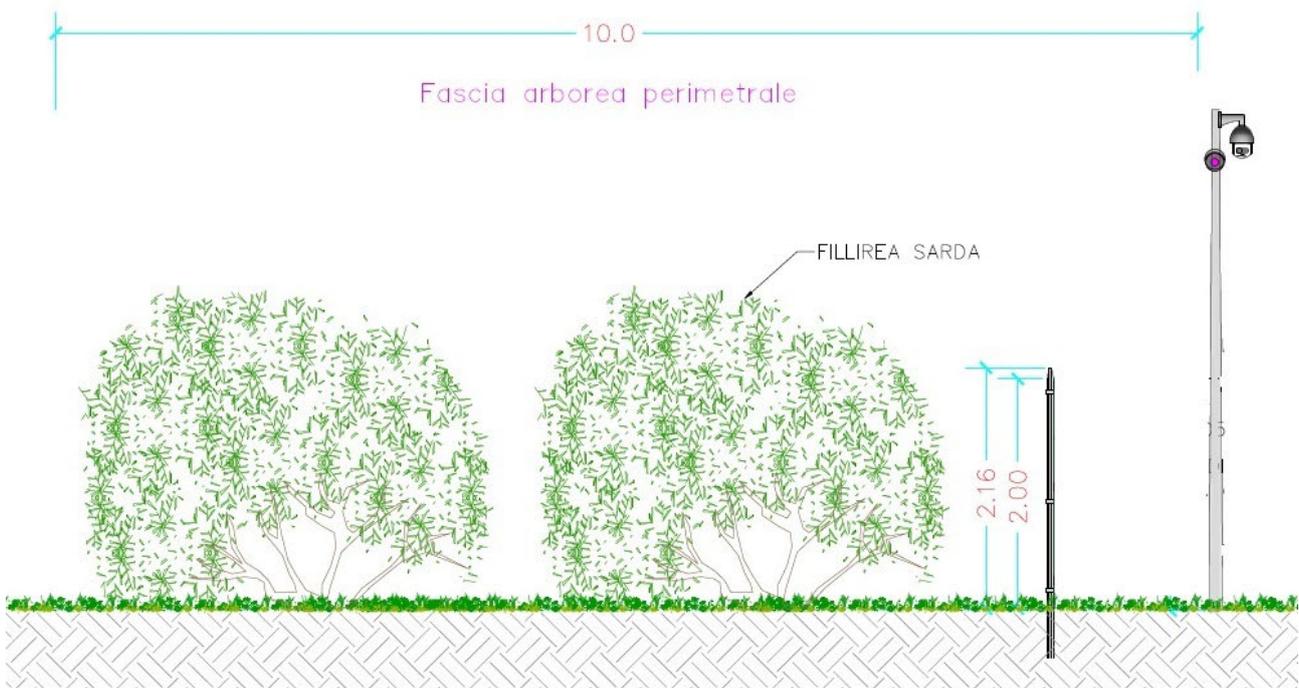


Esempio installazione Videosorveglianza - Tipico

#### 6.4 Mitigazione Perimetrale

Esternamente alla recinzione, è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di circa 10m di essenze tipiche del luogo all'esterno della recinzione di altezza pari alla stessa. La siepe perimetrale contribuirà a schermare l'impianto e contribuirà all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

La superficie occupata dalla fascia di mitigazione perimetrale di progetto è pari a circa 66.800 mq.



Sezione Fascia Arborea Perimetrale - Tipico

## 6.5 Cabine di Conversione Inverter (Power Station)

Le cabine di conversione Inverter (Power Station) saranno della tipologia a SKID con i vantaggi tecnici e la flessibilità degli inverter centrali modulari.

Saranno installate 11 cabine di conversione Inverter Station.

In fase di progetto esecutivo il numero e le dimensioni delle Inverter Station potrà variare a seconda di eventuali ottimizzazioni tecniche necessarie.

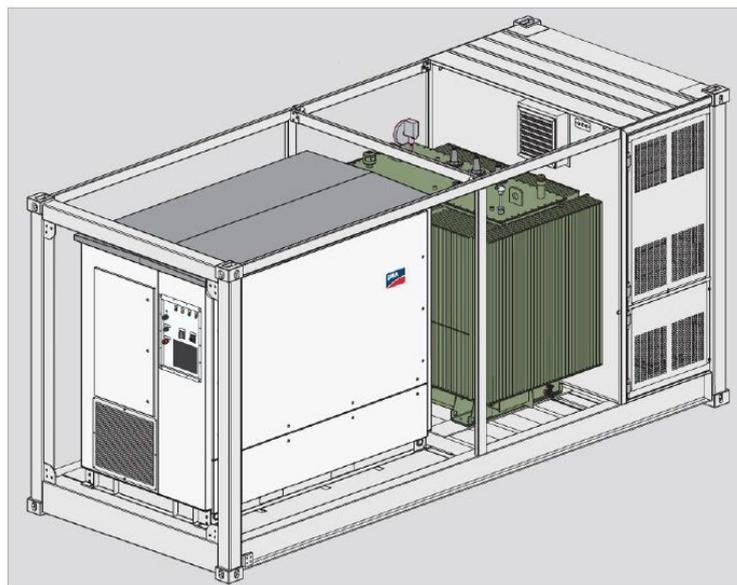
Queste Inverter Station consentono il dimensionamento ottimale degli impianti FV fornendo il minor costo di sistema e la massima resa grazie a una perfetta combinazione di appositi componenti di media tensione è in grado di offrire una densità di potenza ancora maggiore all'interno di un container da 20 piedi che può essere consegnato chiavi in mano in tutto il mondo. Ideale per la nuova generazione di centrali fotovoltaiche da 1500 VCC di tensione, questa soluzione integrata assicura semplicità di trasporto nonché rapidità di montaggio e messa in servizio.

### MVPS for SC UP

- **MVPS-4000-S2-10**
- **MVPS-4200-S2-10**
- **MVPS-4400-S2-10**
- **MVPS-4600-S2-10**

### MVPS for SC UP-US

- **MVPS-4000-S2-US-10**
- **MVPS-4200-S2-US-10**
- **MVPS-4400-S2-US-10**
- **MVPS-4600-S2-US-10**



**MoW-Skid according to IEC 62271-202**

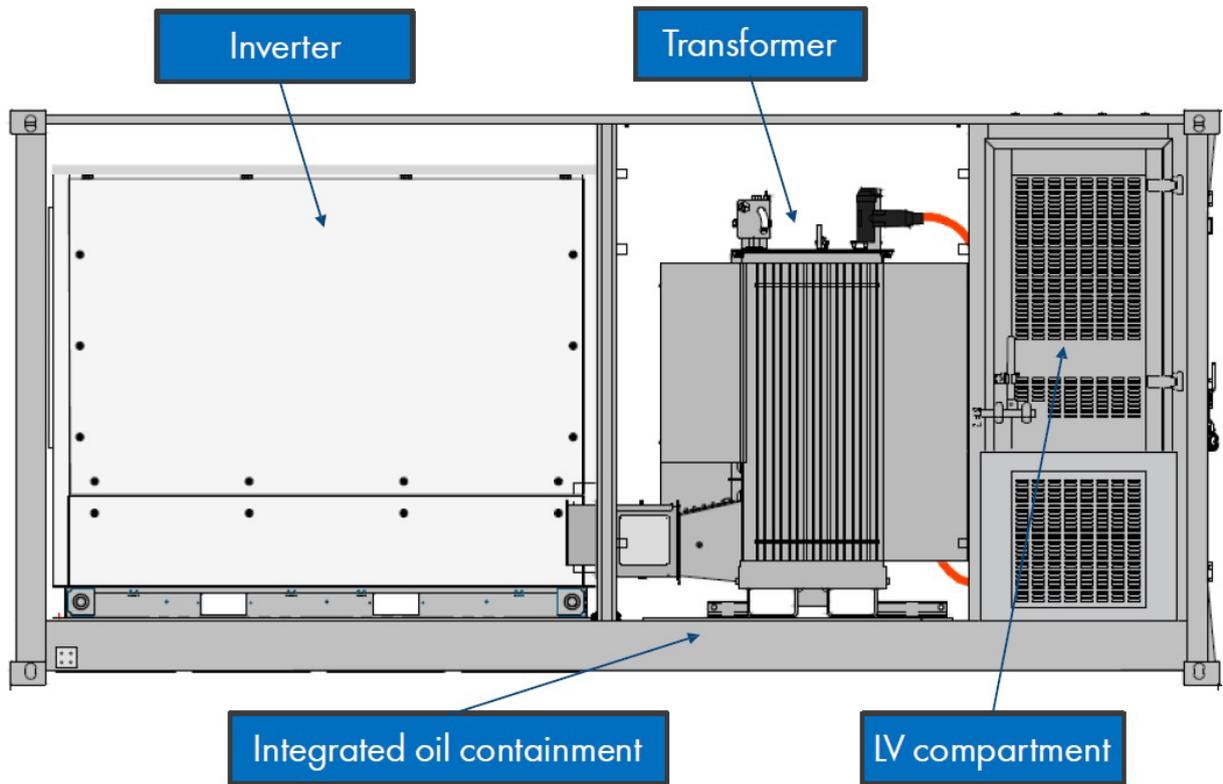
**US-Skid according to UL 1741**

Layout tipologico Cabina di Conversione

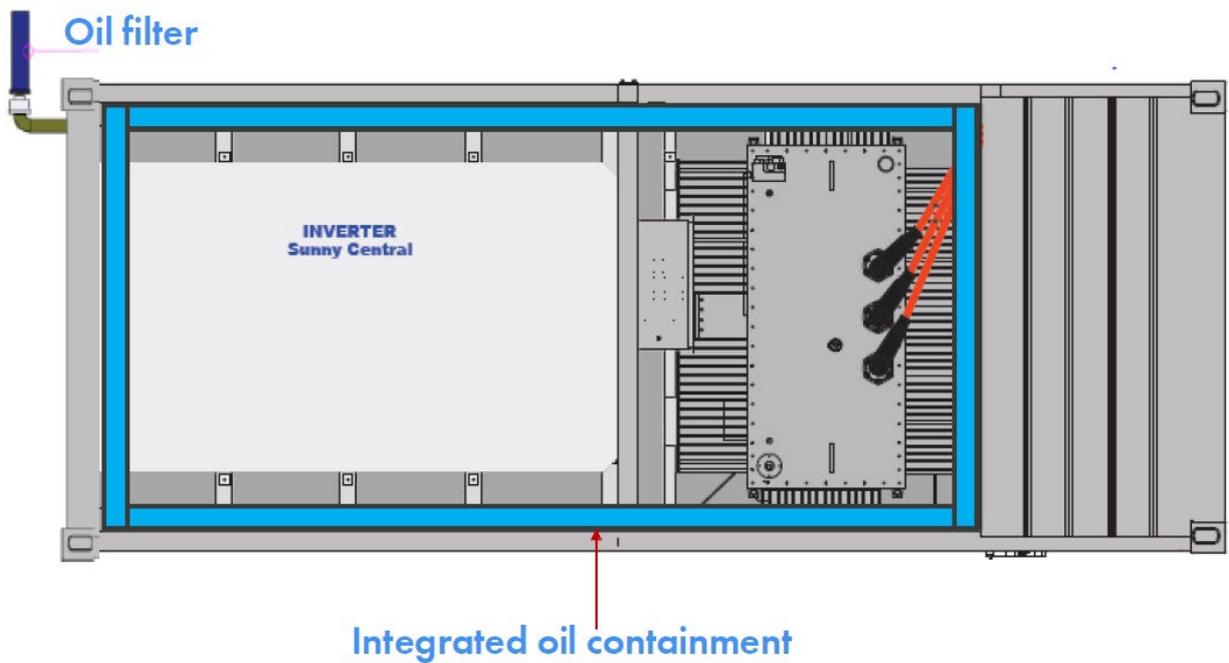
### Principali Caratteristiche:

- Per tutte le tensioni di rete delle centrali fotovoltaiche
- Soluzione di piattaforma per una progettazione flessibile delle centrali fotovoltaiche
- Pronta per condizioni ambientali complesse
- Soluzione chiavi in mano
- Container marittimo compatto da 20 piedi
- Componenti testati prefiniti
- Completamente omologato
- 5 anni di garanzia su tutti i componenti

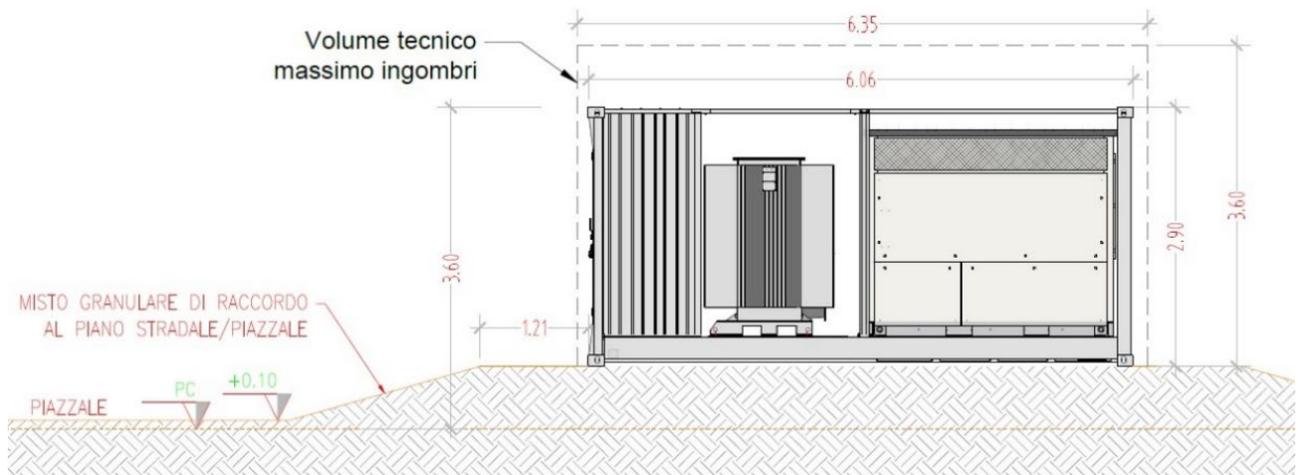
- Efficienza dei costi
- Bassi costi di trasporto
- Costi di installazione minimi



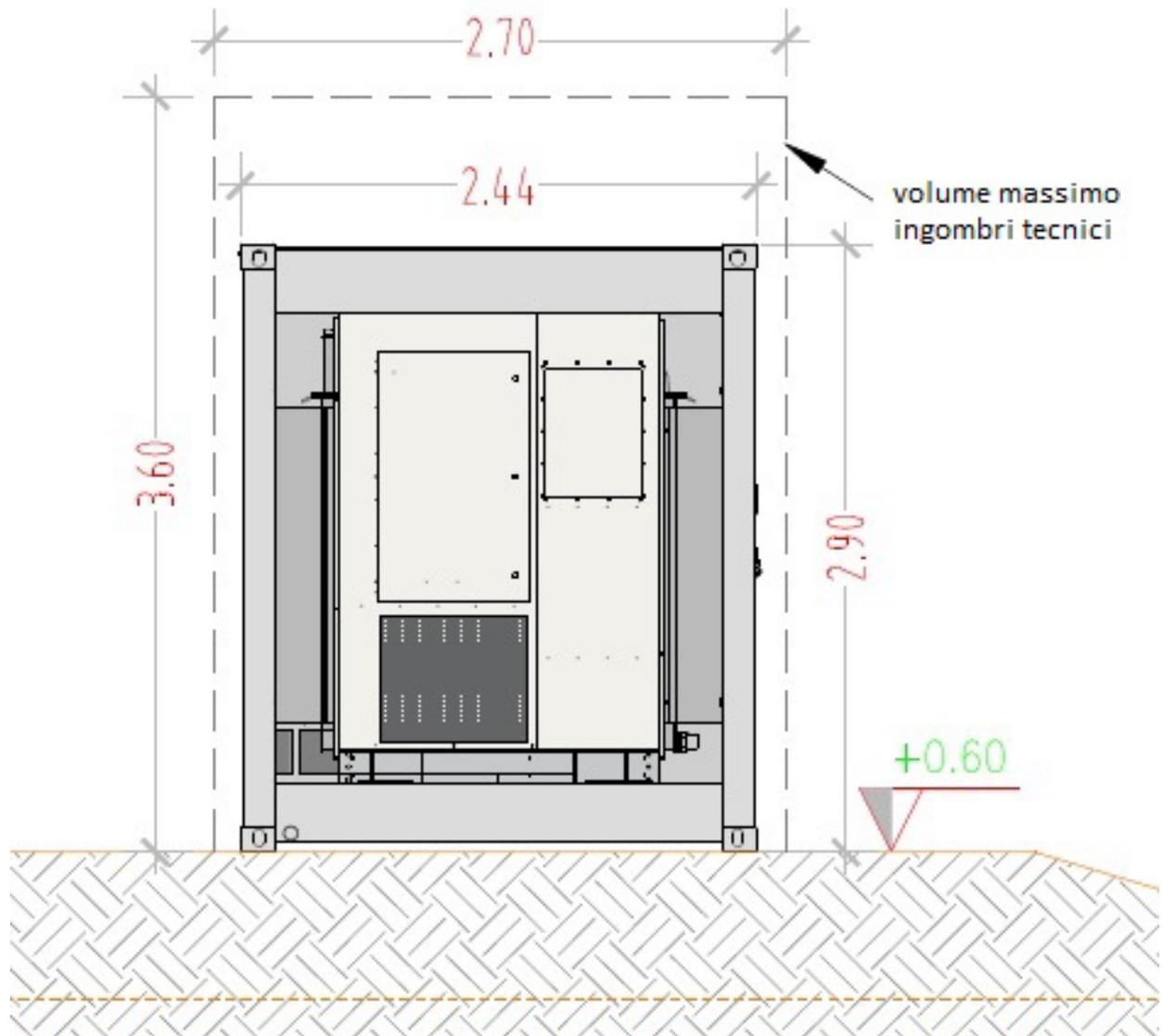
Configurazione Tipologica Cabina di Conversione



Dettaglio impianto contenimento Olio

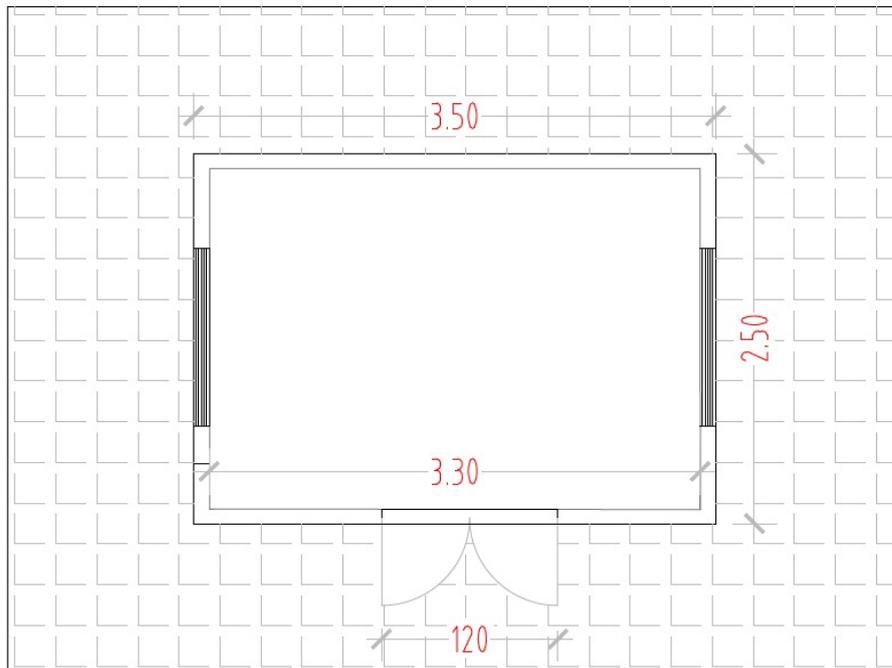


Tipologico ingombro prospetto frontale Cabina Inverter

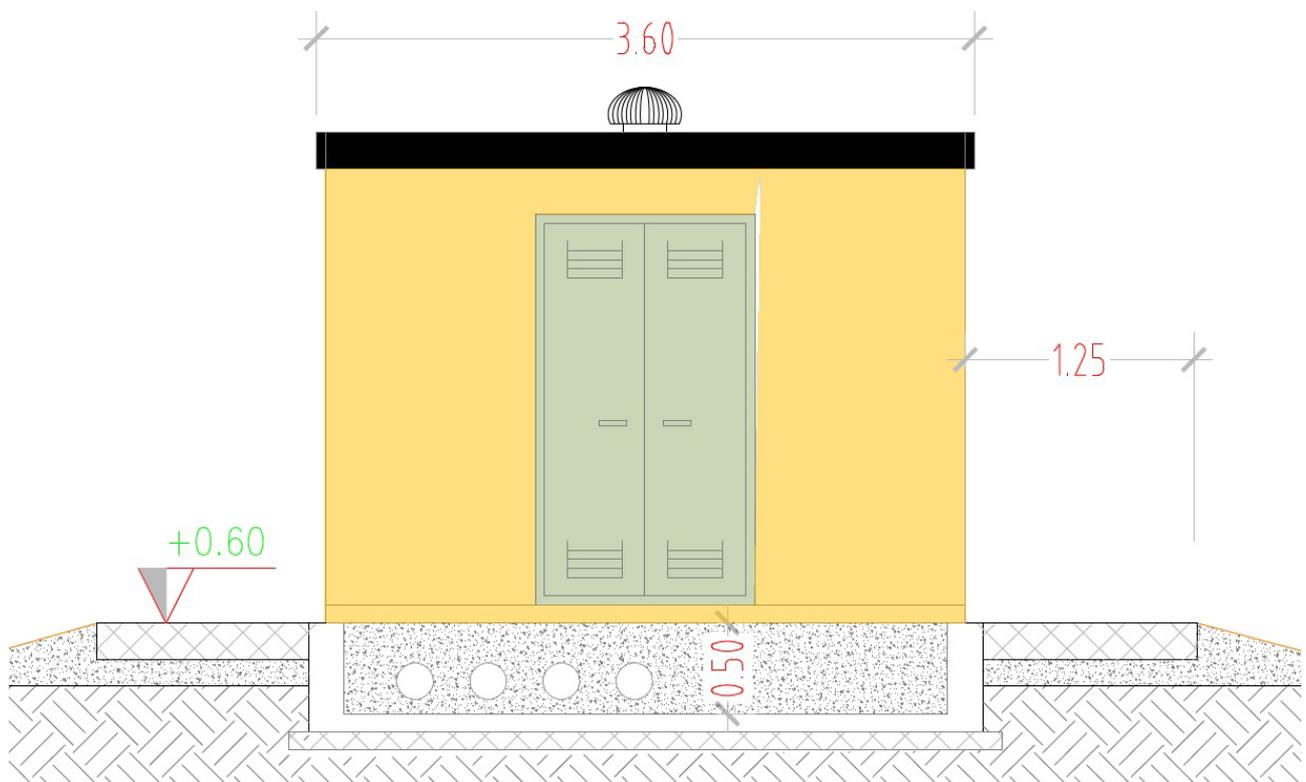


Tipologico ingombro prospetto laterale Cabina Inverter

Per ogni Power Station verrà installata una cabina ausiliaria avente le seguenti caratteristiche dimensionali.



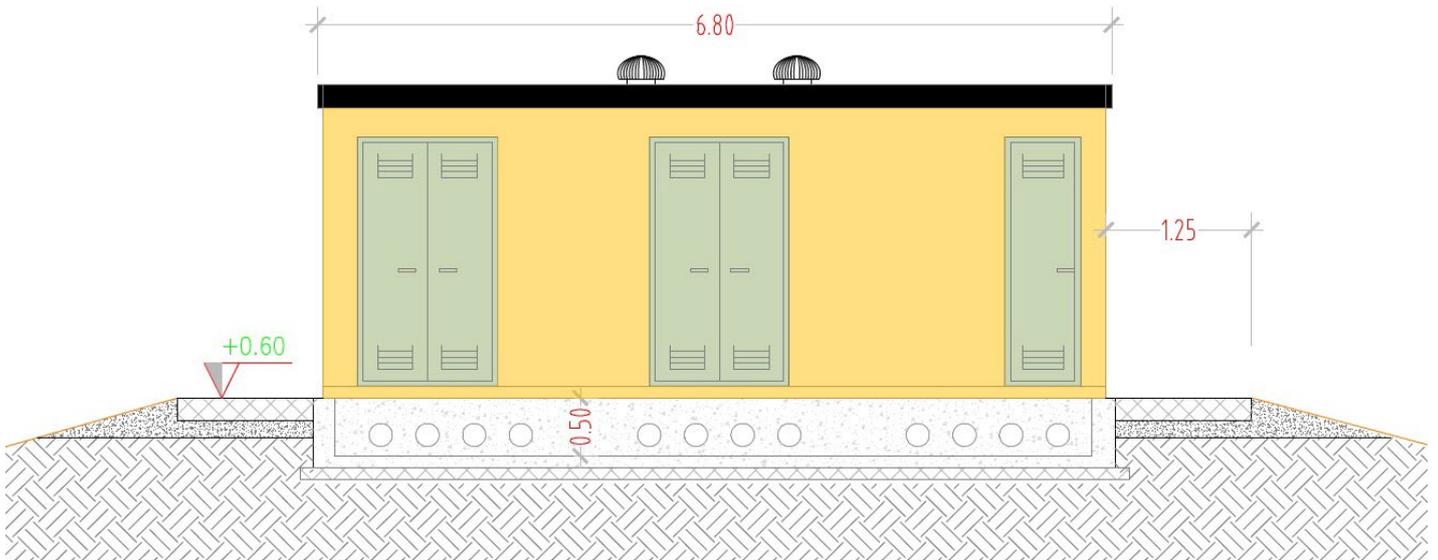
Pianta Cabina Ausiliaria Power Station



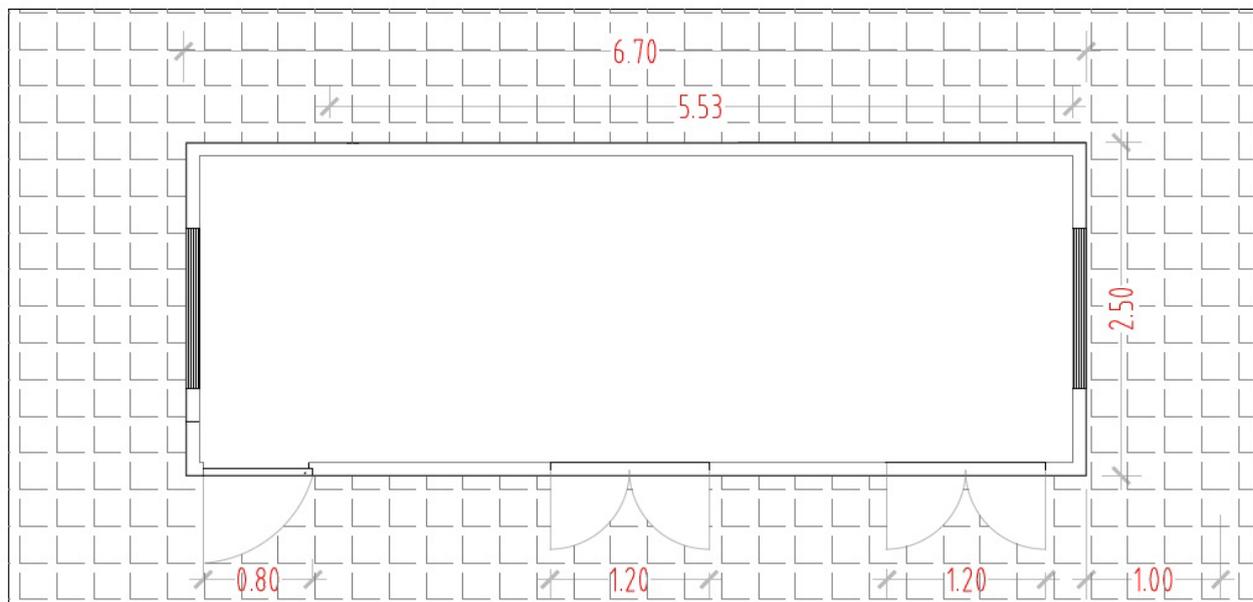
Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria Power Station

## 6.6 Cabine Ausiliarie

Essendo l'impianto composto da 2 campi fotovoltaici, le linee di Media Tensione delle Power Station di ogni sottocampo, faranno capo a **2 Cabine Ausiliarie MT**, nelle quali saranno posizionati i quadri generali di Media Tensione.



Particolare Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria



Particolare Pianta Cabina Ausiliaria

Le linee di Media Tensione a 30kV dalle Power Station di ogni sottocampo si attesteranno alle Cabine Ausiliarie MT. Da qui proseguiranno le linee 30kV generali fino alla cabina elettrica di MT principale, situata nella SSE Step up di elevazione tensione di nuova realizzazione.

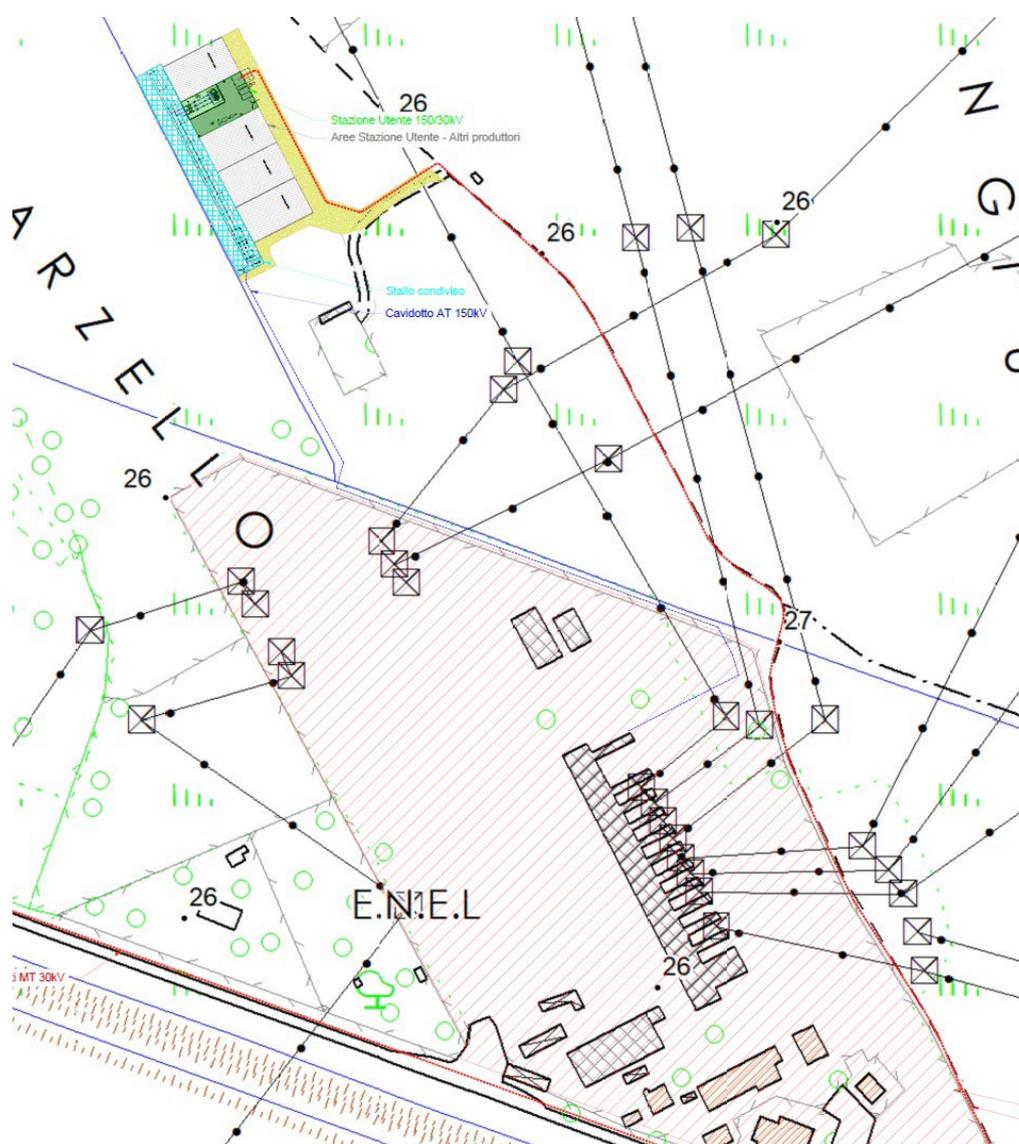
## 6.7 Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico

La porzione di area ove sarà realizzata la Sottostazione Elettrica MT/AT dell'impianto fotovoltaico sarà ubicata a Est delle aree di impianto, rispettivamente a circa 3.5 km dalla porzione Nord e a circa 2.5 km dalla porzione SUD.

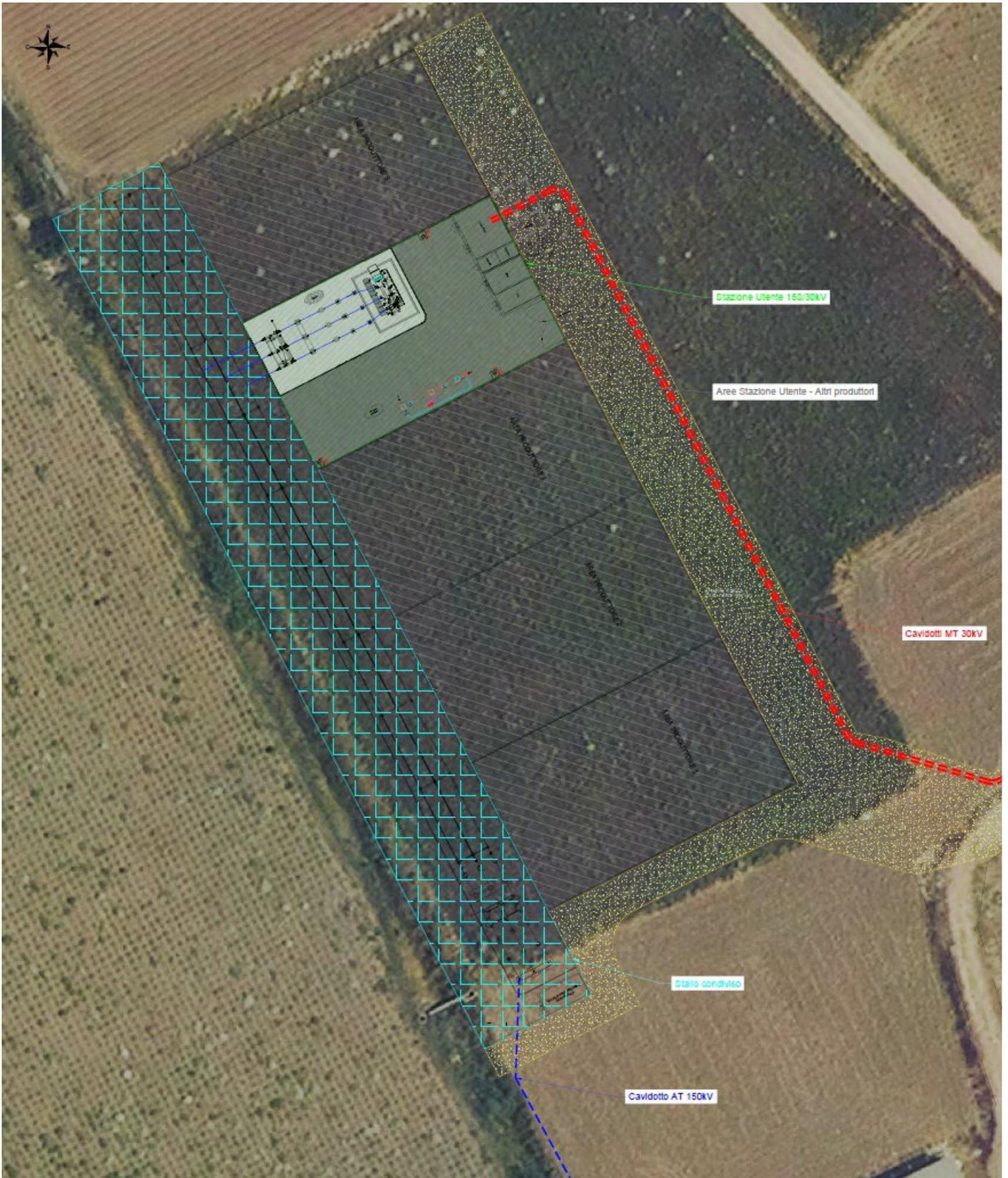
La nuova sottostazione occuperà una superficie di circa 840mq (37.3x22.5m) e sarà essenzialmente costituita di un edificio elettrico con struttura prefabbricata, un trasformatore 150/30 kV e dispositivi AT.

La SE di Utente sarà realizzata a nord della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor e verrà inserita in antenna a 150 kV, e più precisamente localizzate nel Comune di Villasor Fg.22 p.lle 378 e 81.

La linea di connessione AT dalla Stazione Elettrica di Impianto alla Stazione Elettrica RTN di TERNA sarà lunga circa 500 m.



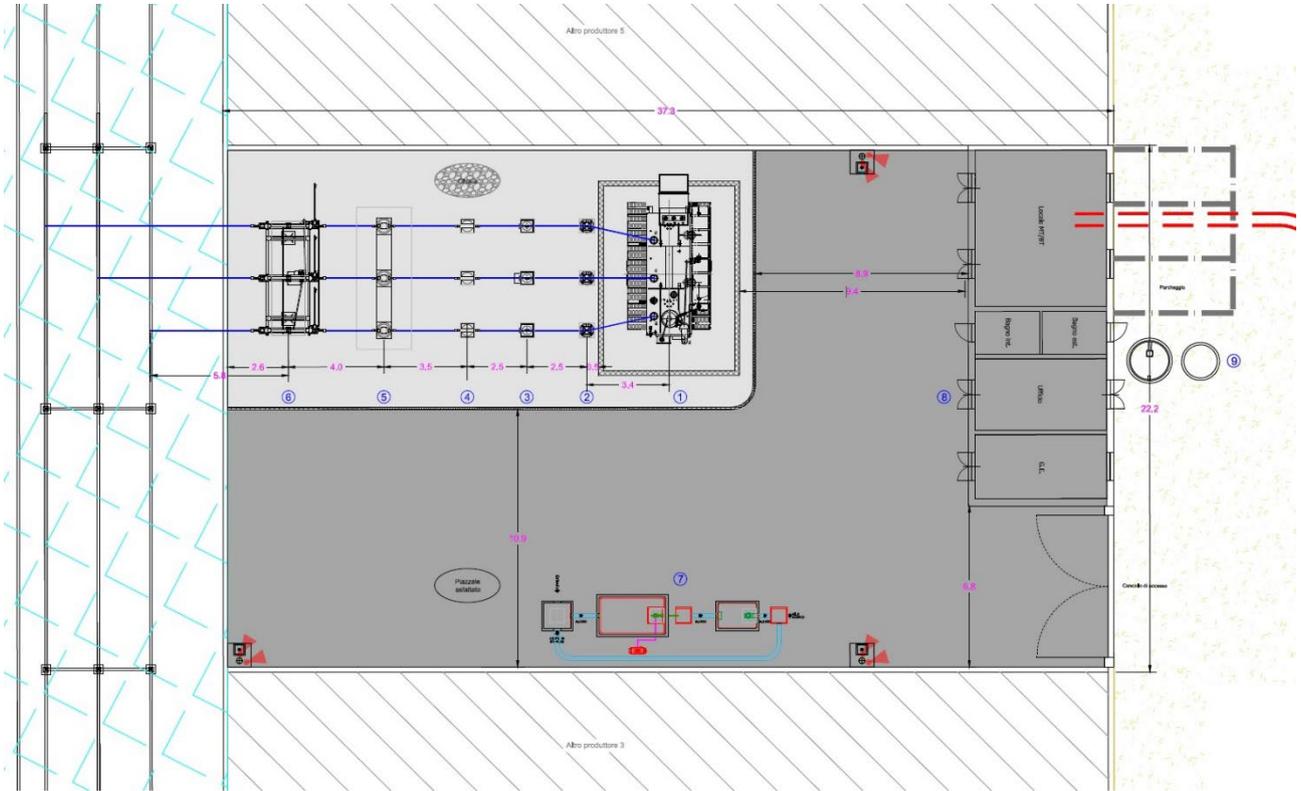
Area SE Utente/Produttori e SE TERNA  
(estratto Tav.70 - Planimetria generale di inquadramento della soluzione di connessione)



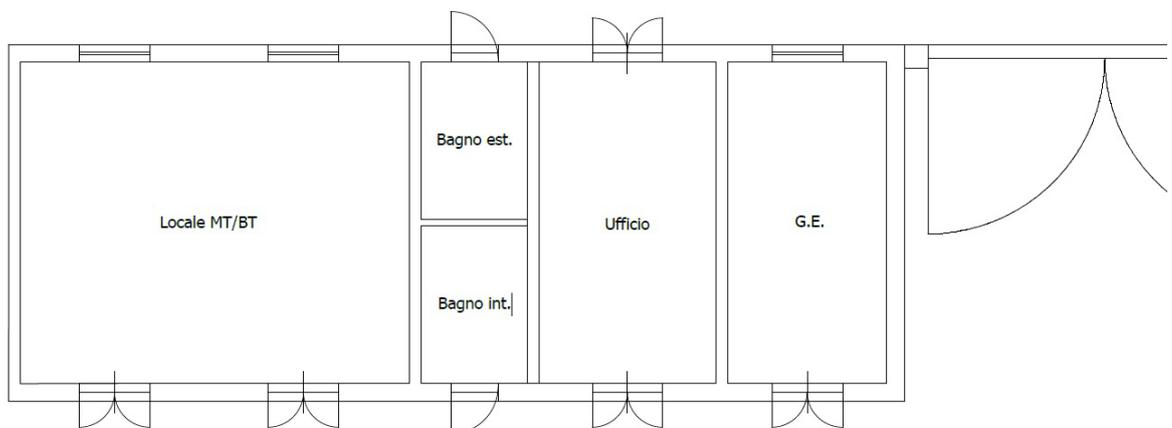
*Area SE Utente/Produttori  
(Tav.71 - Planimetria di progetto su ortofoto - Stazione Utente)*

Nell'area della Stazione Elettrica verrà realizzata una Cabina Elettrica che ospita i locali tecnici e di servizio, ed in particolar modo:

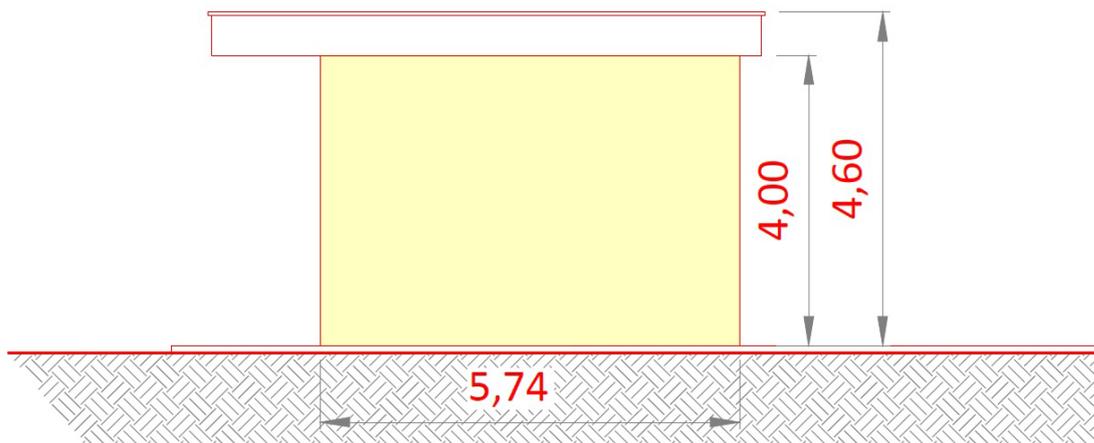
- locale MT/BT
- locale Ufficio
- locale G.E.



L'opera in oggetto è un edificio monopiano con struttura il calcestruzzo armata a telaio (travi e pilastri) che si sviluppa in pianta 15.2 m x 6,3 m.



Pianta Edificio SE Utente



Prospetto

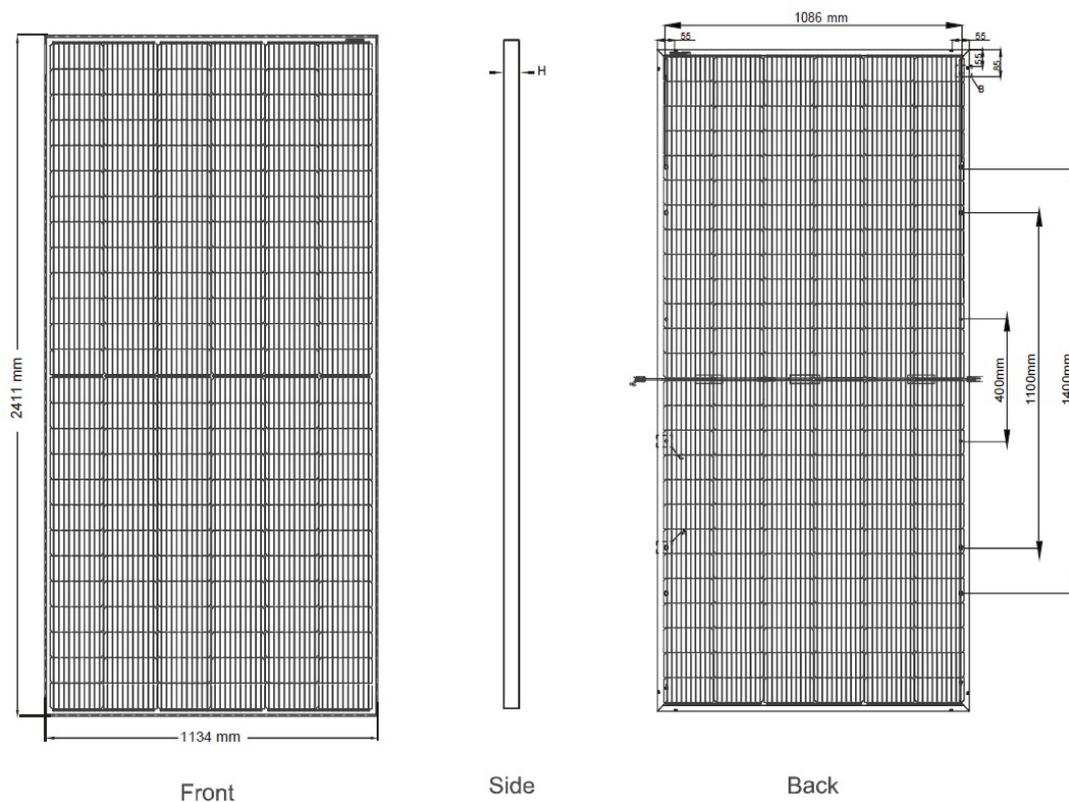
Laterale Edificio SE Utente

### 6.8 Moduli Fotovoltaici

I moduli individuati sono della potenza di 585 Wp, essendo al momento la scelta disponibile sul mercato su una proiezione temporale attendibile, con tensione di sistema a 1500V raccolti in stringhe da 26 moduli con le seguenti caratteristiche tecniche.

La superficie dei moduli fotovoltaici di progetto è pari a circa 212.760 mq.

Le caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico tuttavia potranno cambiare nello stato avanzato della progettazione esecutiva in accordo con le migliori condizioni del mercato.



Caratteristiche dimensionali tipologiche Modulo Fotovoltaico

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V		JKM580M-7RL4-V		JKM585M-7RL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp	585Wp	435Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.97V	40.93V	44.09V	41.04V	44.20V	41.15V	44.31V	41.26V	44.42V	41.36V
Maximum Power Current (Imp)	12.85A	10.27A	12.93A	10.33A	13.01A	10.40A	13.09A	10.46A	13.17A	10.52A
Open-circuit Voltage (Voc)	53.20V	50.21V	53.32V	50.33V	53.43V	50.43V	53.54V	50.54V	53.65V	50.64V
Short-circuit Current (Isc)	13.53A	10.93A	13.61A	10.99A	13.69A	11.06A	13.77A	11.12A	13.85A	11.19A
Module Efficiency STC (%)	20.67%		20.85%		21.03%		21.21%		21.40%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

Caratteristiche Tecniche tipologiche Modulo Fotovoltaico

### 6.9 Strutture di Supporto

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, la fondazione su cui poggeranno le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo ad infissione, costituita da tubolari o omega in acciaio zincato (pali), che saranno infissi direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di una macchina specifica. Tale tecnologia è utilizzata nell'ambito dell'ingegneria ambientale e dell'eco-edilizia al fine di non alterare le caratteristiche naturali dell'area soggetta all'intervento. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

Le fondazioni, oltre ad assicurare le strutture di sostegno al terreno, assumono anche la funzione di zavorra per opporsi all'azione del vento.

La realizzazione di queste opere sarà eseguita in varie fasi:

- Rilievo piano - altimetrico e picchettamento dell'area al fine di individuare le aree di posizionamento dei pali;
- Posizionamento della strumentazione atta a eseguire l'infissione tramite opportuna macchina con sistema a compressione;
- Esecuzione dell'infissione;
- Montaggio delle carpenterie metalliche delle strutture porta moduli.

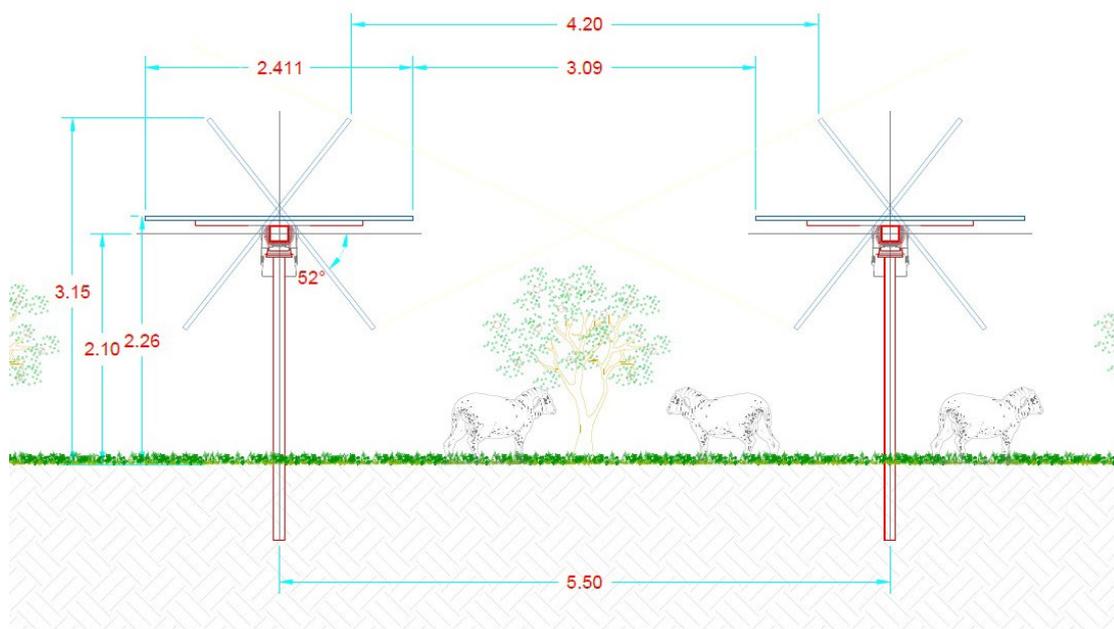
I moduli fotovoltaici verranno installati su strutture di supporto della tipologia Tracker mono-assiale con asse di rotazione in sviluppo longitudinale lungo l'asse Nord-Sud con esposizione dei moduli fotovoltaici variabile da Est ad Ovest.

I filari potranno avere interasse compreso tra i 5 e i 6 metri.

Questa tecnologia consente di produrre circa il 20% in più rispetto alla tradizionale struttura di supporto fissa.

---

La superficie occupata dalle strutture di supporto di progetto è pari a circa 226.000 mq.



Sezione trasversale tipologica struttura Tracker

Le fondazioni, basi di sostegno delle strutture, saranno profili debitamente dimensionati direttamente infissi al suolo, ad una profondità variabile in funzione dei carichi e delle azioni e parametri normativi di calcolo che verranno elaborati nel progetto esecutivo. I dispositivi saranno proporzionati in funzione della massima azione del vento e del massimo carico applicabile sulla superficie di posa.

### Considerazioni ecologiche

Il campo di moduli è disposto in modo da far penetrare nel suolo sottostante luce e umidità a sufficienza. In quest'area si possono così sviluppare una flora ricca di varietà con la rispettiva fauna. In tal modo, la superficie di costruzione del grande impianto fotovoltaico non funge solo da generatore di energia solare, bensì anche da protezione della flora e della fauna.

### Altezza ottimale

Poiché la distanza dallo spigolo inferiore del modulo al suolo è di almeno 0,4 m è possibile coltivare e utilizzare la superficie del suolo, anche allevandovi animali. Inoltre, la distanza dal suolo impedisce il danneggiamento o l'insudiciamento da parte degli animali. Tale distanza garantisce inoltre una resistenza sufficiente ad eventuali carichi di neve.

### Montaggio rapido

Tutti i componenti sono preassemblati e confezionati conformemente al tipo di modulo scelto. I moduli devono essere soltanto inseriti dall'alto nei punti d'inserimento. Ciò garantisce una maggiore velocità di installazione.

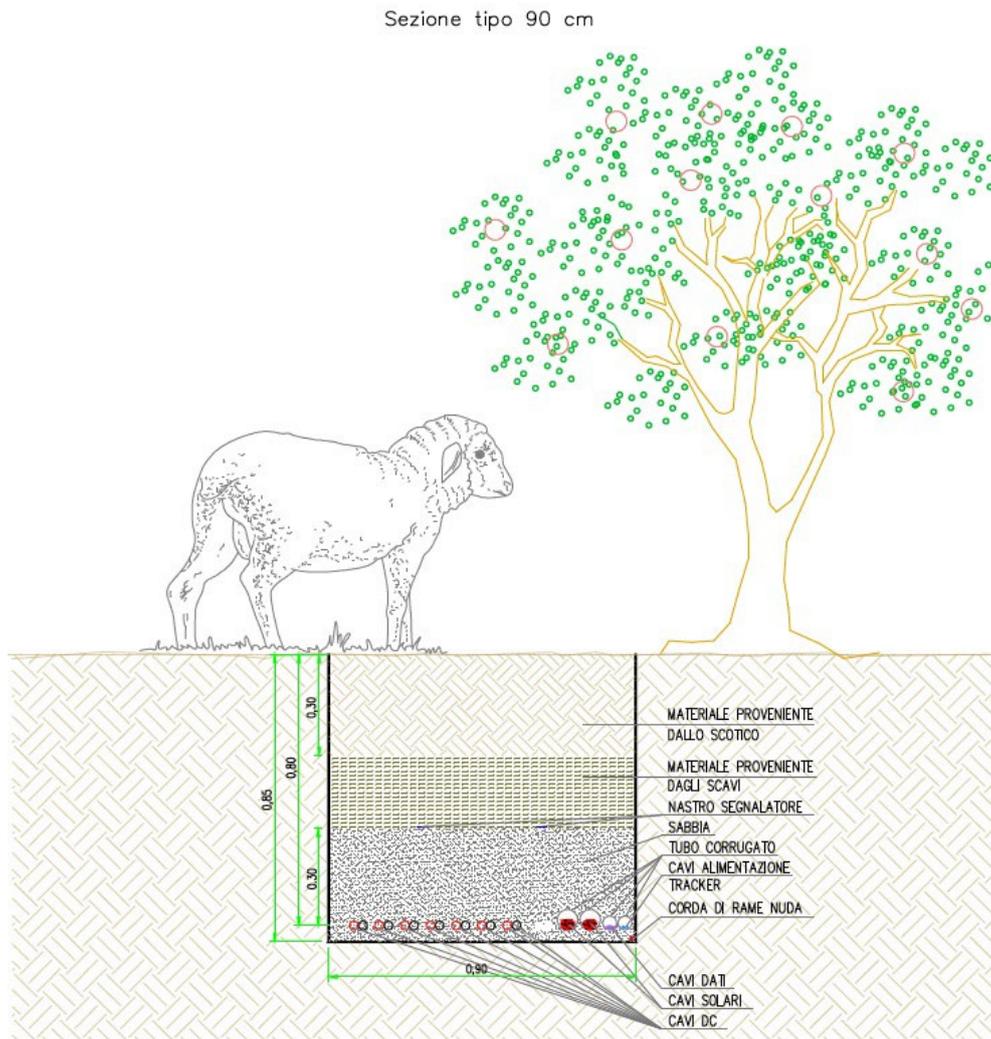
### Massima durata

Le strutture sono costruite in acciaio zincato e alluminio mentre la bulloneria è in acciaio inox. L'elevata resistenza alla corrosione garantisce una lunga durata e offre la possibilità di un riutilizzo completo.

## 6.10 Cavidotti

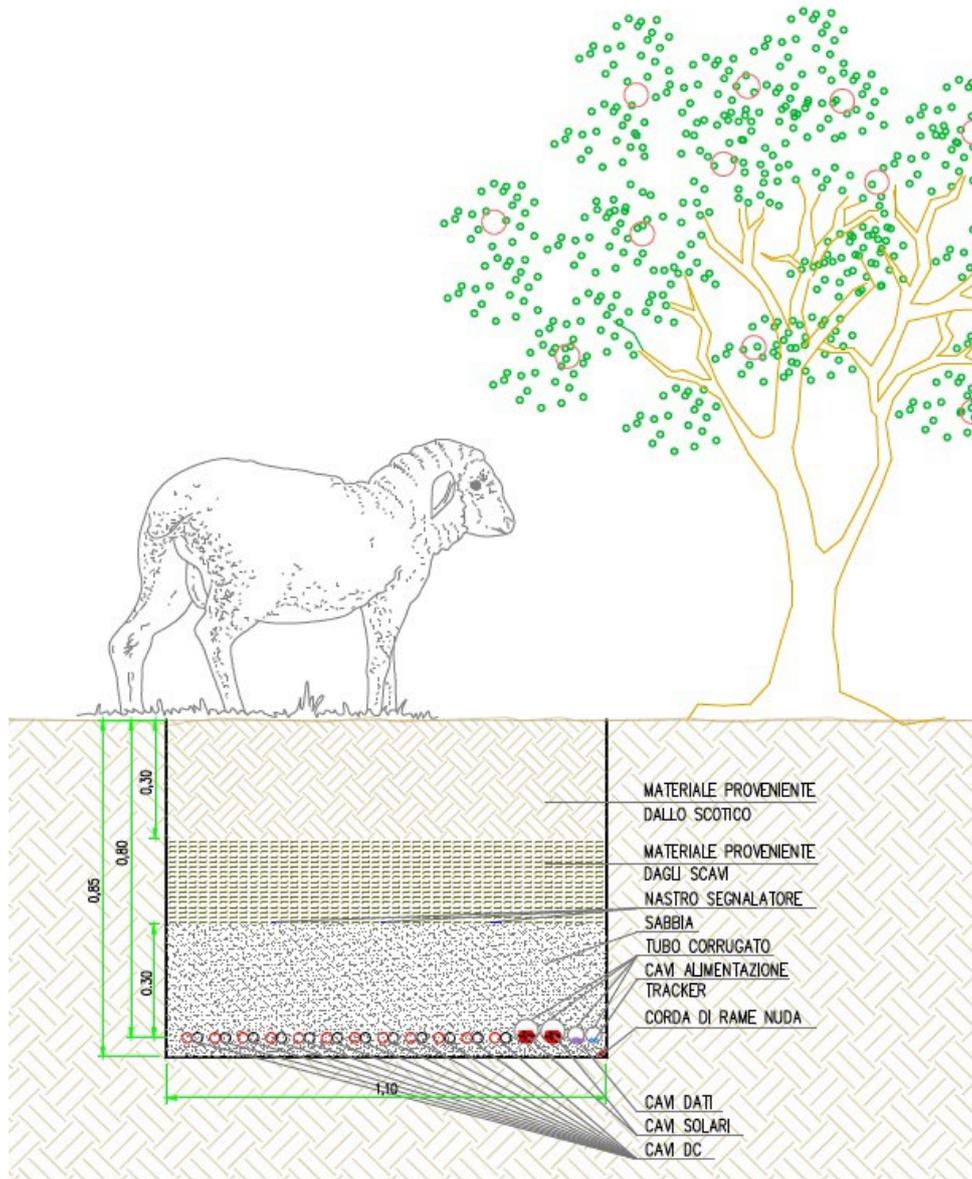
All'interno del campo agrivoltaico verranno realizzati cavidotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le centraline dei tracker, le cassette stringa dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid dell'Inverter Station.

### *Particolari tecnologici cavidotti BT*



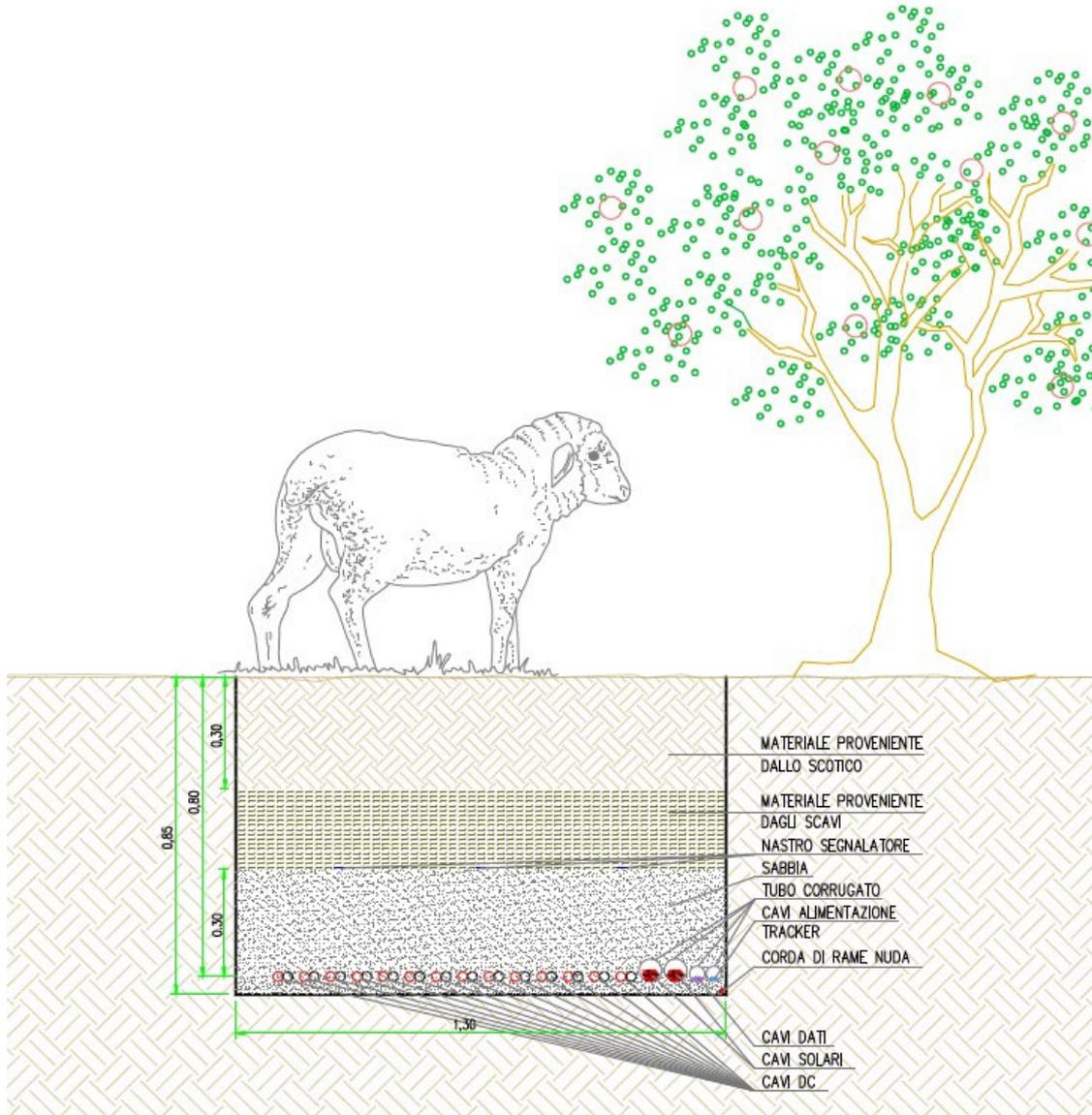
*Sezione cavidotto BT*

Sezione tipo 110 cm



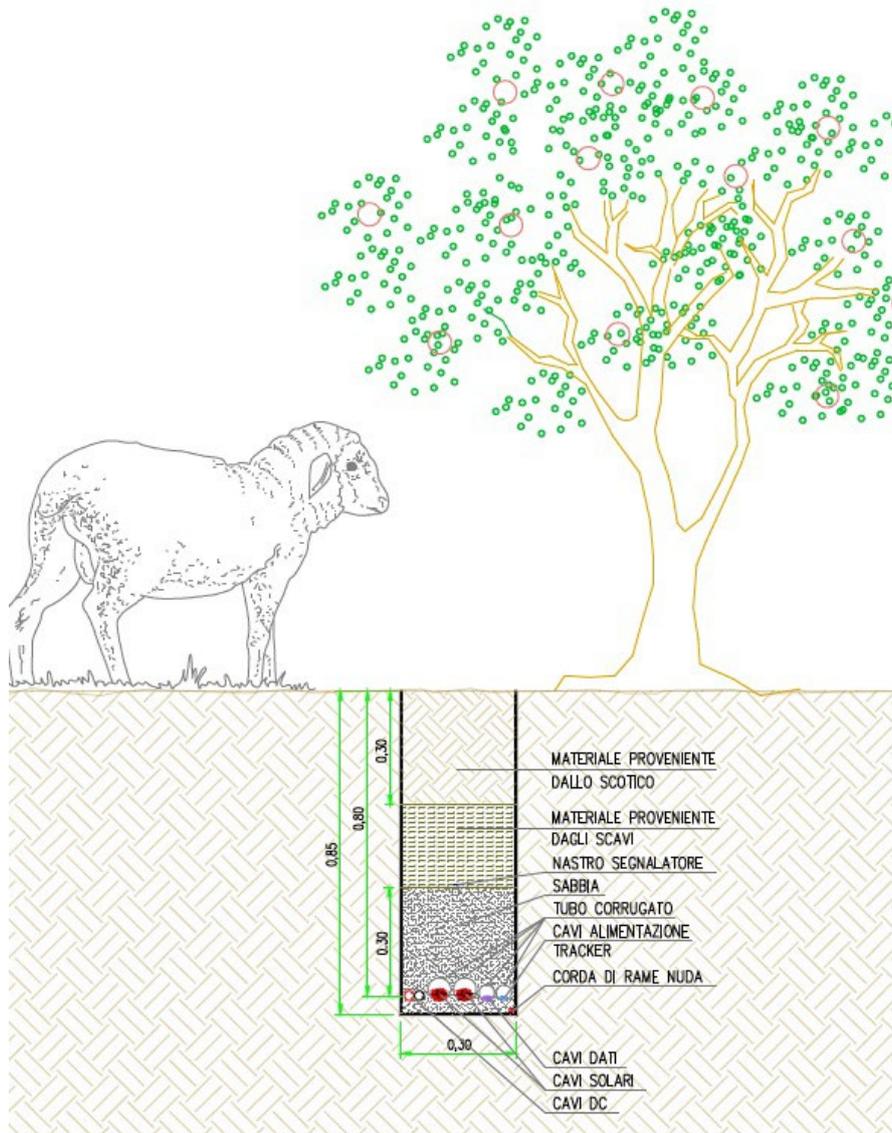
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 130 cm



Sezione cavidotto BT

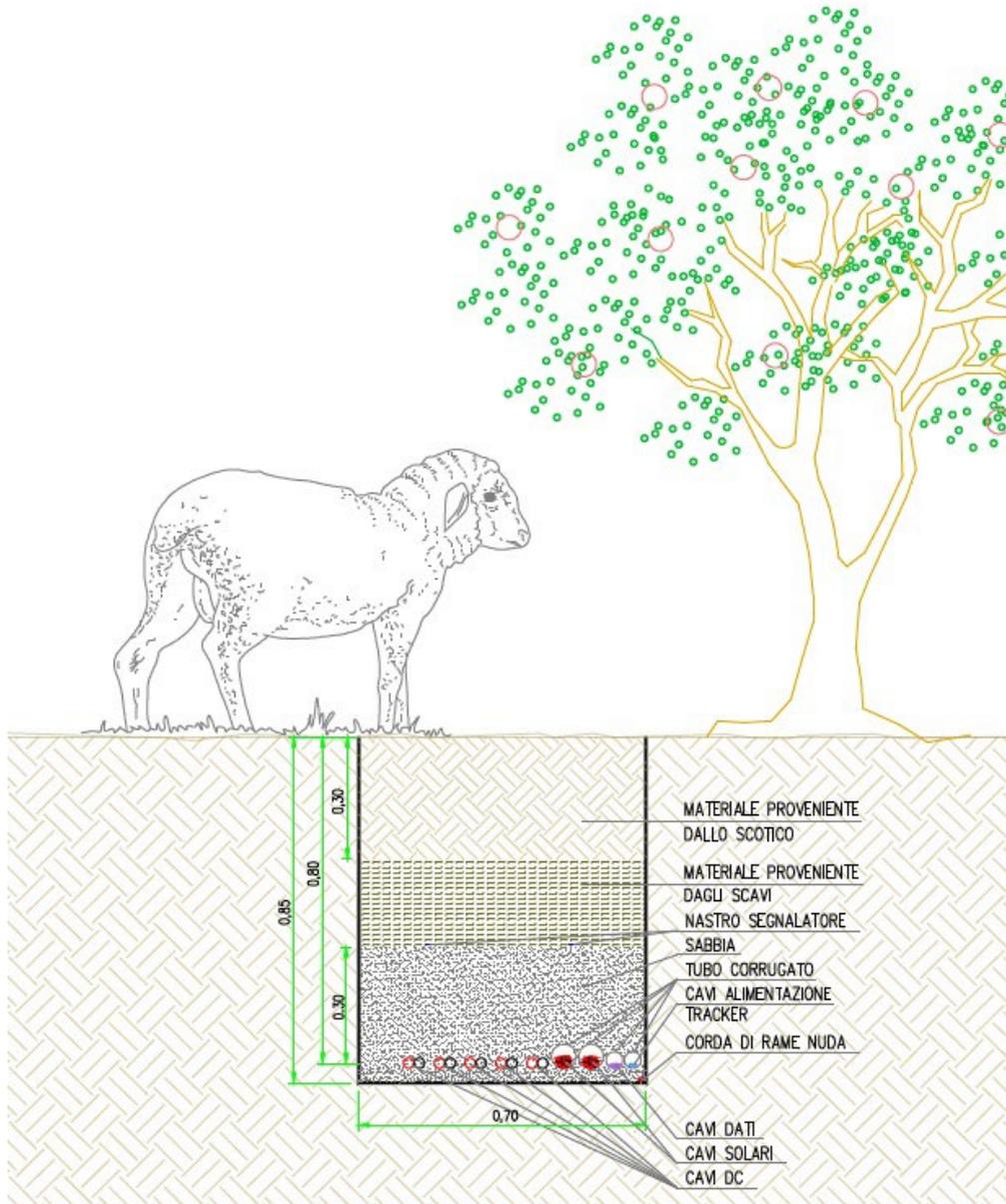
Sezione tipo 30 cm



Sezione cavidotto BT



Sezione tipo 70 cm

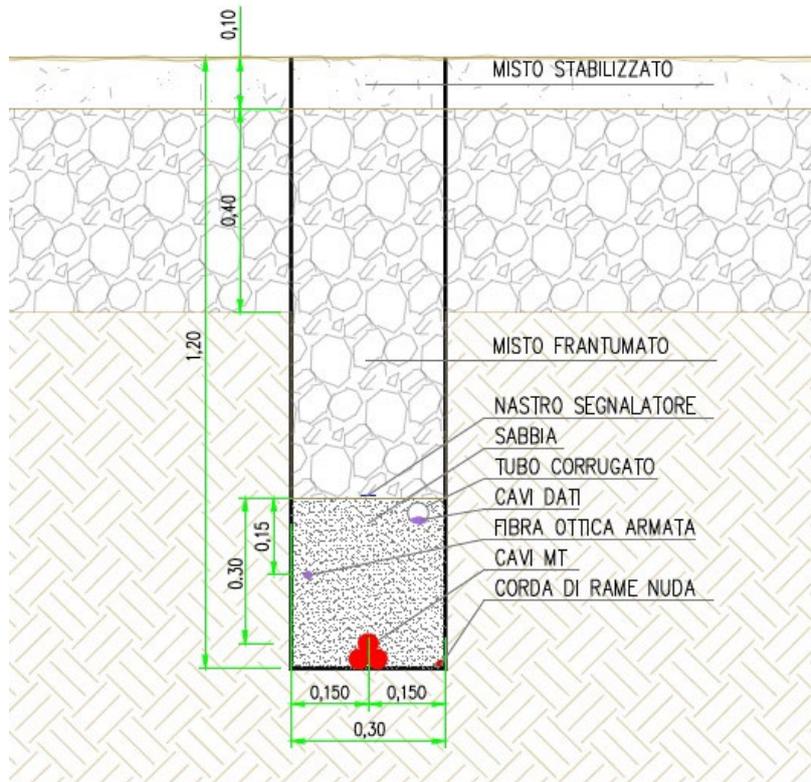


Sezione cavidotto BT

Oltre al reticolo in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter (Power Station) alle cabine Ausiliarie MT ed alla cabina MT localizzata nella Stazione Elettrica di impianto MT/AT.

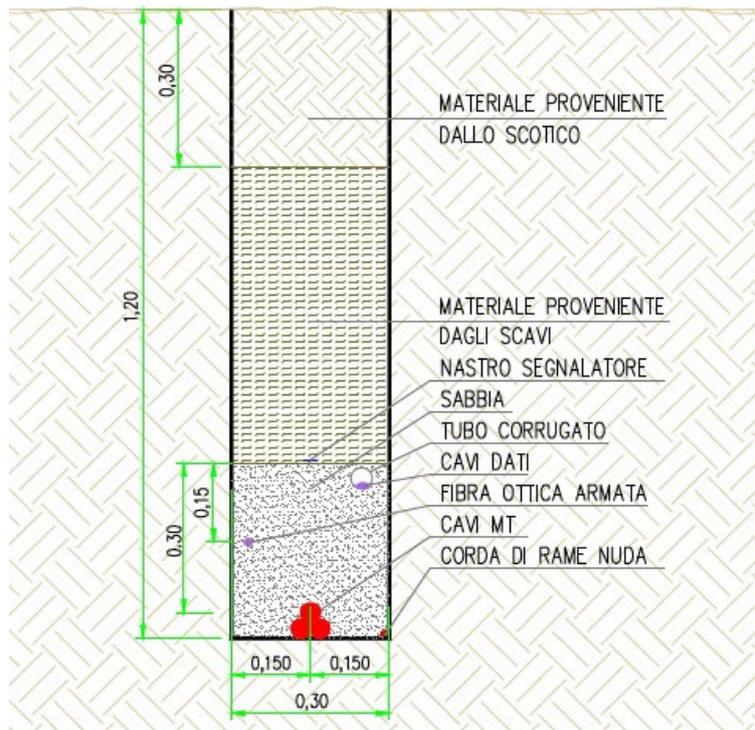
Particolari tecnologici cavidotti MT

Sezione tipo 30 cm "n. 1 terna di cavi MT"



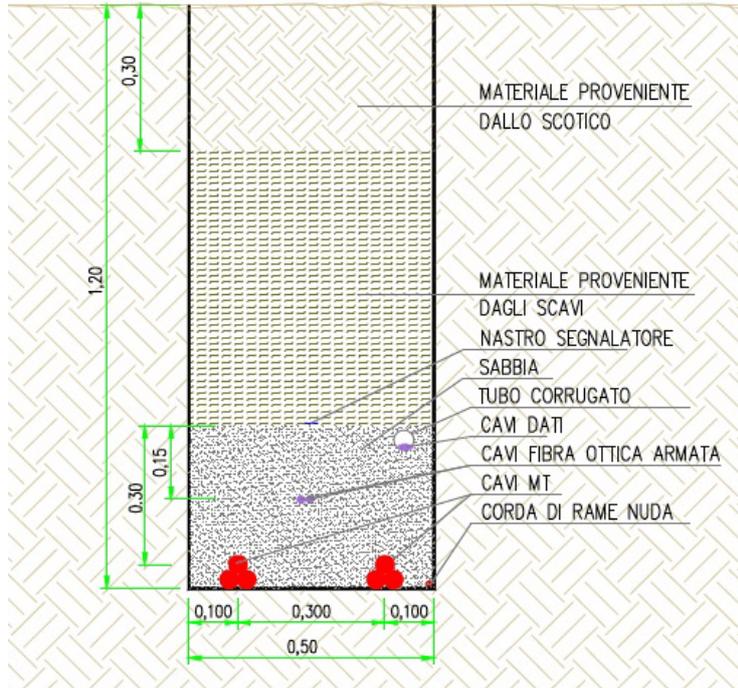
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 30 cm "n. 1 terna di cavi MT"



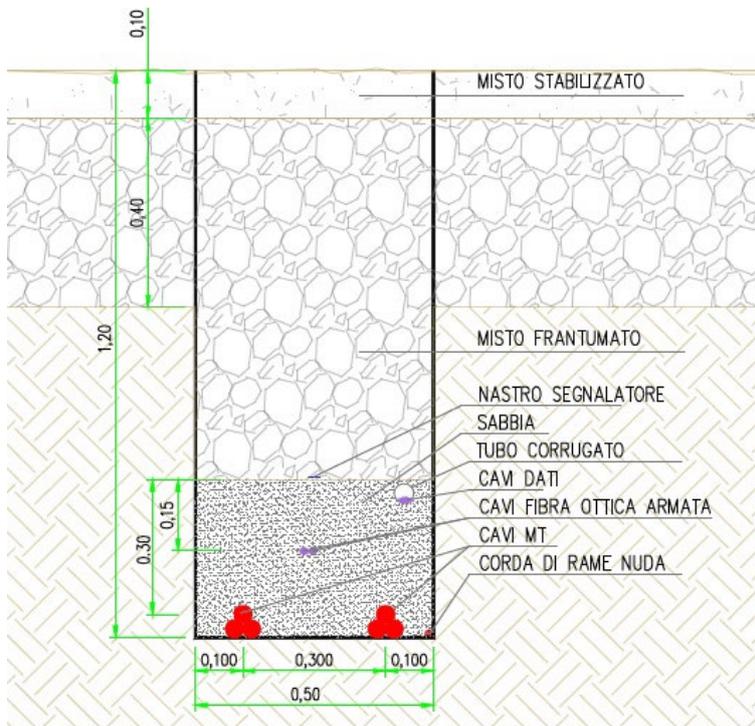
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



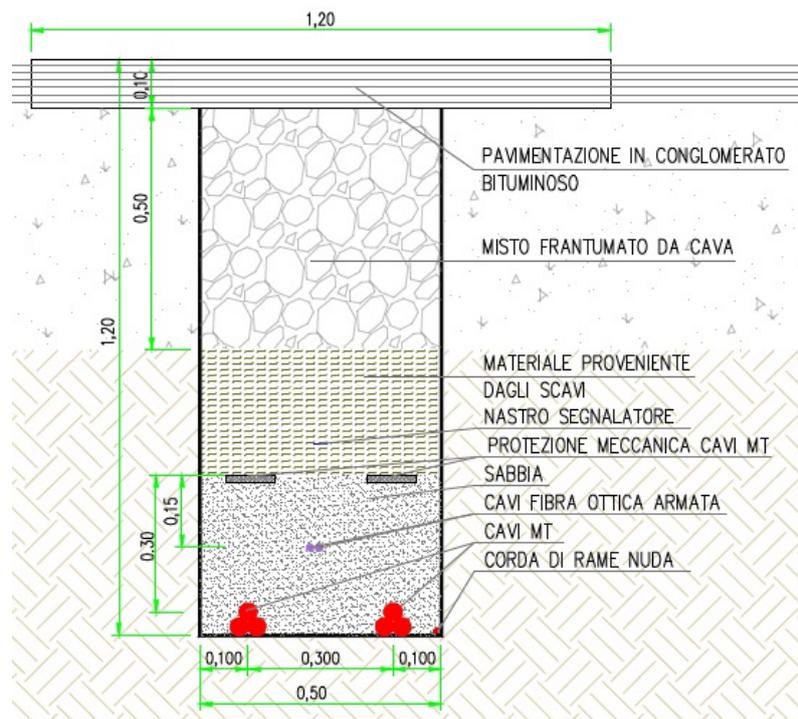
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



Sezione cavidotto MT

### Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



Sezione cavidotto MT

#### 6.11 Sistema di regimentazione delle acque

Il progetto dove necessario potrà prevedere la realizzazione di cunette drenanti, per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali di varia provenienza mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica. Tali interventi consentiranno un'azione protettiva del terreno.

#### 6.12 Trattamento del suolo

Al termine dei lavori di installazione dell'impianto seguirà una prima annata agraria in cui verranno solo compensate le irregolarità e i solchi causati dal transito di mezzi pesanti con terreno bagnato, lasciando germinare liberamente tutte le sementi di piante infestanti presenti nel terreno in relazione al succedersi delle stagioni, avendo cura che nessuna specie giunga alla maturazione e allo spargimento ulteriore di semi infestanti, tramite una sistematica trinciatura con trattore e trincia sarmenti nelle interfile e nelle aree libere, con trattorino trincia erba nelle zone intermedie e con il decespugliatore in quelle irraggiungibili con altri mezzi.

Dopo una completa annata agraria, a partire dall'inizio dell'estate verranno eseguite una serie di lavorazioni finalizzate ad ottenere nell'anno successivo una semina estesa per tutta la dimensione del sito e idonea a realizzare un omogeneo manto superficiale vegetato, differenziando le biocenosi erbacee tra le aree in ombra e le aree di interfila e in relazione alla natura fisica del suolo e alle sue caratteristiche pedologiche. Si prevede l'introduzione di essenze erbacee opportunamente scelte tra quelle tipiche e storicamente presenti in questi luoghi prima della diffusione dell'agricoltura intensiva.

Le operazioni colturali inizieranno il dissodamento manuale di tutte le aree perimetrali "di colletto" di qualsiasi palo, basamento, pozzetto o comunque di tutto ciò che emerge dal terreno, badando in particolare a eliminare rizomi e fittoni. Poi si interverrà con una grossa zappatrice semovente per

---

smuovere in profondità il terreno nelle aree adiacenti alle zone di “colletto” suddette e nelle aree dove i pannelli sono più vicini al suolo e dovunque ci siano strutture che possano limitare il passaggio in altezza al di sotto dei due metri. Il passaggio successivo sarà di intervenire con una vangatrice portata da un trattore di medie dimensioni con arco di protezione reclinabile, per ridurre al massimo l’ingombro in altezza, penetrando all’indietro perpendicolarmente all’interfila e tornando all’esterno vangando a brevi strisce parallele tutta la superficie sottostante i pannelli.

Solo a questo punto sarà possibile procedere alla preparazione meccanica del terreno di tutti gli ampi spazi liberi tra le file e delle aree perimetrali, da eseguire con un trattore di maggiore potenza, tramite rippatura seguita da moto vangatura e da diversi passaggi di affinamento, in periodi in cui il terreno sia in idonee condizioni di tempera, per evitare la formazione di zolle persistenti, di difficile gestione in relazione alla germinatura delle sementi più minute.

Dopo che tutto il terreno sarà stato predisposto alla semina, al momento del primo abbassamento di temperatura durante il mese di settembre, si procederà ad una finta semina, cioè alla preparazione di un perfetto letto di semina senza poi effettivamente deporre alcuna semente nel terreno. Nei mesi successivi nasceranno e si svilupperanno tutti i semi presenti nello strato superficiale del terreno, che non riusciranno a raggiungere uno stadio riproduttivo per il sopraggiungere dell’inverno. Verso la fine di gennaio o comunque entro febbraio, non appena la temperatura si comincerà ad alzare per alcuni giorni consecutivi e in condizioni di persistente tempo sereno, si provvederà con un decespugliatore a eliminare le crucifere e altre specie che durante l’inverno avranno raggiunto maggiori dimensioni. Si procederà nuovamente all’affinatura del solo strato superficiale del terreno, compattato dalle piogge invernali, intervenendo necessariamente con piccoli attrezzi muniti di fresa negli spazi sotto ai pannelli e nelle vicinanze delle infrastrutture, mentre negli spazi liberi ad una erpicatura superficiale seguirà una fresatura. Si potrà finalmente procedere alle semine, differenziate tra zone in ombra e spazi liberi, di tutta la superficie dell’impianto.

Le sementi erbacee da utilizzare per la rinaturalizzazione dei siti saranno prevalentemente specie tappezzanti e saranno scelte in base a studi di archeologia botanica appositamente predisposti, raggiungendo il duplice obiettivo di rifertilizzare i terreni mettendoli a riposo e restituendo sostanza organica attraverso la trinciatura di tali essenze, e di risanare la biodiversità, ripristinando la vegetazione naturale potenziale dell’area, tramite la ricostruzione di biocenosi relitte e di ecosistemi paranaturali, riferiti ad una presunta vegetazione climax.

### 6.13 Trasporto di materiali

Per quanto possibile si farà ricorso a strutture preassemblate e preverniciate, al fine di ridurre al minimo i trasporti e le attività di cantiere.

Per quanto riguarda la posa in opera dei cavidotti interrati è stimabile che siano necessari 6 escavatori per realizzare i cunicoli su cui posare i cavi e circa 8 autocarri per la movimentazione della terra e per il trasporto delle cabine skid che giungeranno già assemblate e predisposte per il collegamento elettrico.

### 6.14 Uso di risorse

Durante le attività di cantiere l’approvvigionamento elettrico sarà garantito da gruppi elettrogeni.

L’approvvigionamento idrico avverrà a mezzo stoccaggio in appositi serbatoi serviti da autobotte.

---

## 7. OPERE ELETTROMECCANICHE

Le opere elettromeccaniche constano in:

- posa delle strutture metalliche di sostegno dei moduli;
- posa dei moduli fotovoltaici, compresi i collegamenti elettrici;
- posa delle apparecchiature per la conversione ed il controllo dell'energia fotovoltaica prodotta;
- posa dei quadri di campo;
- posa delle condutture interrate in corrente continua e in corrente alternata, in bassa tensione;
- posa delle apparecchiature di protezione e comando per le cabine elettriche;
- posa degli impianti di terra delle cabine elettriche;
- realizzazione stazione elettrica 150/30 kV.

### 7.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione)

Il sistema di generazione nella sua interezza è composto da 77.818 moduli, ciascuno da 585 Wp, per una potenza nominale complessiva di 45.524 kWp e da un totale di 12 inverter con potenza nominale in uscita complessiva di 38,532 kVA (a temperatura ambiente di 45°C) suddivisi in 11 unità di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT della tipologia a SKID outdoor (Inverter Station).

I complessivi 77.818 moduli FV, saranno disposti in file su tracker in stringhe da 26 moduli FV ciascuna, così come riportato nell'elaborato planimetrico in allegato (Planimetria di progetto). I cablaggi in DC, di sezione opportuna, saranno disposti negli Skid Outdoor. Le linee elettriche di potenza in DC hanno origine dai moduli fotovoltaici, sono di tipo solare (H1Z2Z2-K ex FG21M21) sezione pari a 4/6/10mmq. I moduli saranno collegati in serie in modo da realizzare stringhe che presentino caratteristiche elettriche compatibili con il sistema di conversione. Le disposizioni delle stringhe nel campo agrivoltaico saranno studiate in modo da facilitare i collegamenti e le future ispezioni e manutenzioni. Le suddette stringhe faranno capo a delle string box, installate in numero adeguato, in riferimento agli ingressi DC degli MPPT inverter, e posizionate in modo baricentrico rispetto alle relative stringhe di pertinenza, al fine di mantenere una caduta di tensione contenuta ed equilibrata a livello DC. Le string box avranno caratteristiche assimilabili a:

Max tensione DC 1500V;

Fusibili lato DC da 12 a 20A;

Max corrente in uscita 315A;

Protezione da cortocircuito su entrambi i poli;

Sezionatore di uscita 400A;

Grado di protezione max IP54 e case resistente ai raggi UV.

Gli inverter in progetto, citati nel paragrafo 8.2, avranno tensione di uscita da 550 - 600 e 650V, saranno collegati ai trasformatori BT/MT e saranno installati all'interno delle Power Station citate. Queste saranno disposte in posizione baricentrica rispetto alle stringhe ad esse collegate nella relativa partizione di campo.

Attraverso barraggi di rame di adeguata sezione, comunque previsti dal fornitore di inverter, i

---

convertitori saranno collegati ai trafo step-up BT/MT, elevatori fino a 30kV, che avranno caratteristiche come sotto indicate:

Isolamento in olio/resina;

Tenuta stagna per applicazioni all'aperto ONAF;

Potenza:

- 2660kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 2.66MVA)
- 3060kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 3.06MVA)
- 4200kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.2MVA)
- 4600kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.6MVA)

Controlli di livello, pressione, temperatura.

Il quadro di MT presente in ogni Power Station, sarà di tipo modulare, MV trifase concepito per impianti fotovoltaici.

Le principali caratteristiche meccaniche ed elettriche saranno:

Tensione di isolamento 36kV;

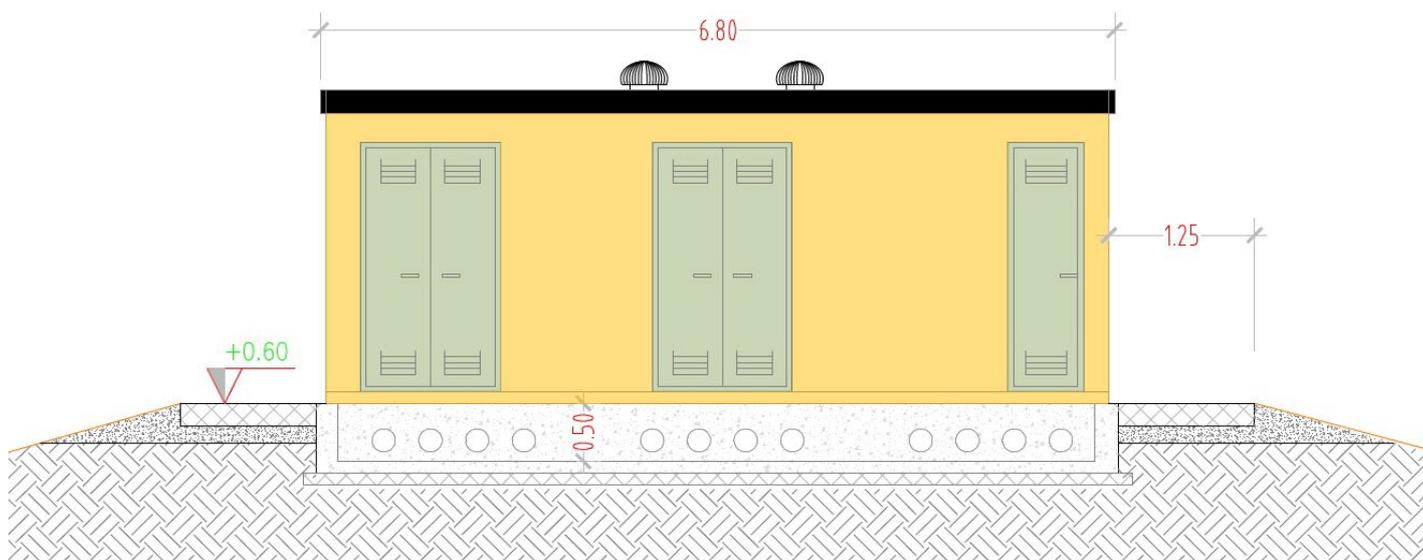
Tensione nominale 30-33kV;

Corrente nominale 630A;

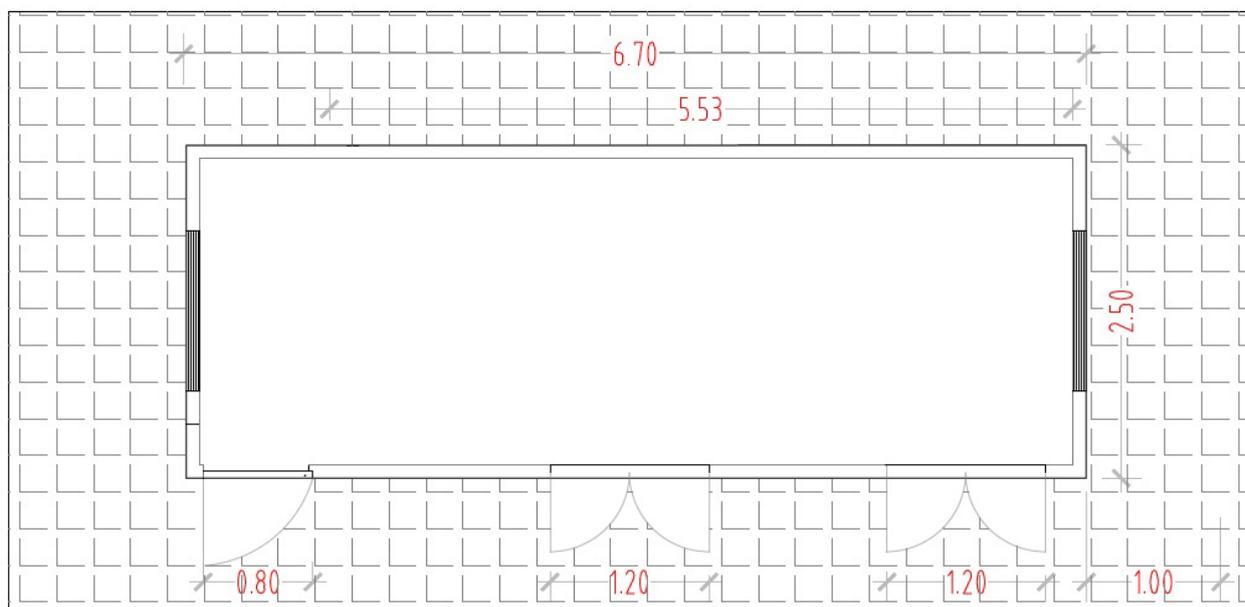
Corrente di breve durata 12,5kA.

All'interno delle Power Station, a livello di Media Tensione, saranno installati i gruppi misura per il monitoraggio della produzione di energia di ogni partizione di impianto riferito alla Power Station.

Essendo l'impianto composto da diverse porzioni di campi fotovoltaici, le linee di Media Tensione delle Power Station di ogni sottocampo, faranno capo a 2 Cabine Ausiliarie MT, nelle quali saranno posizionati i quadri generali di Media Tensione.



Particolare Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria



Particolare Pianta Cabina Ausiliaria

Le linee di Media Tensione a 30kV dalle Power Station di ogni sottocampo si attesteranno alle Cabine Ausiliarie MT. Da qui proseguiranno le linee 30kV generali fino alla cabina elettrica di MT principale, situata nella SSE Step up di elevazione tensione di nuova realizzazione.

Nei locali MT della Cabina Elettrica in SSE verrà posizionato il quadro generale di Media Tensione e sarà equipaggiato con i sistemi di protezione così come previsto dalla normativa vigente in materia CEI 0-16.

Dalla nuova SSE di impianto quindi, dove si prevederà il TRAF0 step-up, 30/150kV ed il relativo stallo di AT, partirà un collegamento elettrico con cavo in AT in posa interrata che raggiungerà la SE Terna.

Si rimanda all'allegato di progetto Schema elettrico unifilare generale, per le ulteriori informazioni di interconnessione apparecchiature.

I cablaggi AC in BT saranno disposti in cavidotti interrati, i cavi in MT saranno anch'essi interrati come da sezioni di scavo indicati nella presente relazione. Ad ogni loro estremità essi sono contrassegnati mediante fascetta identificativa numerata. I colori dei conduttori sono quelli normalizzati UNI. La sezione dei cavi utilizzati varia a seconda delle distanze relative tra le strutture, i quadri di parallelo in DC, gli inverter, i quadri di sottocampo in AC, i trasformatori e la cabina di consegna, sezionamento, misurazione e interfaccia con la rete.

L'impianto sarà altresì dotato di una centrale di comunicazione per il monitoraggio, diagnosi a distanza, memorizzazione e visualizzazione dei dati; essa raccoglie continuamente i dati degli inverter e, come data logger, offre la possibilità di visualizzare i dati e di archivarli per ulteriori elaborazioni. Sono previsti, inoltre, i sensori che permettono, grazie alla cella solare integrata per la misurazione dell'irraggiamento e alla sonda per la misurazione della temperatura dei moduli, di calcolare la potenza nominale e compararla con quella effettivamente misurata degli inverter, verificando lo stato di efficienza dell'impianto. I sensori potranno essere collegati tramite la connessione seriale RS 485 al Data Logger, da cui è possibile trasmettere i dati a un PC per ulteriori analisi.

---

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete, l'impianto è provvisto di protezioni particolari che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica. I dispositivi prescelti lavoreranno in MT fino alla cabina MT principale di raccolta localizzata, come precedentemente segnalato, presso la nuova Sottostazione Elettrica dove la tensione verrà elevata da 30 kV a 150 kV. Tali dispositivi saranno dotati di blocco per tensione e frequenza fuori dai limiti, garantendo la sconnessione dalla rete e lo spegnimento dell'impianto per valori di tensione e frequenza di rete esterni al range prefissato. Il costruttore dei dispositivi assicura che il proprio dispositivo soddisfa le prescrizioni tecniche del Gestore di rete.

In particolare saranno utilizzati, ai fini della messa in opera dell'impianto, cavi del tipo H1Z2Z2-K sul lato continuo, FG16OR16 lato alternata BT, del tipo ARG7H1RX e/o ARP1H5EX non propaganti l'incendio e la fiamma sul lato in MT.

Le sezioni dei conduttori da impiegare sono tali da non causare una caduta di tensione complessiva superiore al 3%.

L'impianto sarà dotato di protezioni di linea conformi alla normativa e collegato alla rete di terra.

Il quadro di parallelo, protezione, sezionamento, misura e interfaccia con la rete è messo a terra mediante conduttore equipotenziale in rame con guaina giallo-verde attestato alla rete di terra dell'Inverter Station.

La sezione del cavo di protezione è scelta rispettando la Norma CEI 64-8 e la Guida CEI 82-25.

Il sistema di conversione DC/AC costituisce l'interfaccia tra il campo agrivoltaico e la rete di utente in corrente alternata.

## 7.2 Inverter

Gli inverter di impianto, in totale 11, della potenza nominale come sotto:

- N.2 da 2660kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 2.66MVA)
- N.3 da 3060kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 3.06MVA)
- N.5 da 4200kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.2MVA)
- N.1 da 4600kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.6MVA)

e saranno installati, come detto, in 11 Power Station dislocate in modo baricentrico.

Le loro caratteristiche tipologiche principali sono:

### **Dati Caratteristiche Inverter 2660kVA:**

#### Valori di ingresso

Potenza nominale CC 3667 kW

Range di tensione CC, MPPT UCC 880-1325 V

Corrente max CC  $I_{max}$  CC 4750 A;

Numero ingressi in CC: 24.

#### Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 2566 kVA a 35°;

Corrente CA nominale CA 2566 A a 35°;

---

Tensione nominale: 600V 3F;  
Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);  
Fattore di potenza: 0.8.

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %  
Europeo grado di efficienza 98,6 %

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2815W x 1588D x 2318H  
Peso ca. 3400 kg;  
Temperatura Ambiente ammessa -25°C ..... + 60 °C  
Classe di protezione IP65.

**Dati Caratteristiche Inverter 3060kVA:**

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 3067kVA  
Range di tensione CC, MPPT UCC 976 - 1153 V  
Corrente max CC I<sub>max</sub> CC 4750 A;  
Numero MPPT: 2;  
Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 3067 kVA a 25°;  
Corrente CA nominale CA 2566 A a 25°;  
Tensione nominale: 690V 3F;  
Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);  
Fattore di potenza: 0.8

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %;  
Europeo grado di efficienza 98,6 %.

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H  
Peso ca. 3400 kg;  
Temperatura Ambiente ammessa -25°C ..... + 60 °C  
Classe di protezione IP65.

**Dati Caratteristiche Inverter 4200kVA:**

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 4200kVA  
Range di tensione CC, MPPT UCC 921 - 11325 V  
Corrente max CC I<sub>max</sub> CC 4750 A;  
Numero MPPT: 2;  
Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 4200 kVA a 25°;  
Corrente CA nominale CA 3850 A a 25°;  
Tensione nominale: 630V 3F;  
Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);  
Fattore di potenza: 0.8

---

#### Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %

Europeo grado di efficienza 98,6 %

#### Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H

Peso ca. <3700 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C ..... + 60 °C

Classe di protezione IP65.

#### **Dati Caratteristiche Inverter 4600kVA:**

##### Valori di ingresso

Potenza nominale CC 4600kVA

Range di tensione CC, MPPT UCC 973 - 1153 V

Corrente max CC I<sub>max</sub> CC 4750 A;

Numero MPPT: 2;

Numero ingressi in CC: 26.

##### Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 4600 kVA a 25°;

Corrente CA nominale CA 4140 A a 25°;

Tensione nominale: 690V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷53 Hz);

Fattore di potenza: 0.8

#### Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,9 %

Europeo grado di efficienza 98,7 %

#### Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2815W x 1588D x 2318H

Peso ca. <3700 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C ..... + 60 °C

Classe di protezione IP65.

La potenza nominale in uscita complessiva sarà limitata a 38,532 kVA.

### **7.3 Protezioni**

L'impianto è dotato delle protezioni contro l'inversione di polarità all'ingresso dei quadri di parallelo in DC e dell'inverter e contro il ritorno di corrente su una stringa in avaria.

Nei quadri di parallelo in DC e negli ingressi degli inverter sono installati diodi di blocco sulla polarità positiva della stringa e/o dei paralleli stringa.

Contro le sovratensioni, in tutti i quadri di sottocampo e di parallelo in DC sono installati scaricatori di sovratensione del tipo con varistori ad ossido di zinco (SPD – Surge Protective Device – a limitazione di tensione) specifici per impianti fotovoltaici.

Contro il guasto a terra il controllo dell'isolamento verso terra è realizzato dagli inverter che assicurano lo spegnimento automatico e la segnalazione acustica quando l'isolamento tra terra e moduli fotovoltaici è <10 kΩ.

È inoltre prevista la realizzazione di un sistema di terra opportuno, secondo norme CEI 64-8 (lato AC).

---

I quadri di sottocampo, di parallelo, protezione, sezionamento, misura e interfaccia con la rete sono dimensionati adeguatamente alle caratteristiche elettriche dei moduli, delle stringhe, dei dispositivi di conversione e delle varie morsettiere di collegamento/parallelo costituenti le diverse sezioni dell'impianto.

Le stringhe, in numero adeguato alle caratteristiche di tensione e corrente degli ingressi degli inverter, saranno collegate in parallelo nei quadri in DC, così da permettere il sezionamento di porzioni di impianto non troppo estese e il rispetto dei limiti di corrente e tensione DC degli ingressi agli inverter. Le uscite dagli inverter in corrente alternata, saranno collegate ai trasformatori elevatori BT/MT scelti in funzione delle tensioni e delle potenze disponibili in ingresso.

A bordo inverter, oltre al dispositivo di parallelo, è presente un interruttore magnetotermico - differenziale tetra polare (DDG) che, oltre ad effettuare la protezione di massima corrente, può essere utilizzato per effettuare il sezionamento degli inverter lato rete AC.

In uscita dall'interruttore magnetotermico – differenziale tetrapolare, si effettua il parallelo degli inverter e si avvia il processo di trasformazione BT/MT (0,55-0,6-0,65kV/30kV).

Il quadro generale, in uscita MT, è provvisto di interruttore automatico che assomma le funzioni di Dispositivo Generale Utente e Interfaccia Produttore.

A tale quadro in generale è abbinato un analizzatore di rete per l'indicazione digitale delle misure di V, A, kW,  $\cos\phi$ , kWh (contatore di energia elettrica prodotta ai sensi delle Delibere 28/06, 88/07, 89/07, 90/07 e ARG/elt 74/08 (TISP), ARG/elt 184/08, ARG/elt 1/08, ARG/elt 99/08 (TICA), ARG/elt 179/08, ARG/elt 161/08 e ARG/elt 1/09 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas), dotato di TA e TV di misura.

L'impianto di generazione sarà stato dotato di idonei apparecchi di connessione, protezione, regolazione e trasformazione, concordati con il gestore di rete, rispondenti alle norme tecniche ed antinfortunistiche.

#### 7.4 Illuminazione

A servizio dell'intera area in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico, potrà essere realizzato un impianto di illuminazione notturna, con classe di isolamento II, ed altezza massima dal piano di calpestio pari a 4,5 m.

I corpi illuminanti saranno di tipologia LED ad alta efficienza. Il loro impiego è previsto lungo tutto il perimetro dell'area oggetto di intervento ed in prossimità delle unità di conversione Inverter, per garantire i livelli minimi di illuminamento notturno solo in fase di manutenzione e per garantire condizioni di sicurezza.

Nella scelta del sistema di illuminazione, si dovrà perseguire l'utilizzo di lampade a luce naturale e resa cromatica intorno ai 4000°K, al fine di produrre un basso livello di inquinamento luminoso e garantire la tutela paesaggistica, non alterando la cromia dell'ambiente circostante.

---

## 8. Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico

La porzione di area ove sarà realizzata la Sottostazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico sarà ubicata a Est delle aree di impianto, rispettivamente a circa a circa 3,5 km.

La nuova sottostazione Utente occuperà una superficie di circa 850 mq (37.3mx22.2m) e sarà essenzialmente costituita di una cabina elettrica con struttura prefabbricata, un trasformatore 150/30 kV e dispositivi AT.

La SE di Utenza si attesterà ad uno stallo condiviso con altri produttori dal quale partirà il cavidotto interrato AT a 150kV di circa 500m che si collegherà in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

La linea di connessione AT dalla Stazione Elettrica di Impianto alla Stazione Elettrica RTN di TERNA sarà lunga circa 500 m.

Gli aspetti tecnici specialistici relativi alla realizzazione della Stazione Elettrica di elevazione dell'impianto agrivoltaico in sono trattati nella relazione specialistica *"AU42\_Relazione Opere Connessione"*.

### 8.1 DOTAZIONE IMPIANTISTICA CABINA PRINCIPALE IN SSE

La cabina principale è intesa come il locale da realizzare all'interno della futura SSE di step up 30-150kV. In essa troverà alloggio un quadro generale MT 30kV, composto da uno stallo di arrivo linea, uno di protezione trafo MT/AT, uno stallo di protezione linea che sarà la partenza per il collegamento con la Main Station di impianto, ed uno stallo per la partenza trafo relativa al trasformatore 30/0,4kV per i servizi ausiliari da 100kVA. Il suddetto quadro MT alimenta il TRAFI MT/AT da 39/48MVA, il quale a sua volta attraverso il suo stallo AT, permetterà la connessione alla rete di distribuzione RTN Terna.

Nella SSE quindi troveranno luogo tutti i dispositivi e protezioni, di seguito indicate, così come richiesto da CEI 0-16, aventi nel funzionamento della centrale fotovoltaica, la mansione di alimentare, nonché proteggere gli impianti e le persone dalle situazioni anomale di funzionamento degli impianti elettrici:

- il Dispositivo e la Protezione Generale del Cliente;
- il Dispositivo e la Protezione di Interfaccia di impianto;
- le Protezioni MT ed AT del Trasformatore 150kV;
- il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS);
- il misuratore dell'energia scambiata.
- Il DI ed il DG saranno allocati negli stalli MT 30kV rispettivamente di arrivo linea e di partenza trasformatore AT.

I dispositivi automatici di interruzione posti a monte ed a valle del trasformatore proteggeranno macchine ed impianti dalle sovracorrenti, nonché le persone dai contatti elettrici. Il collegamento elettrico tra le apparecchiature contenute all'interno della cabina è riportato negli schemi di potenza e funzionali allegato al progetto.

---

Nei paragrafi che seguono si esplicitano le caratteristiche dei componenti su elencati, rimandando al capitolo dedicato all'impianto fotovoltaico per quanto attiene il DI, la PI ed il PCS.

## 8.2 Aree di servizio del locale cabina

Nel posizionare le apparecchiature all'interno di una cabina bisogna verificare che siano rispettate le distanze delle aree di servizio, come corridoi, passaggi, accessi, percorsi per il trasporto materiale e vie di fuga. In particolare:

- i passaggi devono avere una larghezza minima di 800 mm;
- lo spazio per l'evacuazione deve essere sempre almeno di 500 mm e libero da ostacoli. (sporgenze di apparecchiature, porte del quadro aperte, ecc);
- passaggi per montaggi e manutenzione, se posti dietro apparecchiature chiuse, necessitano di 500 mm;
- lunghezze massime vie di fuga 20 m (per cabine alimentate dal Distributore in MT);
- numero di uscite in funzione alla lunghezza della via di fuga (una fino a 10m, due oltre).

È da sottolineare che l'accesso alla cabina è permesso solo al personale autorizzato ed addestrato (CEI 11-27) e tramite uso di attrezzi o chiavi (CEI 11-1).

## 8.3 Ventilazione e condizionamento

Il locale dovrà possedere delle caratteristiche tali da mantenere la temperatura interna entro i limiti stabiliti per le apparecchiature elettriche in esso contenute.

La ventilazione sarà sia naturale sia forzata.

### Ventilazione naturale

Nel locale sono previste:

- nella parte inferiore, uno o più prese d'aria con bordo inferiore sopraelevato rispetto al pavimento del locale (entrata aria fredda);
- nella parte superiore camini o finestre aperte verso l'aria libera (uscita di aria calda).

### Ventilazione forzata

Quando la ventilazione naturale è insufficiente allo smaltimento del calore prodotto si ricorre alla ventilazione forzata.

### Condizionamento d'aria

Anche se nei locali fuori terra è in genere sufficiente la ventilazione naturale, nel caso specifico, per maggior cautela ed al fine di garantire agli inverter le condizioni di lavoro ottimali, è prevista l'installazione di estrattori d'aria.

---

## 8.4 Cavi unipolari in MT

Per i cavi unipolari devono essere adottate (“Guida CEI 99-04 ex 11-35”) le seguenti precauzioni:

- vanno posati in modo che non siano danneggiati dalle sollecitazioni dovute alle correnti di corto circuito (minima distanza);
- la schermatura, o armatura, deve essere di tipo amagnetico e in caso di tensione di contatto superiore a quella ammessa non deve essere accessibile;
- i cavi unipolari devono essere raggruppati in modo che i conduttori di fase siano inseriti nello stesso tubo (se di tipo metallico).

## 8.5 Dispositivo generale

Il DG è situato nello stallo MT 30kV, protezione primario del trafo AT 30/150kV, consistente da un interruttore estraibile MT 3P 1250A, asservito poi all’intervento della protezione generale.

L’interruttore dovrà avere potere d’interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito della linea d’alimentazione TERNA, con un minimo di 12,5 kA. Deve, inoltre, disporre di bobina di apertura a mancanza di tensione comandata dalla PG. Per quanto non espressamente riportato nel presente paragrafo si rimanda alla norma CEI 0 - 16.

## 8.6 Sistema di protezione Interfaccia-Generale (PG-SPI)

La linea AT TERNA che alimenta il Cliente è dotata in partenza di protezioni di massima corrente e contro i guasti a terra. TERNA non installa alcun dispositivo di protezione presso i Clienti.

Al fine di evitare che guasti interni all’impianto del Cliente abbiano ripercussioni sull’esercizio della rete di distribuzione TERNA, il Cliente deve installare un sistema di protezione generale di massima corrente e contro i guasti a terra; tale sistema di protezione non è finalizzato alla protezione delle apparecchiature del Cliente.

Il sistema di protezione generale coincidente con la protezione di interfaccia, è composto da relè alimentati da riduttori di corrente e di tensione. Esso, nella sua globalità, deve essere in grado di funzionare correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si possono determinare nelle condizioni di guasto per le quali è stato previsto.

L’esercizio della rete di alta tensione di TERNA avviene con neutro connesso francamente a terra. Ciò al fine di evitare in caso di guasto verso terra, sovratensioni importanti sul sistema di distribuzione AT, avente tensioni nominali già elevate. Di conseguenza ciò determina correnti di guasto maggiori, il che comporta livelli di taratura adeguati che per intervento delle protezioni, portano ad interruzioni del servizio.

Tutti i clienti AT, dovranno quindi provvedere alle seguenti operazioni circa:

- il necessario adeguamento della PI/PG ed i relativi valori di taratura;
- il dimensionamento e la verifica degli impianti di terra, dopo aver conosciuto il valore di corrente di

---

guasto monofase a terra con relativo tempo di eliminazione del guasto.

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato sul sito Internet del gruppo TERNA ([www.terna.it](http://www.terna.it)) l'Utente produttore dovrà stipulare prima dell'entrata in esercizio dell'impianto un Regolamento di Esercizio che conterrà la regolamentazione tecnica di dettaglio del collegamento del proprio impianto alla Rete AT, nonché dei rapporti di tutti i soggetti interessati al collegamento stesso.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato A17 del Codice di Rete saranno impostate le seguenti tarature della PI, salvo diverse indicazioni di TERNA, comunque specificate nel Regolamento di Esercizio:

- Massima tensione (59):  $1,2 V_n - 1$  s;
- Minima tensione (27):  $0,85 V_n - 2$  s;
- Massima frequenza (81>):  $51,5$  Hz – 1 s;
- Minima frequenza (81< - soglia 1):  $47,5$  Hz – 4 s;
- Minima frequenza (81< - soglia 2):  $46,5$  Hz – 0,1 s;
- Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 1):  $0,1 V_{omax} - 2$  s;
- Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 2):  $0,7 V_{omax} - 0,1$  s.

Le suddette determineranno l'apertura dell'interruttore lato MT QM1-TR del trasformatore.

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA in sede di stesura del Regolamento di esercizio. Il Produttore sarà responsabile dei valori di taratura forniti e imposti da TERNA, ed in ogni caso varrà il principio che qualunque guasto e/o anomalia dell'impianto di produzione, che potrebbe avere ripercussioni pericolose sulla rete AT, dovrà provocare automaticamente l'esclusione dell'impianto o della sezione di impianto guasto, nel minimo tempo compatibile con gli automatismi di impianto. Inoltre in caso di cortocircuito sulla Rete AT i generatori del Produttore dovranno trovarsi predisposti con i loro sistemi di protezione in modo da separarsi dalla rete nei modi e nei tempi previsti dai piani di taratura.

Lo stato delle protezioni sarà periodicamente monitorato dal Produttore, allo scopo di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature.

La PG sarà costituita da una protezione 51 (massima corrente ritardabile a due soglie) e da una protezione 51 N (massima corrente omopolare). Poiché una delle due soglie 51 viene di norma utilizzata senza ritardo intenzionale, nel seguito ci si riferirà a tale soglia come 50 ed a quella ritardata come 51.

La protezione di massima corrente deve essere realizzata mediante relè di tipo bipolare a due soglie di intervento (azionanti l'interruttore). Le protezioni di massima corrente e di massima corrente omopolare devono avere caratteristiche non inferiori a quelle riportate nella CEI 0-16, per quanto rispettivamente applicabile.

Il relè deve essere dichiarato conforme alla CEI 0-16 da un organismo certificato EN 45011 o EN ISO/CEI 17020. Tutte le suddette protezioni devono essere alimentate da trasformatori di corrente e tensione conformi a quanto riportato nel par. 6.3 della specifica Enel.

La taratura della protezione generale dipende dalle caratteristiche dell'impianto del Cliente e della

---

rete TERNA di alimentazione. I valori di taratura della protezione generale verranno comunicati da TERNA al Cliente.

### 8.7 Trasformatori di misura

Per trasformatori di misura si intendono i trasformatori di corrente e tensione (TA e TV) dedicati all'alimentazione della PG/PI e la cui funzione principale, come già detto, è quella di proteggere, il più possibile in modo selettivo, la rete del Distributore in caso di guasto all'interno della rete del Cliente e non le apparecchiature elettriche del Cliente stesso.

I TA e TV utilizzati devono essere conformi alle norme CEI EN 61869-2 e CEI EN 61869-9. ed a quanto riportato negli allegati TA e TAT della stessa.

### 8.8 Trasformatori Amperometrici TA di fase

I TA di fase devono poter alimentare con errori accettabili la protezione PG/PI nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria. In particolare detti TA, per la protezione di massima corrente, devono consentire il corretto funzionamento delle protezioni stesse in caso di cortocircuito in rete a valle della PG e dei relativi riduttori di corrente, tenendo conto della massima asimmetria. Naturalmente, le caratteristiche dei TA sono calcolate tenendo conto del carico della protezione e dei relativi cavi di collegamento, nonché della sovraccaricabilità degli ingressi in corrente della PG.

Tipo: TA

- Isolamento Resina;
- Tensione nominale 150 kV;
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso 750 kV;
- Corrente nominale primaria 500 A;
- Corrente nominale secondaria 1-1-1 A;
- Numero nuclei 3;

*Prestazioni e classi di precisione:*

- Nucleo misure 20VA-0,5;
- Nucleo protezioni 20VA-5P20;
- Nucleo UTF 20VA-0,2.

### 8.9 Trasformatori Voltmetrici TV Misure e Protezioni

Sono previsti nella nuova SSE, l'installazione di n.2 terne di trasformatori voltmetrici TV, una a secondario singolo per le misure fiscali relative al contatore di scambio ed una a doppio secondario, per le misure delle caratteristiche elettriche e per il segnale voltmetrico della protezione di interfaccia PI. Le caratteristiche principali dei trasformatori di tensione sono di seguito indicate.

N.° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi, con rapporto di trasformazione  $150.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$  20 VA cl. 0,2 (certificato UTF per misure fiscali):

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento 1 585 kV;
- Rapporto di trasformazione  $150:\sqrt{3}/0,1:\sqrt{3}$  kV;

- 
- Prestazioni nominali e classe di precisione 20VA-0,2;
  - Fattore di tensione (funzionamento per 8 h) 1,9 Un;
  - Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV;
  - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV.

N.° 1 Terna di trasformatori di tensione capacitivi, con rapporto 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ , 20VA cl. 0,5, 100VA cl. 3p:

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento 170 kV;
- Rapporto di trasformazione 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ ;
- Prestazioni nominali e classe di precisione o Nucleo misure 20VA Cl. 0,5 o Nucleo protezioni 100VA Cl. 3p.
- Fattore di tensione (funzionamento per 8 h) 1,9
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV.

## 8.10 Dispositivo di Interfaccia

Ai fini della protezione della rete pubblica, la norma CEI 11-20 prescrive l'installazione dei relè di tensione (59 ">V" e 27 "<V") e di frequenza (81 "<f") agenti sulla bobina di minima tensione dell'interruttore d'interfaccia.

Lo scopo di tali protezioni è:

- distacco del sistema dalla rete per guasti o funzionamenti anomali della rete pubblica, o per apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione);
- intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con quelli del generatore e della rete pubblica per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete.

Il dispositivo di interfaccia deve essere un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione (oppure un contattore) a cui siano asservite le protezioni suddette.

La società elettrica (ENEL) prescrive che l'insieme delle protezioni debba essere contenuto in un unico pannello d'interfaccia (pannelli soggetti ad omologazione) rispondente ai requisiti e conforme alle caratteristiche indicate nelle tabelle di unificazione DV 1606, per impianti monofasi e DV 1604 (oppure DV 1601) per impianti trifasi.

Il tutto deve essere certificato dal produttore conforme alla CEI 0 - 16. Le caratteristiche tecniche del dispositivo di interfaccia vengono riportate nella scheda in allegato.

Rincalzo alla mancata apertura del dispositivo di interfaccia

Per la sicurezza dell'esercizio della propria rete, nei casi in cui la produzione è realizzata mediante generatori sincroni viene richiesta al Cliente Produttore la realizzazione di un rincalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rincalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso

---

dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia.

Nel caso specifico il rinalzo alla mancata apertura del DI QM1-TR in MT, sarà eseguito tramite l'interruttore Q\_52A arrivo linea del QMT in SSE.

## 8.11 DATI TECNICI E DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE

Le caratteristiche elettriche nominali generali, valide per tutte le apparecchiature AT sono di seguito riportate:

- tensione nominale AT 150 kV
- tensione massima AT 170 kV
- isolamento AT per impulso atmosferico 650 kV o 1050 kV (verso massa)
- tenuta AT a frequenza industriale 275 kV o 460 kV (verso massa)
- tensione massima MT 36 kV
- isolamento MT per impulso atmosferico 170 kV
- tenuta MT a frequenza industriale 70 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- tensione nominale circuiti voltmetrici 100 V
- corrente nominale circuiti amperometrici 5 A
- tensione di alimentazione ausiliaria in cc 110 V $\pm$ 10%
- tensione di alimentazione ausiliaria in ca 230/400V

La stazione elettrica essenzialmente sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- trasformatore AT/MT;
- sezione a 150 kV costituita da apparecchiatura del tipo ibrido con integrati terminale arrivo in cavo, terna di TV e terna di TA;
- edificio elettrico prefabbricato contenente i quadri di media e bassa tensione e tutte le apparecchiature necessarie per la misura, protezioni, controllo e monitoraggio dell'impianto.

L'interruttore del QMT ove si attesta la linea proveniente dall'impianto fotovoltaico permetterà la separazione dalla rete dell'impianto di produzione.

I servizi ausiliari in c.a. saranno alimentati da trasformatore MT/BT alimentati dalla rete AT mediante trasformatore AT/MT e integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza.

Le utenze relative ai sistemi di protezione e controllo saranno alimentate in c.c. tramite dedicata stazione di energia costituita da raddrizzatore caricabatteria e batteria.

---

## 8.12 Cavidotti

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con l'edificio servizi.

I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati. I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- Cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo rck 150;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

---

## 9. APPARECCHIATURE AT

### 9.1 Interruttore ibrido AT

Lo stallo trafo della stazione incorporerà un interruttore AT del tipo “ibrido”, ovvero una combinazione fra una tradizionale apparecchiatura isolata in aria (AIS) e un più recente modulo blindato isolato in gas SF6 (GIS), che sfrutta quindi i vantaggi delle due diverse tecnologie. La soluzione ibrida con apparecchi di manovra isolati in gas è stata scelta sia perché molto compatta e quindi richiede minori superfici utili, sia perché molto affidabile. In pratica tutte le funzioni ed apparecchiature (ad eccezione dei trasformatori di corrente toroidali) sono integrate in un unico involucro isolato in gas SF6:

- interruttore;
- sezionatore;
- sezionatore di terra;
- terminali cavo AT;
- TA e TV.

### 9.2 Trasformatore AT/MT

Il trasformatore trifase, è del tipo ad isolamento in olio, con raffreddamento ONAN/ONAF, potenza nominale 39/48 MVA e rapporto trasformazione 150/30KV (5). Il trasformatore è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovra pressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Le principali caratteristiche del trasformatore sono riportate successivamente. Tali specifiche sono da intendersi come caratteristiche tecniche di riferimento, macchine similari sono ammissibili purché di caratteristiche non peggiorative sotto il profilo del rendimento di potenza e del livello di isolamento.

Le caratteristiche principali del trasformatore di potenza AT sono le seguenti:

- Tipo di servizio continuo

- 
- Temperatura ambiente 40°C
  - Classe di isolamento A
  - Metodo di raffreddamento ONAN/ONAF
  - Tipo d'olio minerale Nynas Nytro 10XN
  - Potenza nominale: 39/48 MVA
  - Tensioni nominali (a vuoto):  
AT 150kV  
MT 30kV
  - Regolazione sotto carico su AT:  $\pm 10 \times 1.25\%$
  - Collegamento fasi:  
avvolgimento AT stella  
avvolgimento MT triangolo  
Gruppo di collegamento YNd11
  - Classe d'isolamento:  
AT 150kV  
MT 36kV
  - Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min:  
AT 275kV  
MT 70kV
  - Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 micros:  
lato AT 650kV  
lato MT 170kV
  - Sovratemperature ammesse:  
olio avvolgimenti 60/65°C
  - Perdite a vuoto 29,5kW
  - Perdite alla corrente nominale a 75 °C, 150/36 kV - 155kW.

### 9.3 Scaricatori AT

Gli scaricatori AT previsti sono conformi alle prescrizioni e specifiche ENEL e sono realizzati nel rispetto delle norme IEC 60099-4 and ANSI/IEEE C62.11. Essi hanno le seguenti caratteristiche

---

generali:

- isolatori in porcellana;
- terminale di collegamento AT in rame stagnato, del tipo a codolo;
- terminale di collegamento a terra in rame stagnato;
- presenza dispositivo conta scariche.

#### 9.4 **Carpenteria metallica per apparecchiature AT**

Come strutture in carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, sono previsti solo i colonnini di supporto degli scaricatori, posizionati tra ibrido e trafo.

Sempre in acciaio saranno le coperture di cunicoli, bulloneria, piastre e quant'altro necessario per la posa delle apparecchiature.

Le operazioni di movimentazione in cantiere della carpenteria di sostegno dovranno essere effettuate adottando tutte le precauzioni necessarie affinché non si danneggi la zincatura; allo scopo si dovranno utilizzare imbragaggi non metallici.

---

## 10. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA

L'impianto di terra della centrale fotovoltaica sarà unico. Per la realizzazione dell'impianto di messa a terra dovrà essere prevista una corda di rame nuda sez. 50 mm<sup>2</sup> con diametro minimo del filo elementare di 1,8 mm da posare in terreno naturale in modo da garantire una buona aderenza del conduttore al terreno.

Particolare cura dovrà essere fatta alle giunzioni di tale corda che dovranno essere effettuate, per quanto possibile, in pozzetti ispezionabili e dovranno comunque assicurare una buona connessione elettrica, che risulti efficace nel tempo in relazione anche alle condizioni ambientali (umido, secco, ecc.). In particolare dovranno essere previste delle connessioni ai bicchieri di fondazione dei pilastri ed alle reti elettrosaldate dei pavimenti al fine di garantire una buona equipotenzialità ed una buona resistenza di terra.

Le principali caratteristiche costruttive sono così riassunte:

dispersore interrato in corda di rame nuda 50 mm<sup>2</sup> (diametro fili elementari di almeno 1,8 mm), attorno agli edifici e come anello perimetrale;

dispersori intenzionali costituiti da picchetti in acciaio massiccio rivestito di rame, diametro 18 mm, lunghezza 1500 mm;

All'impianto di terra così realizzato verranno infine allacciate con opportuni collegamenti equipotenziali tutte le strutture metalliche, tutte le masse e tutte le masse estranee, nonché l'eventuale recinzione metallica continua esterna, al fine di ridurre i pericoli dovuti a tensioni di contatto pericolose nella recinzione stessa.

## 11.

---

## 12. SISTEMA DI SMLTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato a quote variabili in funzione delle pendenze e sarà essenzialmente composto da:

- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in piazzale antierba inghiaiato con adeguate pendenze;
- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in strade o piazzali asfaltati;
- tubazioni in PVC serie pesante di vari diametri in funzione delle superfici asservite;
- pozzi di smaltimento delle acque.

---

## 13. SERVIZI AUSILIARI E IMPIANTI SPECIALI

I servizi ausiliari (SA) saranno alimentati da uno scomparto della sezione MT di interfaccia con il campo fotovoltaico mediante trasformatore MT/BT e da un gruppo elettrogeno ( di seguito si riporta una descrizione più dettagliata). Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature che costituiscono i servizi ausiliari sono descritte nel seguito.

Il trasformatore MT/BT sarà ubicato in un ambiente segregato all'interno dell'edificio servizi.

Il trasformatore sarà del tipo a secco (isolato in resina epossidica) ed avrà potenza nominale 100 kVA e rapporto di trasformazione 30.000V/400V.

Sarà completo dei seguenti accessori: golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili, morsetti di messa a terra, targhe caratteristiche, protezione in materiale isolante per le morsettiere di cambio tensione, sistema di monitoraggio e protezione in temperatura.

### 13.1 Sistema alimentazioni di continuità

Tutte le utenze a cui è legata la sicurezza ed il controllo della stazione (sistemi di protezione, comando, misura, teleconduzione, ecc.) dovranno essere alimentate con una tensione di continuità cioè sempre presente anche in caso di mancanza di tensione sulla rete AT.

Il livello nominale di questa tensione sarà 110 Vcc e sarà fornita da un sistema composto da batteria e raddrizzatore carica batteria con le caratteristiche di massima indicate nel seguito. Le utenze alimentate da questa tensione dovranno essere idonee a sopportare le variazioni di tensione generate dalla dinamica del sistema (tipicamente -10% +15%). Nel caso di black-out totale le utenze privilegiate saranno alimentate da un gruppo elettrogeno (commutato automaticamente, con disinserzione delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto).

### 13.2 Batteria

La batteria sarà costituita da accumulatori al piombo-acido, di tipo a ricombinazione regolato con valvola, adatti ad installazione in ambienti non protetti e conformi alle norme CEI 21-6. La batteria dovrà essere dimensionata per garantire 6 ÷ 8 ore di autonomia in assenza di rete a tutte le utenze "protette" di stazione

### 13.3 Raddrizzatore carica batteria

Il raddrizzatore carica batteria sarà realizzato in conformità alle norme CEI 22-5, sarà alimentato a 400/230 Vca ed avrà un'uscita a 110 Vcc.

Sarà realizzato in configurazione doppio mono ramo e dovrà essere dimensionato per erogare contemporaneamente sia la corrente richiesta da tutti carichi di stazione sia la corrente di ricarica della batteria.

### 13.4 Quadri di distribuzione 400/230 Vca e 110 Vcc

Le alimentazioni delle utenze ausiliarie di stazione, sia in c.a. che in c.c., saranno fornite da due distinti

---

pannelli di distribuzione raggruppati in un unico quadro.

Ogni alimentazione sarà protetta da un adeguato interruttore automatico di tipo magnetotermico.

L'energia richiesta dalle utenze per il tempo di sostentamento richiesto (6-8 ore) è di circa 90-100 Ah per consentire piccoli interventi di manutenzione, dovrà essere prevista all'interno del quadro, almeno una presa a 400/230 Vca, portata 32 A con interruttore di blocco e fusibile e contenitore isolante con grado di protezione IP 65.

### **13.5 Impianto d'illuminazione**

L'impianto d'illuminazione esterno tipicamente realizzato con fari supportati da pali metallici zincati sarà suddiviso in due circuiti separati: l'illuminazione di servizio e di lavoro.

L'illuminazione esterna di servizio attivata da crepuscolare (disinseribile) dovrà garantire un grado d'illuminamento sufficiente per raggiungere le diverse strutture della stazione di trasformazione a partire dal cancello d'accesso.

L'illuminazione esterna di lavoro dovrà garantire un adeguato grado d'illuminamento nelle zone dove tipicamente vengono effettuate le manovre come ad esempio la zona interruttori, sezionatori, ecc.

L'impianto d'illuminazione dell'edificio elettrico sarà realizzato con plafoniere fluorescenti opportunamente posizionate nei vari ambienti.

Un circuito d'illuminazione d'emergenza costituito da plafoniere autoalimentate (complete di batterie tampone) garantirà l'illuminazione di sicurezza dei locali; tali plafoniere dovranno garantire un'autonomia di almeno un'ora. Inoltre dovranno essere installate plafoniere per l'illuminazione di sicurezza aventi autonomia di almeno un'ora complete d'indicazioni grafiche sulla direzione della via di fuga.

### **13.6 Impianto antincendio**

La stazione sarà dotata di un impianto rilevazione incendio che sarà installato all'interno dell'edificio servizi e sarà costituito dai seguenti componenti:

- rilevatori ottici di fumo installati a soffitto a cui è affidato la funzione di rilevare e comunicare con la centrale antincendio l'eventuale presenza di fumo all'interno dei locali;
- pulsanti manuali per l'azionamento dell'allarme incendio;
- avvisatori ottico ed acustico per la segnalazione dell'allarme incendio all'interno dei locali;
- sirena esterna autoalimentata per la segnalazione ottica ed acustica dell'allarme incendio;
- centrale antincendio ad un LOOP per la gestione e il controllo dell'impianto;

La centrale con tutti gli accessori per il funzionamento dell'impianto sarà installata in apposito armadio. Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati grafici allegati alla presente.

---

## 13.7 Impianto di condizionamento e ventilazione dei locali

Il locale adibito al contenimento dei quadri MT e del trasformatore MT/BT dovrà essere in grado di evacuare il calore prodotto dalle apparecchiature tramite ventilazione naturale o forzata (da attivare tramite termostato solo in caso di condizioni climatiche estreme).

Nella sala quadri BT è previsto un sistema split per il condizionamento dell'aria.

## 13.8 Sistema di protezione, controllo e misura

L'impianto sarà fornito di un sistema di controllo e supervisione descritto nel seguito.

Le apparecchiature del sistema saranno alloggiare nel locale controllo dell'edificio servizi; nello stesso locale saranno ospitati anche gli apparati di telecontrollo e metering.

L'impianto, non presidiato, sarà telecondotto a distanza dal Centro di Telecontrollo della società da cui sarà possibile effettuare anche alcuni comandi essenziali.

Il sistema di controllo e supervisione dell'impianto verrà realizzato, in tecnologia elettromeccanica e/o digitale, con apparati e logiche tali da assicurare le seguenti funzioni principali:

- Comando e controllo;
- protezione;
- misura;
- allarmi, monitoraggio e diagnostica;
- teleconduzione;
- metering;

Il sistema riguarderà il montante AT, il trasformatore AT/MT ed i servizi ausiliari di stazione ma si dovrà integrare in modo coordinato con il sistema di controllo, protezione e comando della sezione MT.

### 13.8.1 Sistema di comando e controllo

Il sistema di comando e di controllo dovrà realizzare essenzialmente le seguenti funzioni:

- comando degli interruttori AT e MT;
- visualizzazione degli stati di aperto/chiuso delle apparecchiature AT e MT (interruttori e sezionatori).

Le apparecchiature necessarie a realizzare le funzioni di cui sopra saranno contenute in un quadro sul cui fronte sarà previsto un piccolo sinottico riprodotto lo schema elettrico della stazione. Sul quadro sarà previsto un manipolatore "locale" / "distante" tramite il quale tutti i comandi relativi all'impianto (sezioni AT e MT) saranno abilitati alla manovra o dallo stesso quadro (locale) o dal posto di teleconduzione della società (distante).

---

### 13.8.2 Sistema protezione

In linea di principio il sistema di protezione dovrà prevedere per il montante AT, trasformatore, servizi ausiliari le seguenti funzioni di protettive:

- 50/51T massima corrente trasformatore AT
- 59N massima tensione omopolare AT (attiva solo con sistema a neutro isolato)
- 59 massima tensione AT
- 27 minima tensione AT
- 87T differenziale trasformatore
- 81 minima e massima frequenza di rete
- 79/59 richiusura automatica dell'interruttore AT
- 97TR buchholz trasformatore AT/MT
- 26TR temperatura olio trasformatore AT/MT
- 99TR livello olio trasformatore AT/MT
- 26TRSC temperatura trasformatore servizi MT/BT

Il sistema di protezione dovrà essere in grado di realizzare:

- 2 livelli di intervento per ogni singola funzione protettiva secondo un piano di taratura che sarà definito con la società e il Gestore della rete elettrica cui la stazione sarà connessa.
- attuare i comandi conseguenti;
- elaborare logiche particolari quali la richiusura dell'interruttore AT al ripristinarsi della corretta tensione di rete;
- restituire le misure elettriche previste;
- fornire segnalazioni di diagnostica interna.

### 13.8.3 Misura

Il sistema di misura dell'energia immessa in rete sarà realizzato secondo le prescrizioni contenute nelle regole tecniche di connessione del Gestore di Rete.

Le voltmetriche saranno derivate da TV esclusivo di tipo induttivo, mentre le amperometriche saranno derivate da un secondario esclusivo. Le voltmetriche e amperometriche saranno accentrate in un armadio di smistamento posto in prossimità del TV. Il contatore sarà ubicato all'interno dell'apposito locale misura e sarà cablato all'interno di un quadro in materiale termoplastico contenente anche la morsettiera di prova e il modem per la telemisura.

---

## 14. COLLAUDO

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali: corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

continuità elettrica e connessioni tra moduli;

messa a terra di masse e scaricatori;

isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

*condizione da verificare:  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$ ;*

in cui:

-  $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

-  $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

-  $I$  è l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;

- ISTC, pari a  $1000 W/m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

*condizione da verificare:  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$ .*

in cui:

-  $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40 ^\circ C$ , è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / ISTC$

Ove:

-  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

---

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- $\gamma$ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a  $0,4 \div 0,5 \text{ \%/}^\circ\text{C}$ ).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a  $40 \div 50^\circ\text{C}$ , ma può arrivare a  $60^\circ\text{C}$  per moduli in vetrocamera).
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- $T_{cel}$ : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

---

## 15.      **NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO GENERALI**

La normativa e le leggi di riferimento adoperate per la progettazione e l'installazione degli impianti fotovoltaici sono:

norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;

norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;

conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;

UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il campo FV;

UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri

elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi

indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI

110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);

legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;

deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

Decreto Ministeriale 19/02/2007;

Delibera n° 260/06;

Delibere 88/07, 89/07, 90/07;

Delibera n. 188/05 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas;

Decreto Ministeriale 28/07/2005 e successive modifiche ed integrazioni;

---

Decreto legislativo 29/12/2003 n. 387;

Decreto del Ministero Ambiente 16/03/2001;

Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 19 del 24 gennaio 2001);

Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kWp;

Legge 5 Marzo 1990 n. 46 (G.U. n. 59 Serie generale del 12 marzo 1990).

#### **Norme per la sicurezza degli impianti.**

Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991);

Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991);

Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996).

#### **Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico**

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici -Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici -Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

---

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici;

ENEL DV 606 -Marzo 1997 Pannello semplificato per la protezione di interfaccia monofase per autoproduttori.

ENEL DK 5940 Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete BT di distribuzione;

ENEL DK 5740 Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete MT di distribuzione Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

IEC 1646:Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules ñ Design qualification and type approval;

CEI 82-4 (EN 61173) Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per produzione di energia;

Guida CEI 82-8 (EN 61215) Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI 82-9 (EN 61727) Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;

CEI 22-7 (EN 60146-1-1) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;

CEI 22-8 (EN 60146-1-3) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-3: Trasformatori e reattori;

CEI 22-9 (EN 50091-2) UPS -Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC);

CEI 74-4 (EN 50091-1) UPS -Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza, che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23;

CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 4/1995, per i limiti delle armoniche in rete;

CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 10/1995, per le fluttuazioni di tensione;

CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8, per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.