

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)**

## AU38 – DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI

<b>Committente:</b>			
VERDE 8 SRL			
<b>Il Tecnico</b>		Revisioni	DATA
			
			Protocollo Iter Autorizzativo
Descrizione	<b>Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi</b>		
Commessa	Villasor		

---

## Indice

1. OGGETTO E SCOPO .....	4
2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....	4
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	7
4. OPERE CIVILI.....	8
4.1 Recinzione e cancello di ingresso .....	9
4.2 Viabilità e piazzole .....	11
4.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione .....	12
4.4 Mitigazione Perimetrale .....	13
4.5 Cabine di Conversione Inverter (Power Station) .....	14
4.6 Fondazioni in calcestruzzo armato.....	18
4.6.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua .....	18
4.6.2 Leganti .....	18
4.6.3 Inerti.....	18
4.6.4 Classe di resistenza a compressione dei calcestruzzi .....	19
4.6.5 Modalità esecutive dei getti di cls. ....	20
4.6.6 Benestare ai getti .....	21
4.6.7 Acciaio per cemento armato.....	21
4.7 Moduli Fotovoltaici .....	22
4.8 Strutture di Supporto.....	22
4.9 Cavidotti.....	24
4.9.1 Pozzetti .....	33
4.9.2 Pozzetti realizzati in opera.....	33
4.9.3 Pozzetti prefabbricati.....	33
4.9.4 Chiusini e griglie per pozzetti.....	33
4.10 Sistema di regimentazione delle acque.....	34
5. OPERE ELETTROMECCANICHE .....	35
5.1 Sistema di generazione .....	35
5.2 CABINA/E DI SEZIONAMENTO E RACCOLTA.....	36
5.3 Inverter .....	38
5.4 Protezioni.....	40
5.5 Illuminazione.....	41
6. Prescrizioni Tecniche .....	42
6.1 Test e certificati di controllo qualità .....	42
6.1.1 Certificati dei materiali .....	42
6.1.2 Certificati delle prove.....	43
7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA.....	44
7.1 Premessa .....	44

---

7.2	EDIFICIO DI COMANDO .....	44
7.3	Apparecchiature MT.....	44
7.4	TRASFORMATORE DI POTENZA .....	45
7.5	APPARECCHIATURE AT .....	46
7.5.1	Sezionatore orizzontale tripolare .....	47
	Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra .....	47
7.5.2	Interruttore tripolare.....	48
	Interruttori a tensione nominale 150 kV .....	48
7.5.3	Trasformatore di Tensione TV .....	49
	Trasformatore di tensione induttivo per protezioni a tensione nominale 150 kV.....	49
7.5.4	Trasformatore di Corrente TA.....	50
	Trasformatori di corrente a tensione nominale 150 kV.....	50
7.5.5	Scaricatori di sovratensione .....	51
	Scaricatori per tensione nominale a 150 kV.....	51
7.5.6	Sistema sbarre .....	52

---

## 1. OGGETTO E SCOPO

Ai sensi dell'art. 30 del DPR 207/2010, il disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del progetto definitivo *“precisa tutti i contenuti prestazionali degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene inoltre la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e dei componenti previsti nel progetto”*.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia della potenza di 45,524 MWp.

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

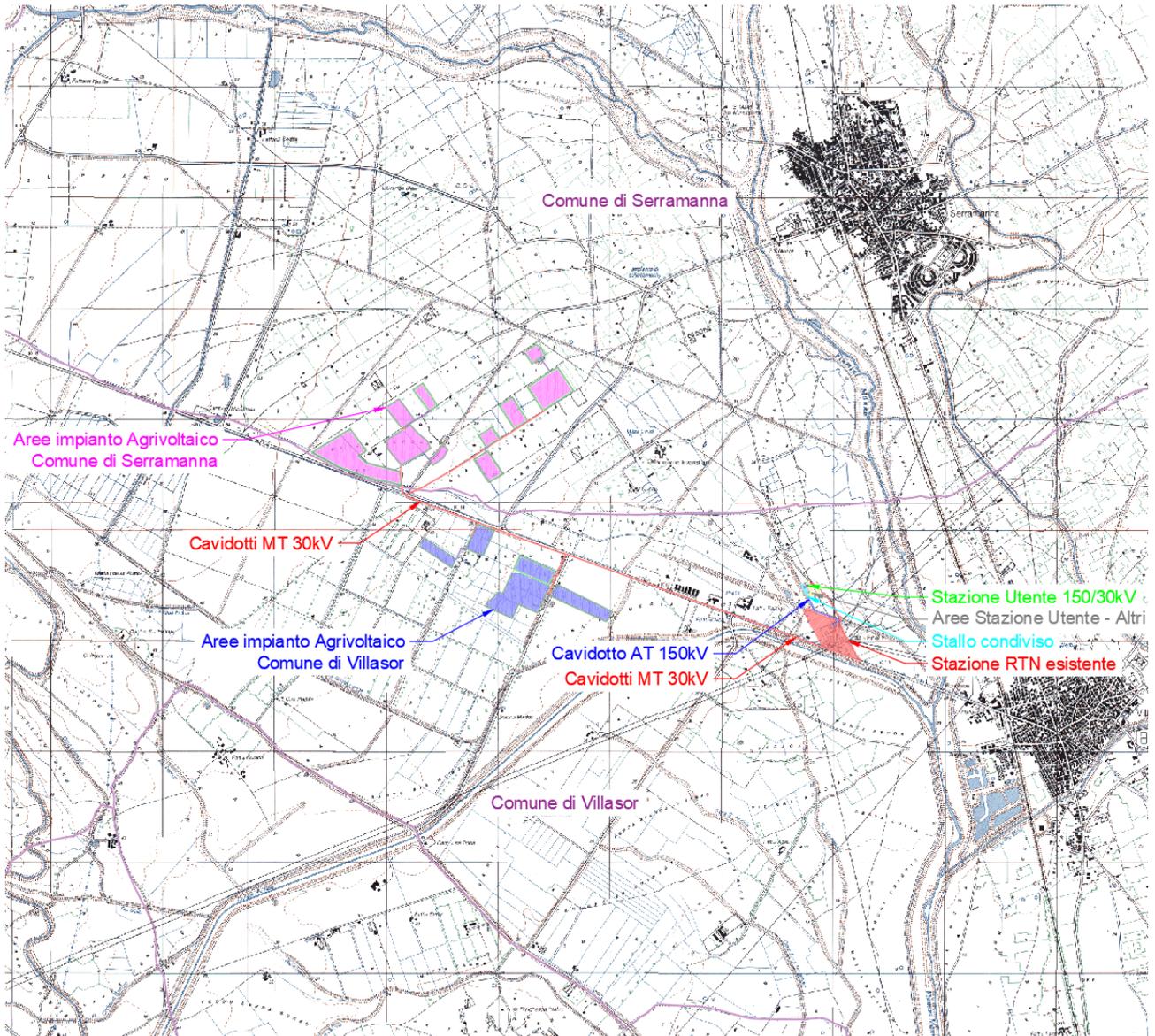
Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 547150 ed Elemento n. 556030.

L'area interessata dal progetto è raggiungibile 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.

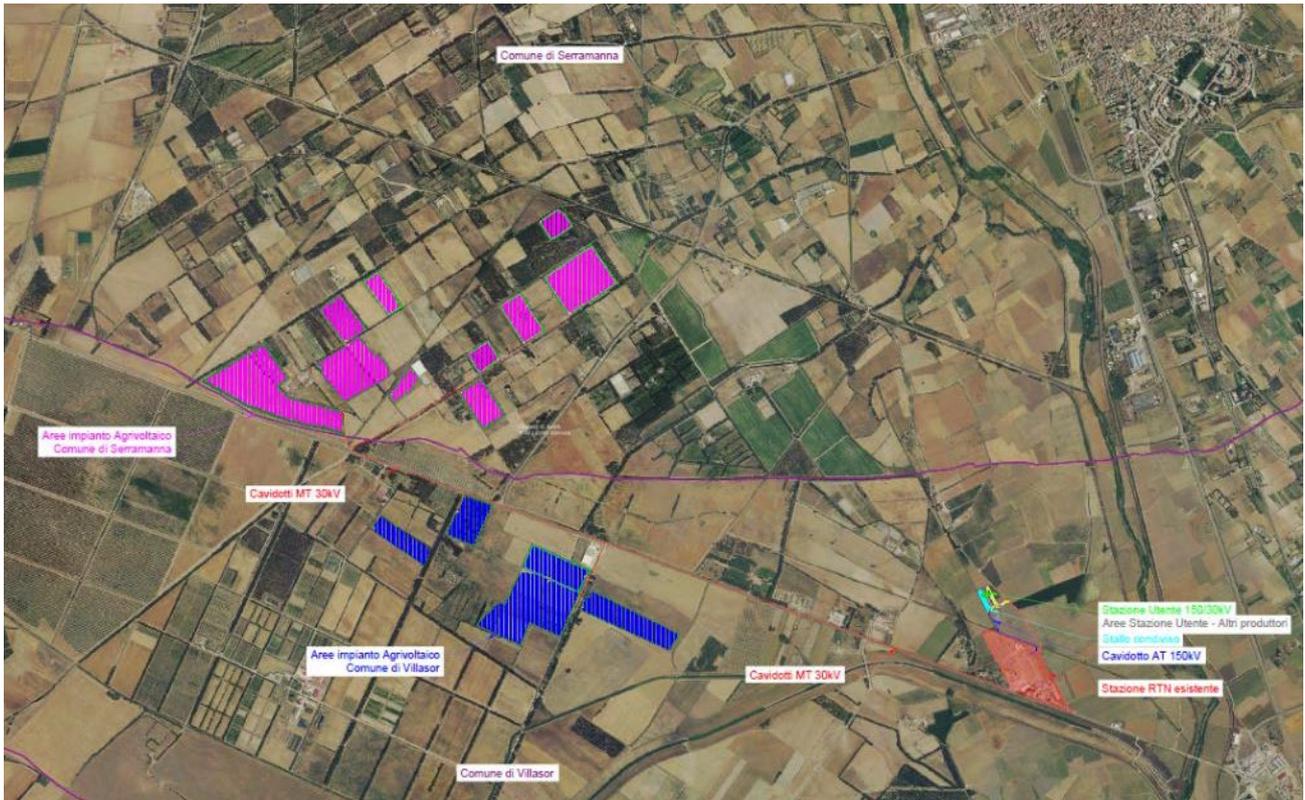
L'area di impianto è a circa 3,5 km in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE.

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

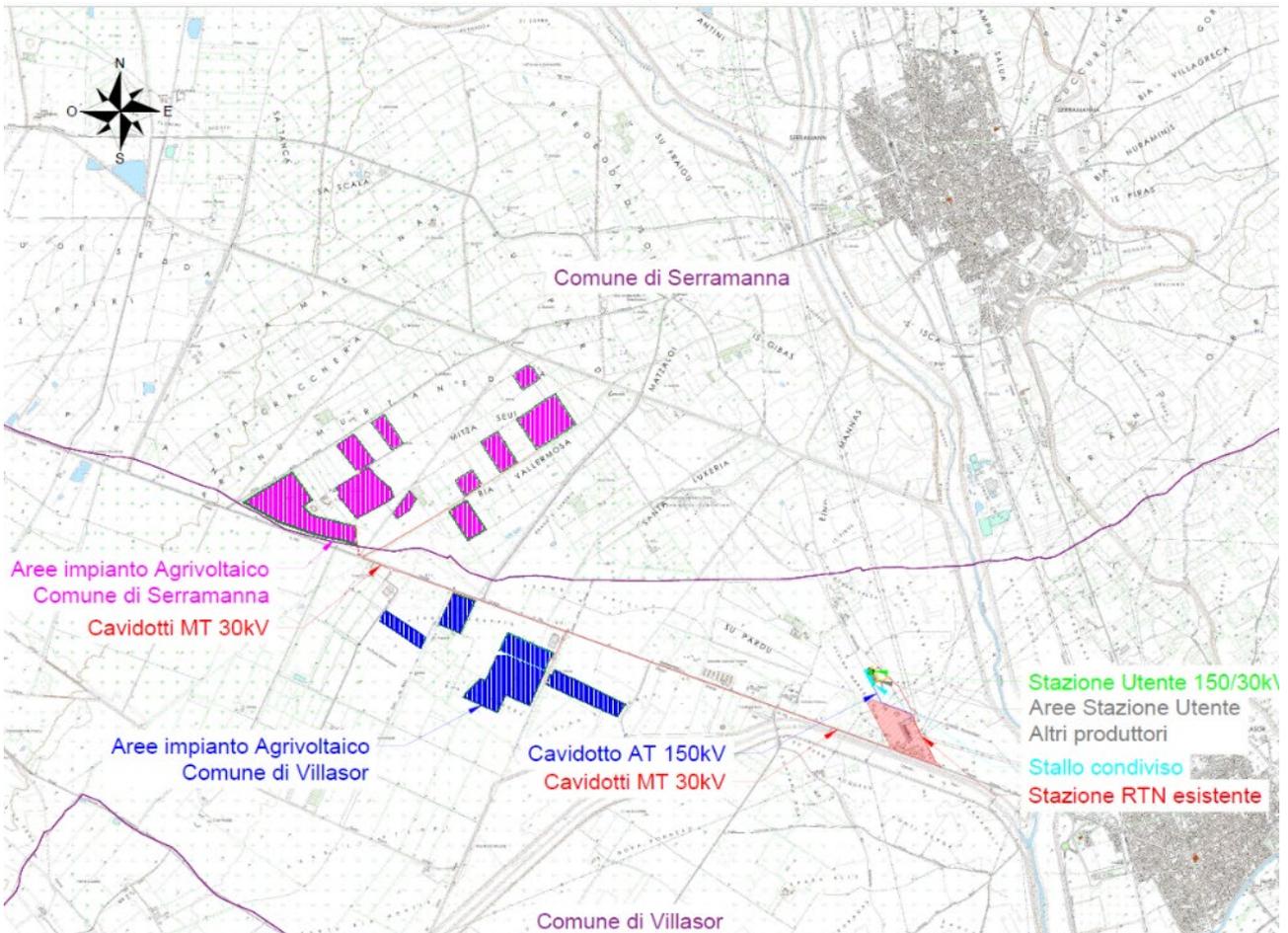
La Stazione Elettrica Utente SE sarà collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor”.



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



Stralcio Ortofoto (estratto Tav.39)



Inquadramento area intervento su CTR (estratto Tav.38)

---

I principali componenti dell'impianto fotovoltaico grid-connected sono:

- campo fotovoltaico, deputato a raccogliere energia mediante moduli fotovoltaici disposti opportunamente a favore del sole;
- Cavi di collegamento DC e AC, di adeguate caratteristiche tecniche;
- Stazioni Inverter complete di:
  - quadri di campo in corrente continua a protezione dalle possibili correnti inverse sulle stringhe, completi di scaricatori per le sovratensioni e interruttori magnetotermici e/o fusibili per proteggere i cavi da eventuali sovraccarichi;
  - inverter, deputati a stabilizzare l'energia raccolta, a convertirla in corrente alternata e ad iniettarla in rete;
  - Trasformatori per innalzare dalla bassa alla media tensione;
- Cabina di consegna o Stazione Elettrica di elevazione dalla media alla alta tensione completa di quadri di interfaccia e dei componenti necessari all'interfacciamento con la rete elettrica secondo le norme tecniche in vigore.

### 3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto di impianto prevede l'installazione di 77.818 moduli fotovoltaici, al fine di ottenere una potenza installabile di 45,524 MWp.

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto tipo "tracker" mono-assiali, disposti lungo l'asse geografico N-S.

Durante la fase di cantiere si eseguiranno le seguenti operazioni:

- movimentazioni di terra per la realizzazione 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 90), ogni 50/70 m circa.

---

Allo scopo sarà necessario realizzare 90 fondazioni in c.a, 1mx1mx1m, per un volume complessivo di circa 45/60 mc.

Le 11 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 fotovoltaico, 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 fotovoltaico 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 1,5m 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.

#### **4. OPERE CIVILI**

Le opere civili constano in:

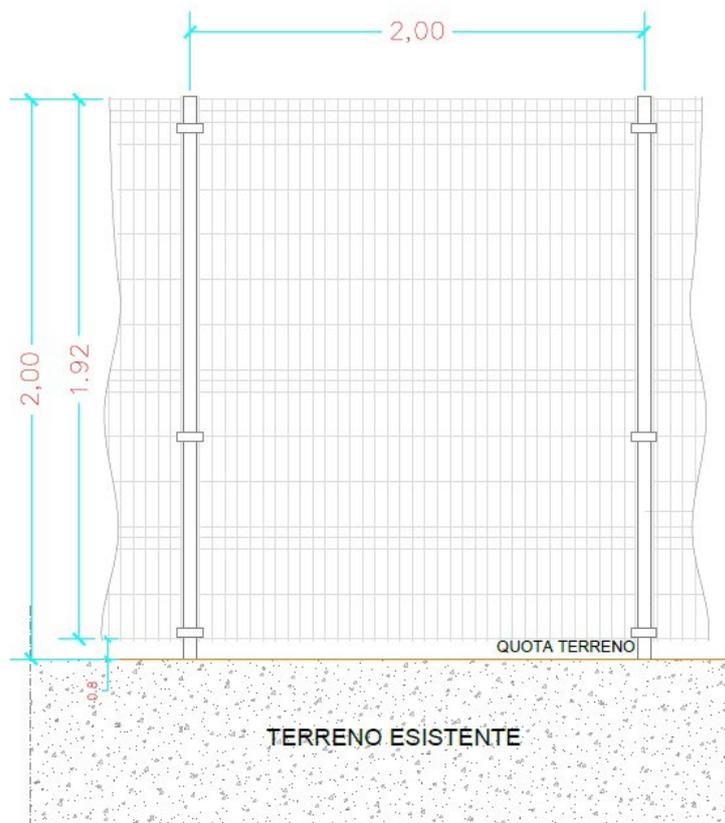
- realizzazione della recinzione e sistemazione dell'area, compreso il livellamento del terreno ove ritenuto necessario per agevolare l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo con accessi dalla viabilità esistente;
- 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.

#### 4.1 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

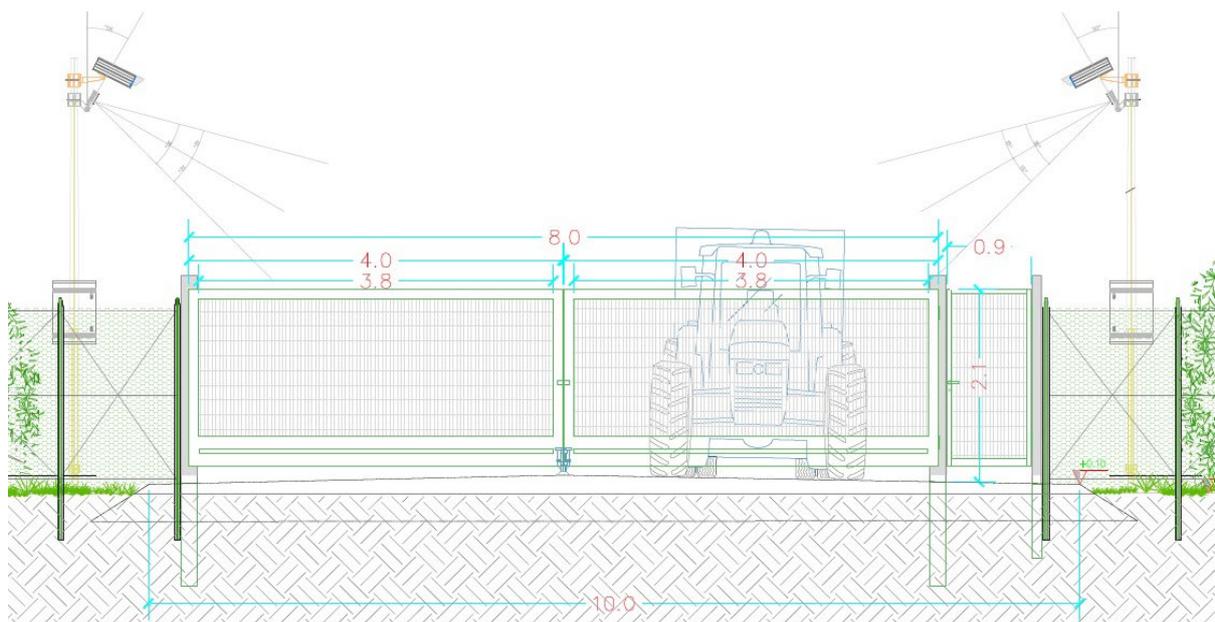


Tipologico sviluppo perimetrale recinzione

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

## 4.2 Viabilità e piazzole

Gli accessi ai vari sottocampi che costituiscono l'impianto sono costituiti da strade interpoderali e/o strade vicinali esistenti, a servizio dell'impianto fotovoltaico e della sottostazione elettrica 150/30 kV.

La circolazione all'interno alla centrale fotovoltaica sarà garantita invece dalla presenza di una apposita viabilità interna a carattere agricolo di servizio, che conduce alle piazzole previste intorno alle unità di trasformazione Inverter;

La viabilità interna si rende necessarie, 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. Esse saranno di larghezza pari a 4,5 m e raggio di curvatura interno di 5 m.

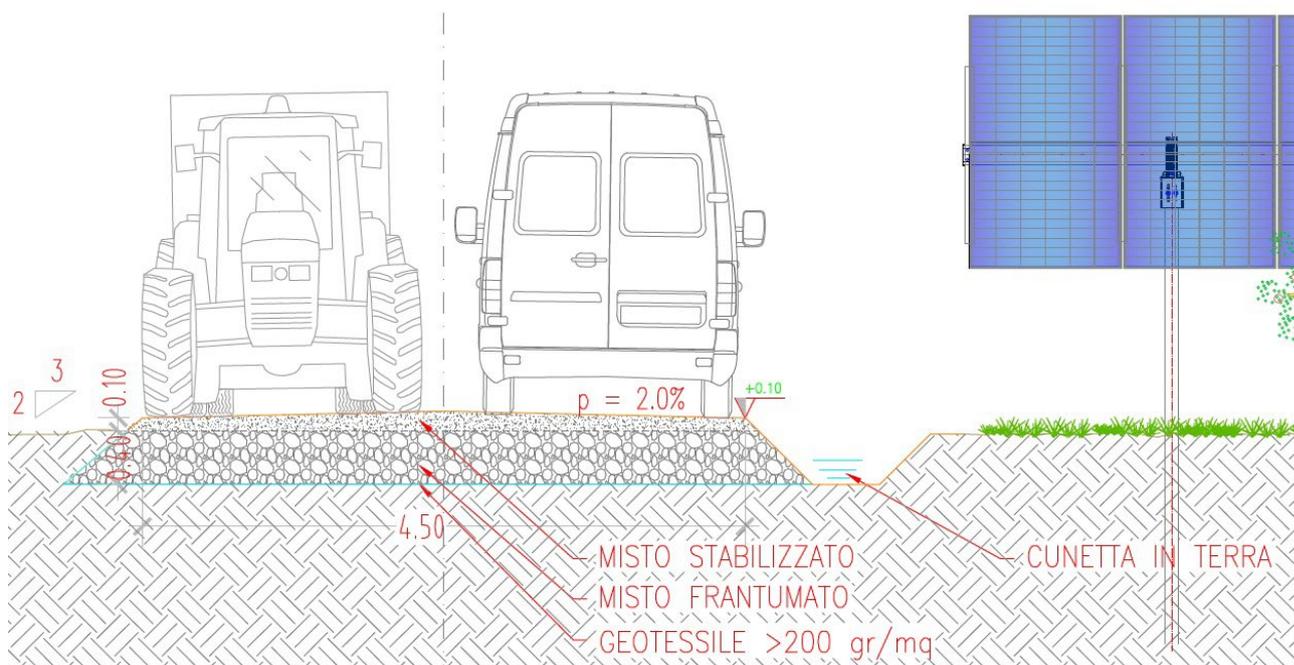
Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna sarà effettuato uno sbancamento di 40 cm, ed il successivo riempimento con un pacchetto stradale così formato:

- sottofondo in misto stabilizzato dello spessore variabile tra 30 e 40 cm
- finitura in battuto di ghiaia dello spessore di 10 cm;

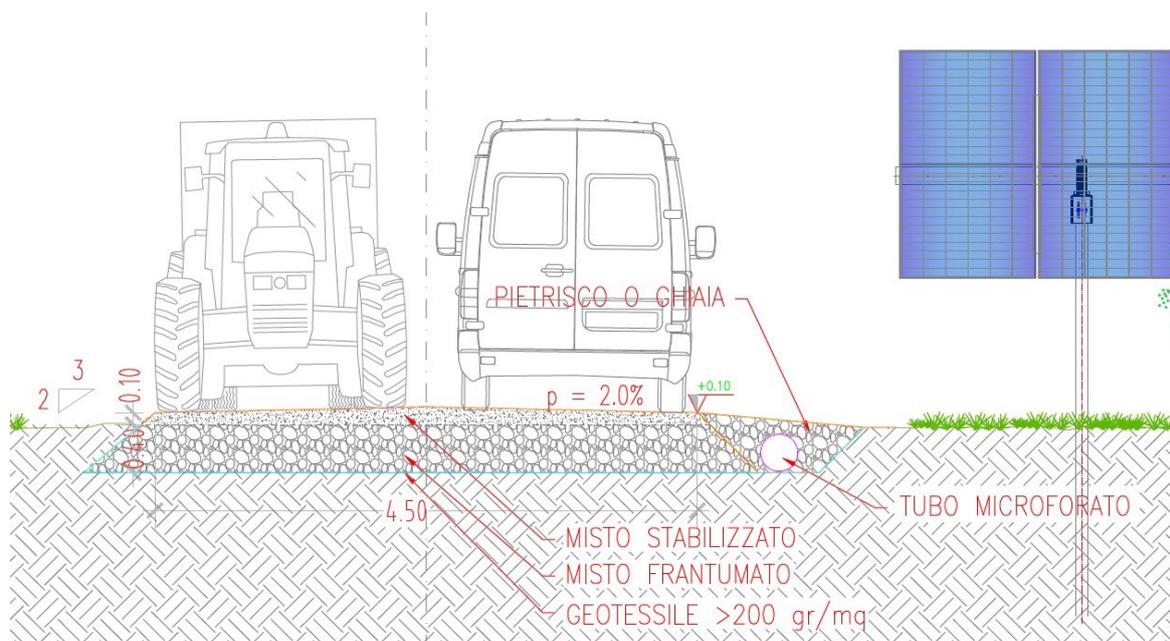
Tale sistema non ostacola la permeabilità del terreno e consente di evitare la realizzazione di opere di canalizzazione.

Le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area.

La particolare ubicazione della centrale fotovoltaica adiacente le strade provinciali e comunali permetterà un facile trasporto in sito dei materiali per la costruzione e realizzazione della stessa.



Tipico sezione viabilità e cunetta drenaggio laterale



Tipico sezione viabilità e drenaggio laterale con canalizzazione interrata forata

### 4.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione

Sarà previsto un impianto di video sorveglianza che integrato con l'impianto di antintrusione proteggerà l'impianto fotovoltaico 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..

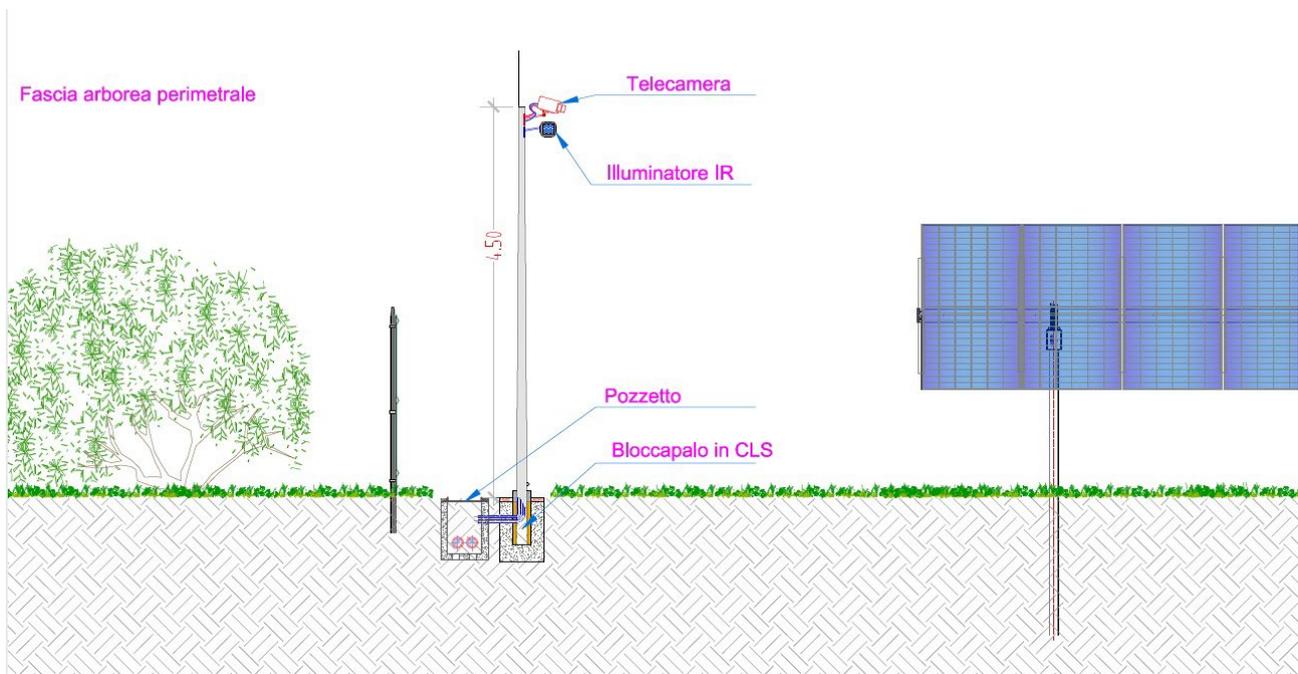
L'impianto di videosorveglianza sarà controllabile e manovrabile da remoto, da un operatore che da una cabina regia potrà controllare l'intera area. Le immagini acquisite dalle telecamere saranno registrate durante le 24h; le telecamere pertanto, saranno corredate di un opportuno software gestionale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

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 fotovoltaico 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.

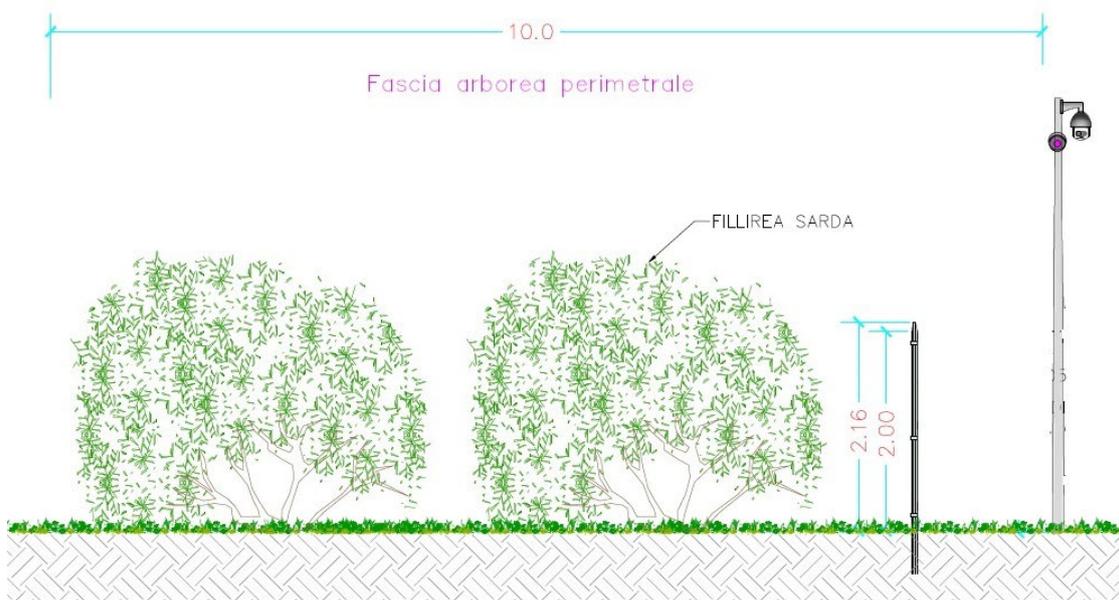


Esempio installazione Videosorveglianza - Tipico

#### 4.4 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

## 4.5 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.

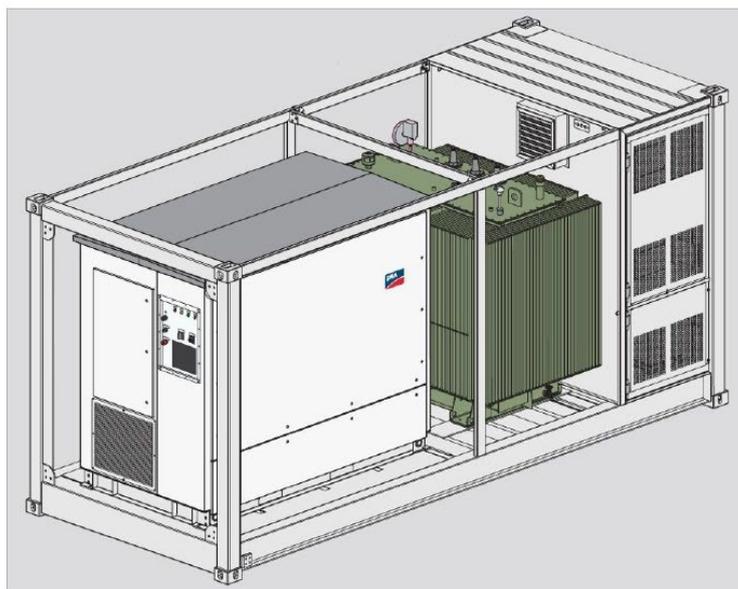
Queste Inverter Station consentono il dimensionamento ottimale degli impianti FV fornendo il minor costo di sistema e la massima resa grazie a una perfetta combinazione di appositi componenti di media tensione è in grado di offrire una densità di potenza ancora maggiore all'interno di un container da 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**

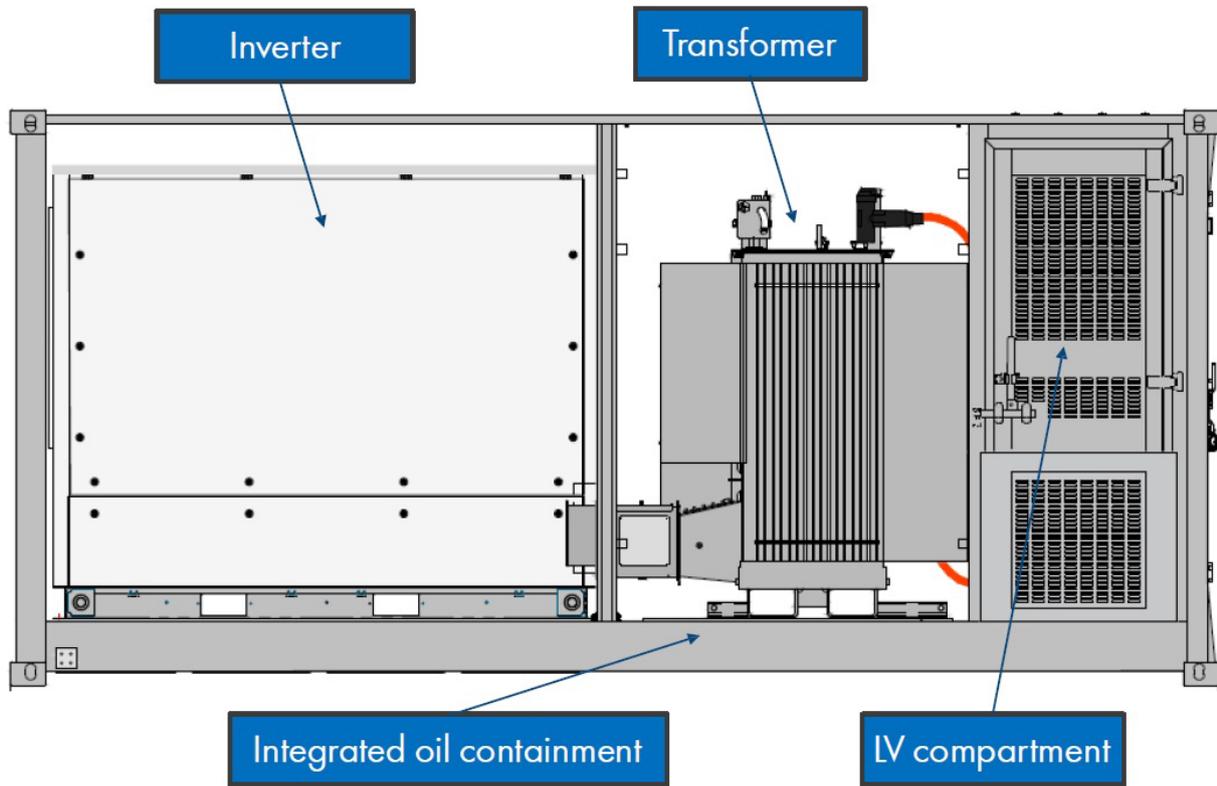
**US-Skid according to UL 1741**

Layout tipologico Cabina di Conversione

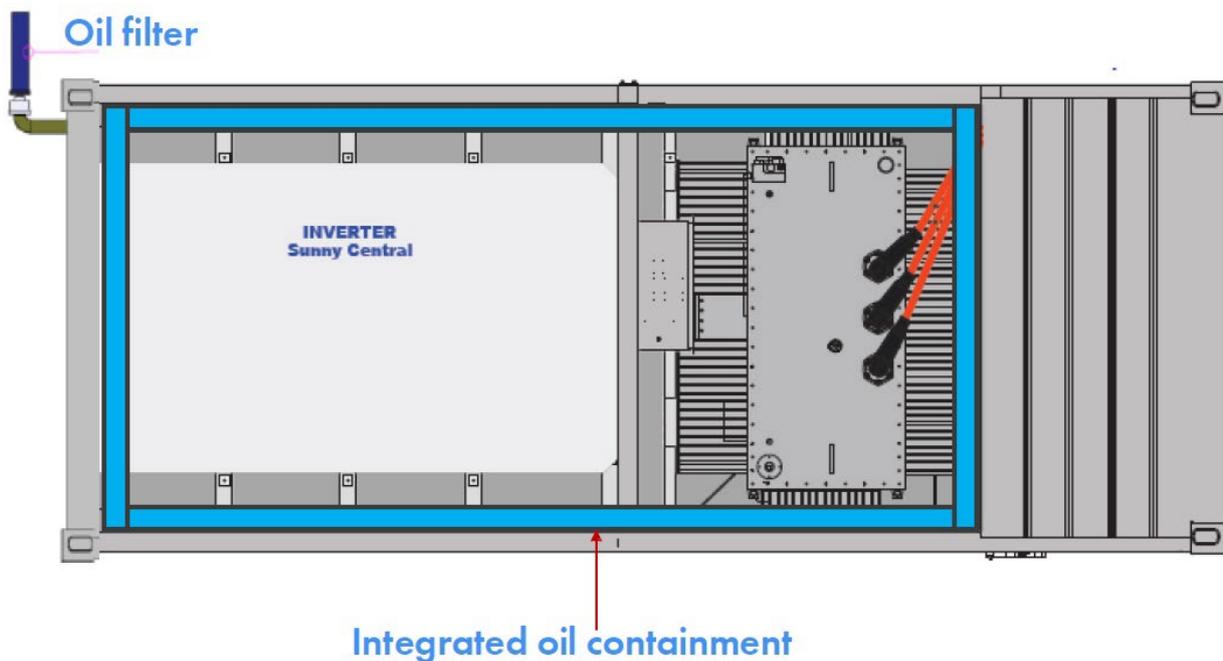
### Principali Caratteristiche:

- 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

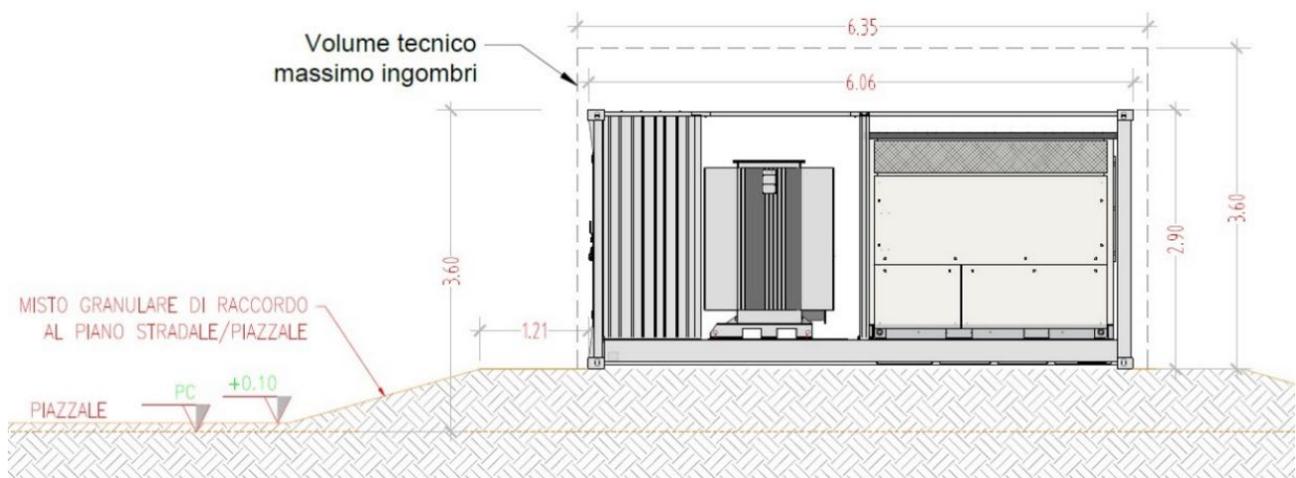
- 5 anni di garanzia su tutti i componenti
- Efficienza dei costi
- Bassi costi di trasporto
- Costi di installazione minimi



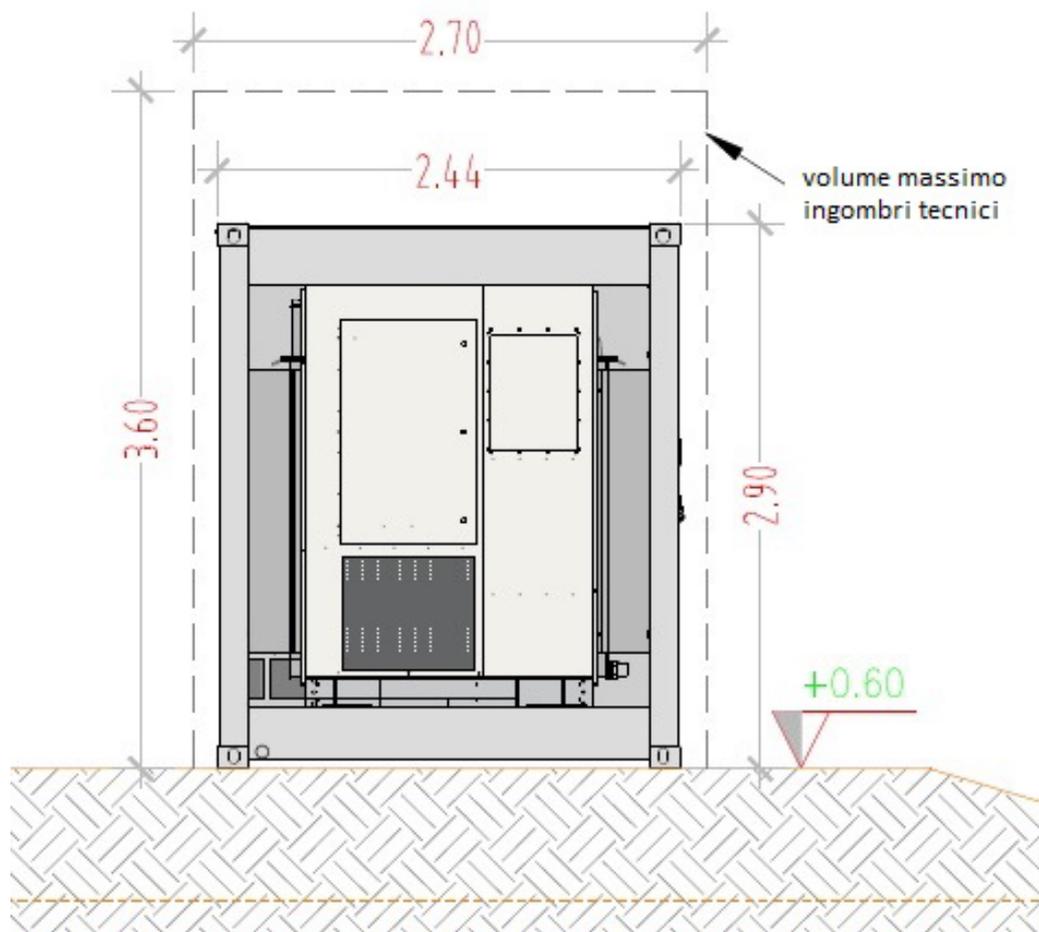
Configurazione Tipologica Cabina di Conversione



Dettaglio impianto contenimento Olio

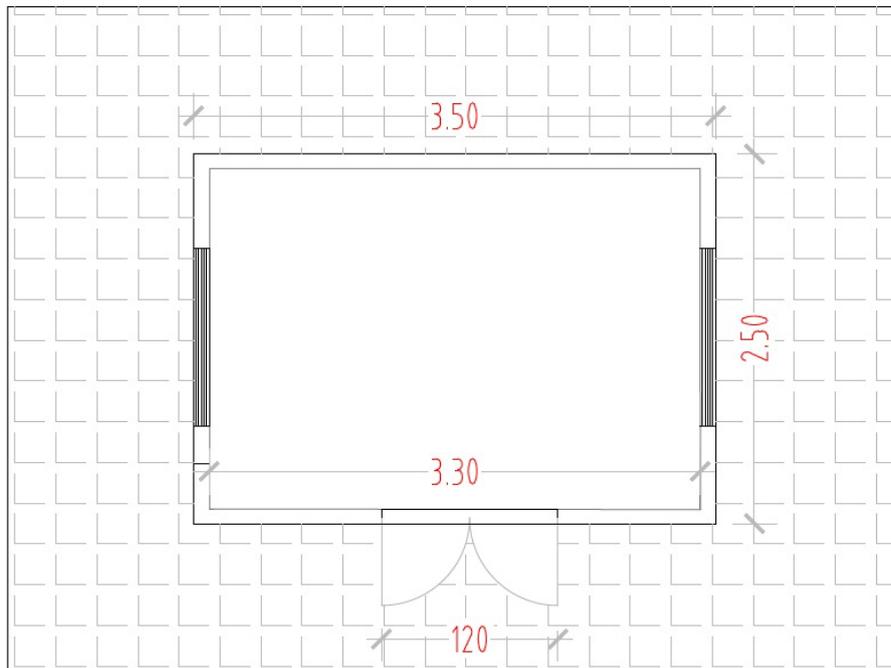


Tipologico ingombro prospetto frontale Cabina Inverter

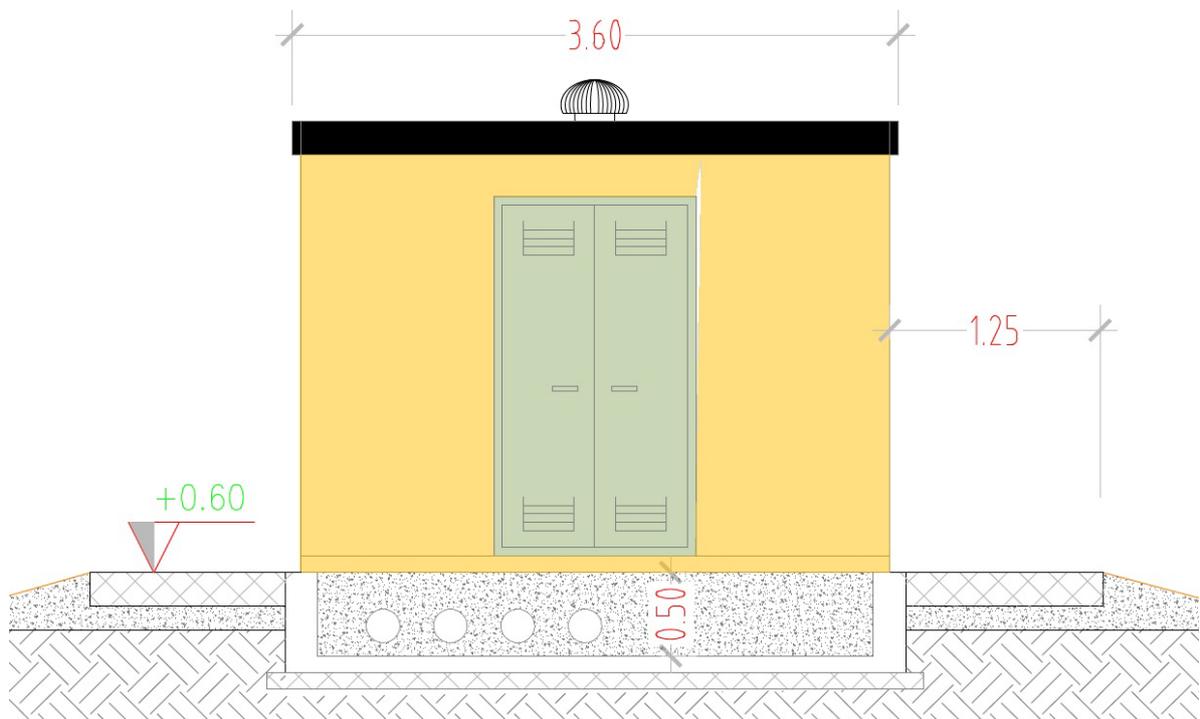


Tipologico ingombro prospetto laterale Cabina Inverter

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

Le fondazioni di tali strutture saranno costruite in calcestruzzo armato gettato in opera, con geometrie e caratteristiche di resistenza riportate nel progetto delle opere strutturali, le cui specifiche prestazionali si fa riferimento al cap. Calcestruzzi.

---

## 4.6 Fondazioni in calcestruzzo armato

### 4.6.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua

I materiali da utilizzarsi per la preparazione dei calcestruzzi devono corrispondere a quanto prescritto dalle "Norme Tecniche" approvate con Decreto Ministeriale del 17.01.2018 al quale si fa riferimento per il tipo ed il numero dei controlli e le prove sui materiali da eseguire, salvo quanto diversamente specificato nel presente Capitolato Tecnico.

Il rapporto acqua/cemento deve essere scelto opportunamente (vedi UNI EN 206-1) in modo da consentire la realizzazione di calcestruzzi di elevata impermeabilità e compattezza e da migliorare la resistenza alla carbonatazione ed all'attacco dei cloruri; deve essere comunque utilizzato un rapporto acqua/cemento non superiore a:

0,45 per tutti gli elementi strutturali in c.a.

0,50 per tutti gli altri elementi.

Il controllo di quanto sopra prescritto viene effettuato, su richiesta della D.L., verificando sia la quantità di acqua immessa nell'impasto sia l'umidità degli inerti (metodo SPEEDY TEST).

### 4.6.2 Leganti

I leganti da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella Legislazione vigente ed alla Norma UNI EN 206-1 e UNI ENV 197-1.

Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanico.

Il dosaggio minimo di cemento per m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro massimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981 - Parte 2° sulla durabilità del calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

### 4.6.3 Inerti

Gli inerti possono provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e possono essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche. Devono essere accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose né gelive, opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

Gli aggregati da utilizzare nella confezione dei calcestruzzi devono soddisfare i requisiti richiesti nel Decreto Ministeriale del 17/01/2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Norma UNI 8520.

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione (UNI 9858), ed in particolare:

- D15 per spessori di calcestruzzo minori o uguali a 15 cm;
- D30 per spessori di calcestruzzo maggiori di 15 cm.

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il

---

quale ne deve rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che deve essere esibita alla Committente dall'Appaltatore, cui ne compete l'onere.

Per getti particolari, a discrezione della D.L., è a carico dell'Appaltatore provvedere allo studio dei più idonei dosaggi dei vari componenti in base ad apposite ricerche condotte da un Laboratorio Ufficiale.

#### 4.6.4 Classe di resistenza a compressione dei calcestruzzi

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. devono essere realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L. (di norma classe di resistenza minima Rck 25 N/mm<sup>2</sup>).

I getti di sottofondazione, rinfianco ed allettamento nonché eventuali getti per finiture stradali vengono realizzati utilizzando calcestruzzo confezionato con classe di resistenza minima Rck 20 N/mm<sup>2</sup>).

Lo slump deve essere costantemente controllato nel corso del lavoro dall'Appaltatore mediante il cono di Abrams e non può mai superare i valori prescritti dalla D.L. per ogni classe, mentre detti valori possono essere ridotti quando sia possibile ed opportuno per migliorare la qualità del calcestruzzo.

La classe di resistenza minima non dovrà in alcun modo essere inferiore ai valori indicati nel Decreto Ministeriale del 14/01/2008.

Per ogni singola classe di calcestruzzo, durante la posa in opera, vengono effettuati prelievi dagli impasti in ragione di almeno un prelievo in media ogni 50 m<sup>3</sup> di getto, e in numero maggiore ove specificato, e comunque in numero non inferiore a 2 prelievi di tre cubetti per ogni diversa fase di getto, al fine di accertare la rispondenza del calcestruzzo secondo le modalità indicate dal D.M. del 17/01/2018.

I provini prelevati dall'Appaltatore su ordine della D.L., datati e contrassegnati in modo indelebile con riferimento al manufatto cui si riferiscono, sono conservati a cura del Committente che provvede a trasmetterli ad un Laboratorio ufficiale affinché siano sottoposti alle prove di schiacciamento. Il Committente stesso trasmette i risultati delle analisi alla D.L. per le opportune valutazioni.

L'onere del prelievo dei provini e del costo per le prove di schiacciamento presso il Laboratorio Ufficiale è a carico dell'Appaltatore.

La determinazione delle Classi viene eseguita separatamente:

- per ogni singola opera di volume superiore o uguale a 100 m<sup>3</sup>;
- per singole e/o gruppi di opere che vengono definite dalla D.L. in cantiere.

Qualora dalle prove di Laboratorio riferite a manufatti singoli, si ottenesse una Classe inferiore a quella prescritta, la D.L. la Committente può rifiutare l'opera realizzata con tale anomalia. In questo caso, resta all'Appaltatore l'onere di demolire e ricostruire, a sue spese, ogni opera alla quale si riferiscono i prelievi le cui prove hanno dato risultati insufficienti.

In questo caso, resta all'Appaltatore l'onere di demolire e ricostruire, a sue spese, ogni opera alla quale si riferiscono i prelievi le cui prove hanno dato risultati insufficienti.

Durante la ricostruzione delle opere in discorso vengono effettuati nuovi prelievi, secondo le modalità sopra stabilite, i cui risultati devono dimostrare l'appartenenza del cls. alla

---

Classe richiesta.

Tuttavia, la Committente - a suo insindacabile giudizio - può accettare, in luogo della demolizione che l'Appaltatore esegua a sua cura e spese, quelle opere di rafforzamento delle strutture che tecnicamente potessero ritenersi idonee e che consentissero alle strutture in questione di raggiungere una resistenza equivalente alla prescritta.

Tale idoneità ed equivalenza debbono essere esplicitamente accertate ed approvate dalla D.L. e quindi dalla Committente; in questo caso detti manufatti vengono esclusi dalla determinazione statistica della Classe del calcestruzzo.

#### **4.6.5 Modalità esecutive dei getti di cls.**

Oltre a quanto previsto nel D.M. 17.01.2018 e nella UNI 9858 si precisa che il cls. deve essere posto in opera, appena confezionato, in strati successivi fresco su fresco, possibilmente per tutta la superficie interessata il getto, convenientemente pistonato e vibrato con vibrator meccanici ad immersione o percussione, evitando accuratamente la segregazione degli inerti; si precisa che non possono essere eseguite interruzioni nei getti di cls se non previste nei disegni di progetto, ovvero preventivamente concordate con la Committente.

Le eventuali riprese di getto da fase a fase debbono avvenire previa opportuna preparazione delle superfici di ripresa, che devono essere scalpellate e pulite con getti di aria ed acqua in pressione.

I basamenti non aventi armatura metallica devono essere gettati in unica fase affinché il getto stesso risulti monolitico.

Per necessità logistiche od esecutive, in accordo con la D.L., i getti potranno essere effettuati con l'ausilio di pompa da calcestruzzo, naturalmente a cura e spese dell'Appaltatore, evitando nel contempo la caduta libera dell'impasto da altezze superiori a 1,5 m.

Tutte le superfici orizzontali dei getti di cls che rimarranno in vista devono essere rifinite e lisce a fratazzo fine, in fase di presa del getto.

E' vietato porre in opera i calcestruzzi a temperatura inferiore a zero gradi centigradi.

I getti di cls devono essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di  $\pm 0,5$  cm, errori superiori devono essere eliminati, a cura e spese dell'Appaltatore, e solo con le modalità che la D.L. riterrà opportune.

Al momento del getto, fermo restando l'obbligo di corrispondere alla Classe di resistenza a compressione prescritta, il calcestruzzo deve avere una Classe di consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento sopra definito; tutti i getti dovranno comunque essere mantenuti convenientemente bagnati durante la prima fase della presa (almeno tre giorni) e protetti con sacchi di juta inumiditi.

Il trasporto del calcestruzzo fresco, dall'impianto di betonaggio alla zona del getto, deve avvenire mediante l'utilizzo di mezzi e con metodi idonei al fine di evitare la separazione degli inerti e di assicurare un approvvigionamento continuo del calcestruzzo per ogni fase di getto. L'intervallo di tempo tra l'esecuzione dell'impasto e la messa in opera del calcestruzzo non deve superare un ora avendo cura, per tutto il suddetto periodo, di mantenere la miscela in movimento. Particolare cura deve essere rivolta al controllo delle

---

perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo, deve essere controllata la consistenza o la plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici (slump), a giudizio della D.L.

#### **4.6.6 Benestare ai getti**

L'Appaltatore non può iniziare alcun getto di calcestruzzo senza aver prima ottenuto dalla D.L. apposito e specifico benestare.

L'Appaltatore, almeno 10 g. prima dell'inizio del primo getto, deve presentare alla Committente la Relazione Tecnica sulla granulometria degli inerti, riportante pure la provenienza e la qualità degli stessi, integrandola con le notizie sulla marca ed il dosaggio del cemento e le quantità d'acqua che intende impiegare per la confezione del cls. di ciascuna Classe di resistenza, anche in relazione alle additivazioni previste che devono essere analiticamente descritte.

#### **4.6.7 Acciaio per cemento armato**

L'acciaio e la rete elettrosaldata devono corrispondere alle caratteristiche specificate dalle Norme Tecniche cui a D.M. 17.01.2018.

Le dimensioni della maglia, il diametro del filo e la misura base dei pannelli della rete elettrosaldata sono stabiliti dal progetto costruttivo.

L' Appaltatore deve fornire i certificati di controllo, come prescritto dalla normativa succitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale e copia conforme all'originale ai sensi dell'Art. 14 della Legge n. 15 del 4/01/1968. La D.L. provvede, in cantiere, al prelievo dei vari spezzoni da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche, coerentemente a quanto disposto nel D.M. citato; detti spezzoni vengono inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore, al quale spettano anche gli oneri relativi alle prove stesse.

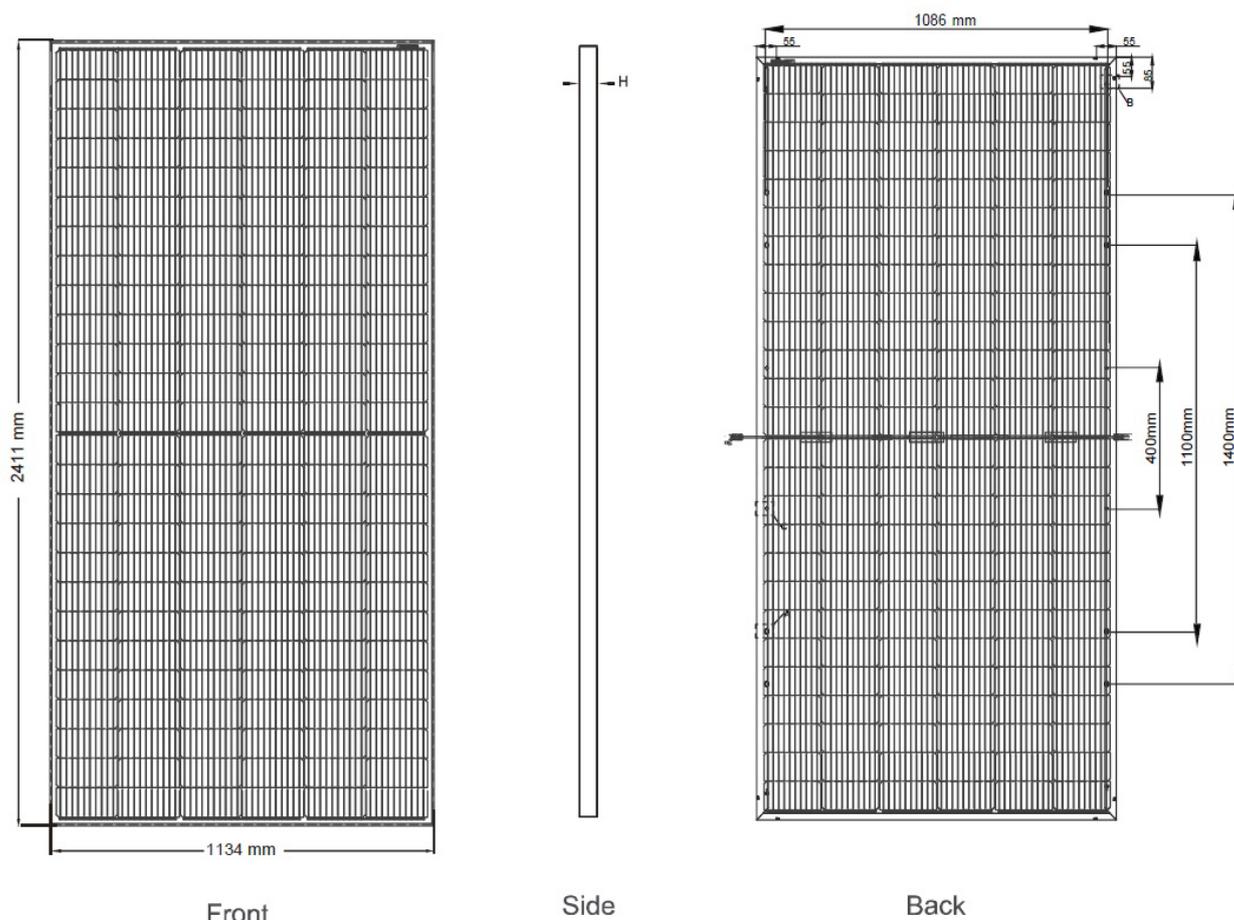
La costruzione delle armature e la loro messa in opera devono effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a. L'armatura deve essere posta in opera nelle casseforme, secondo le posizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano rivestite del prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

## 4.7 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

## 4.8 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:

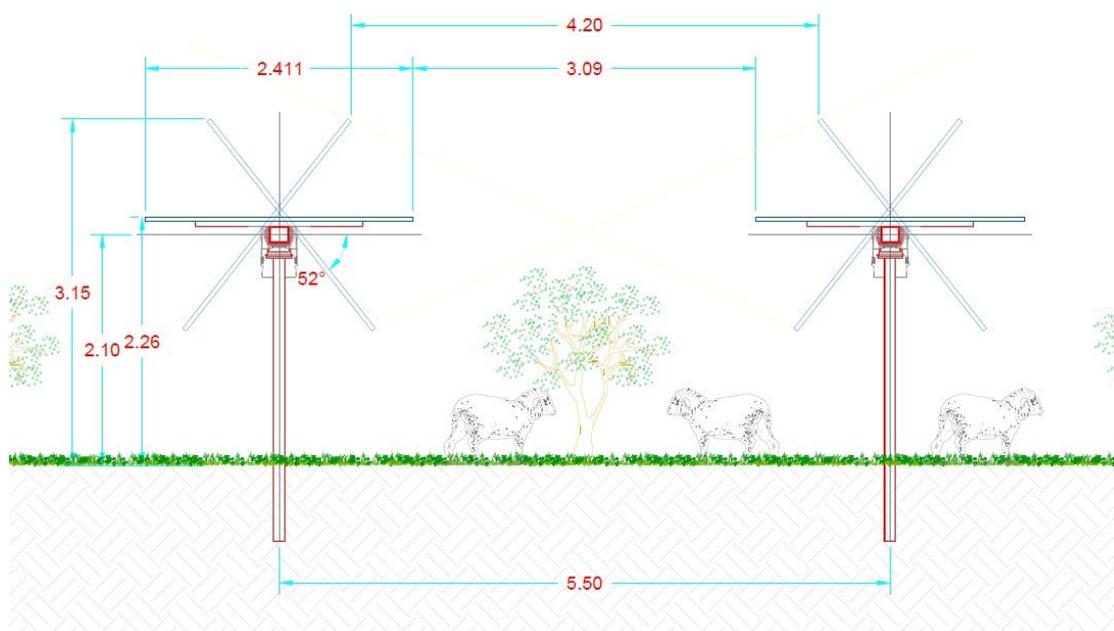
- Rilievo piano - altimetrico e picchettamento dell'area al fine di individuare le aree di posizionamento dei pali;
- Posizionamento della strumentazione atta a eseguire l'infissione tramite opportuna macchina con sistema a compressione;
- Esecuzione dell'infissione;
- Montaggio delle carpenterie metalliche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

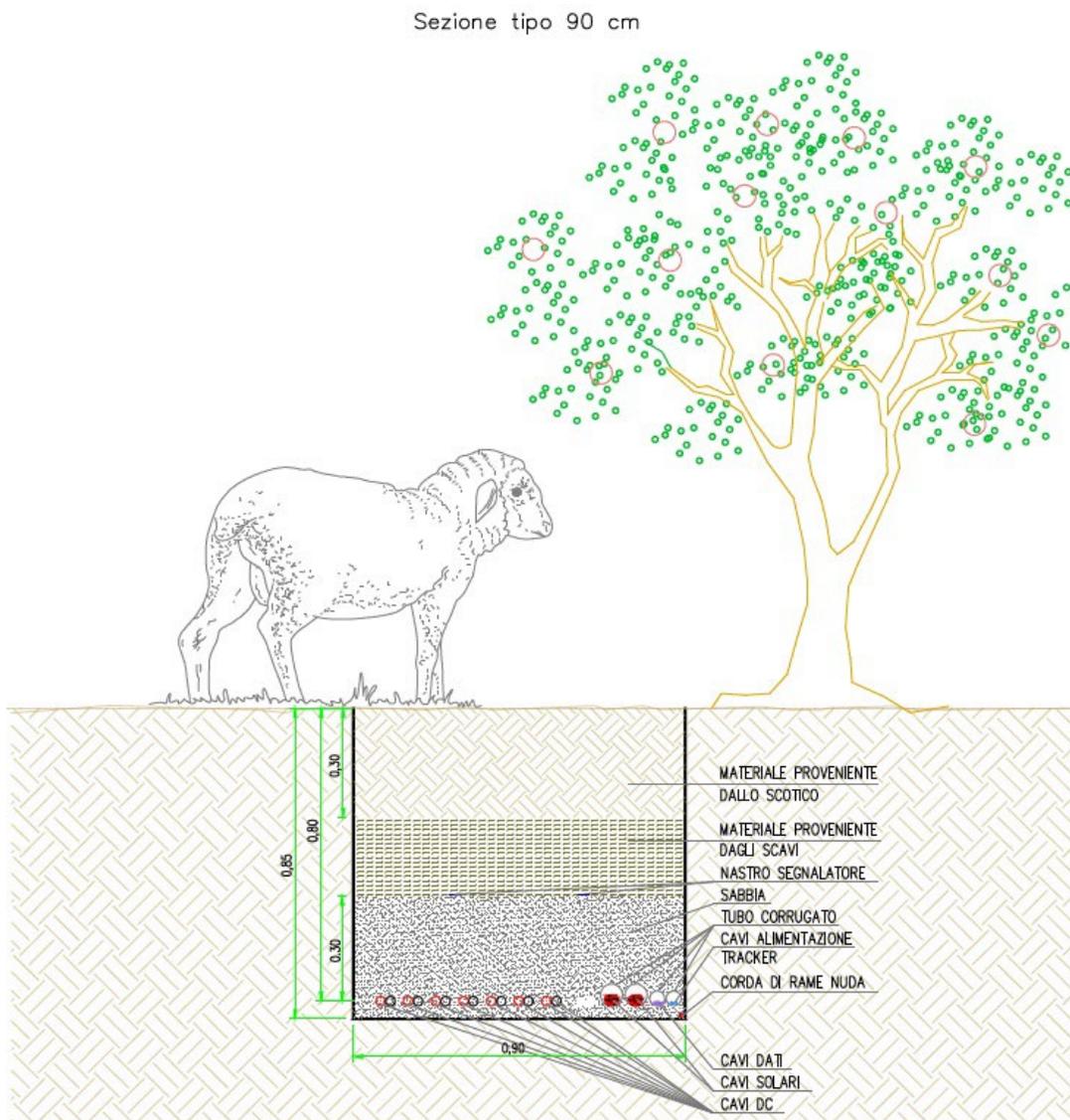
Le fondazioni, basi di sostegno delle strutture, saranno profili debitamente dimensionati direttamente infissi al suolo, ad una profondità variabile in funzione dei carichi e delle azioni e parametri normativi di calcolo che verranno elaborati nel progetto esecutivo. I dispositivi saranno proporzionati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

## 4.9 Cavidotti

All'interno del campo fotovoltaico verranno realizzati cavidotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le stringhe dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid dell'Inverter Station (Power Station).

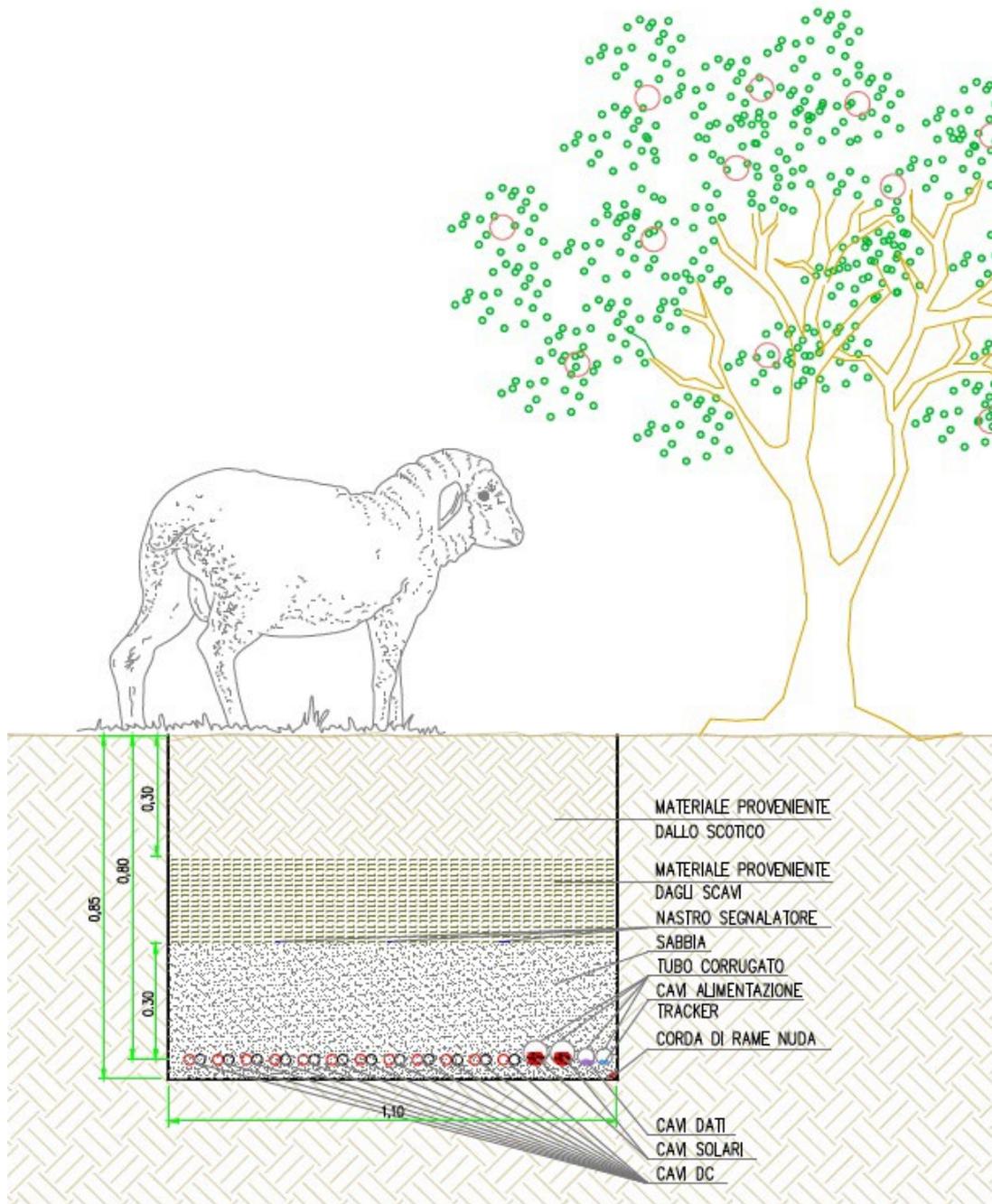
Oltre al reticolo in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter (Power Station) alle cabine Ausiliarie MT di raccolta MT e alla cabine in Stazione Elettrica Utente MT/AT.

### Particolari tecnologici cavidotti BT



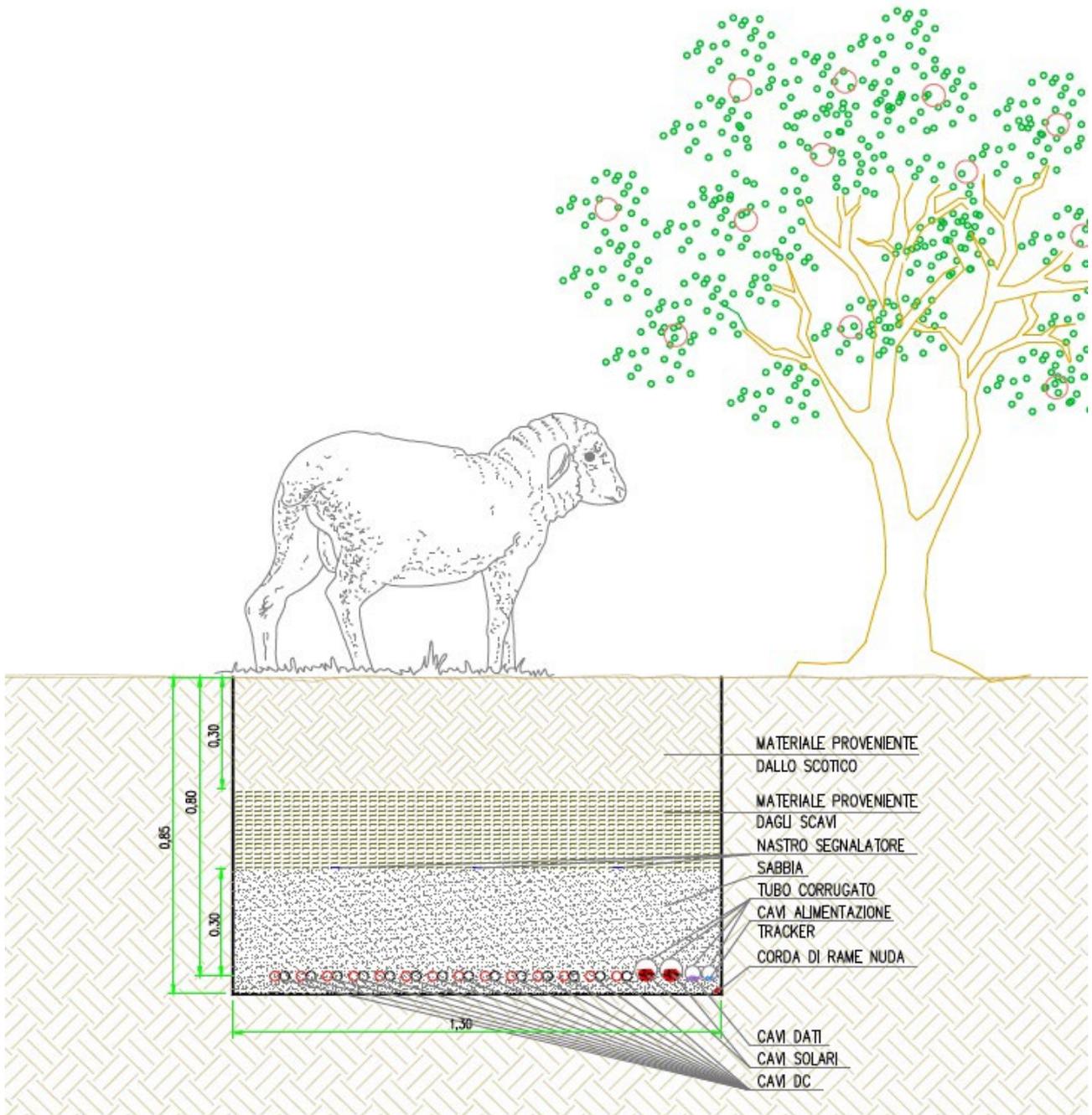
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 110 cm



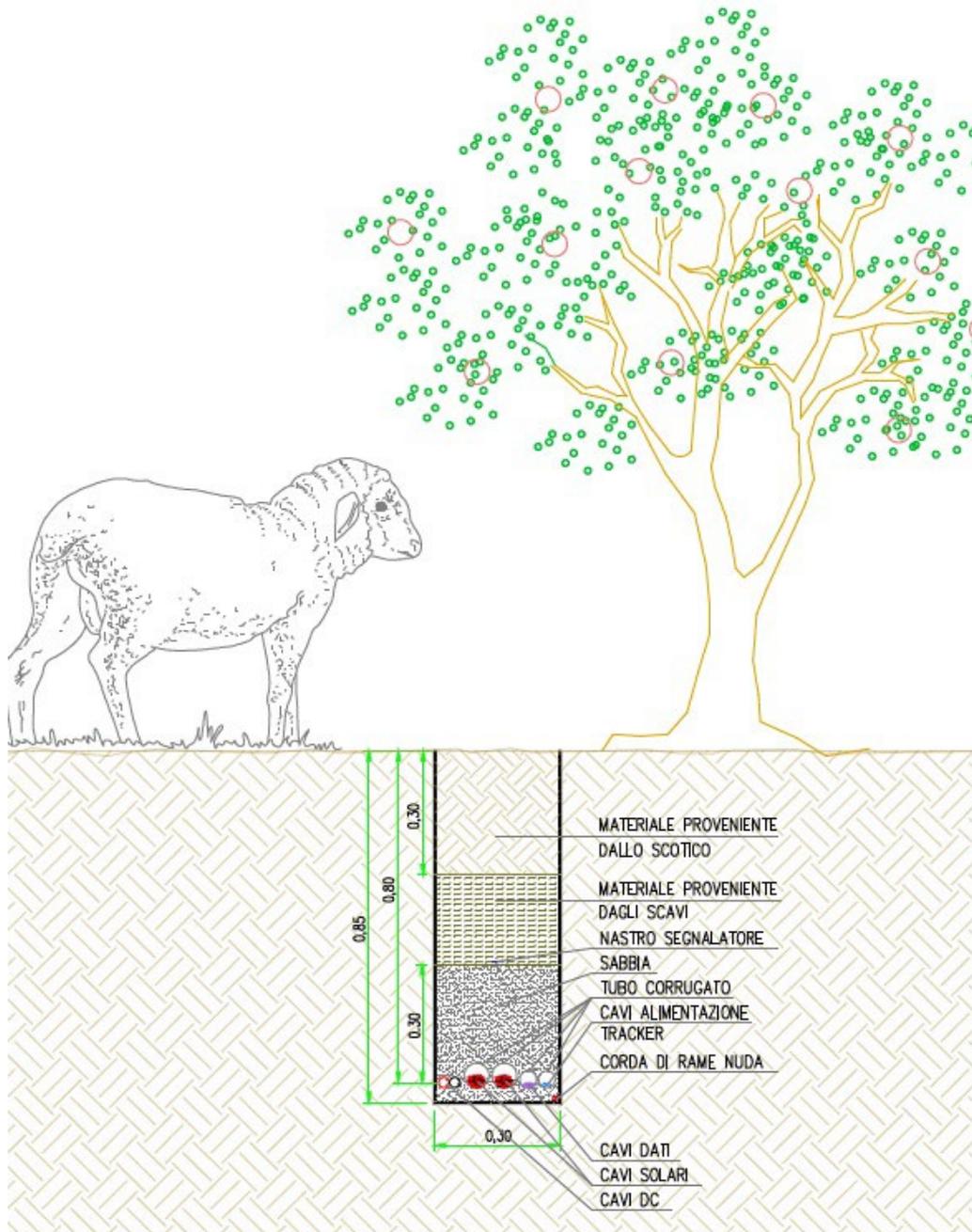
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 130 cm



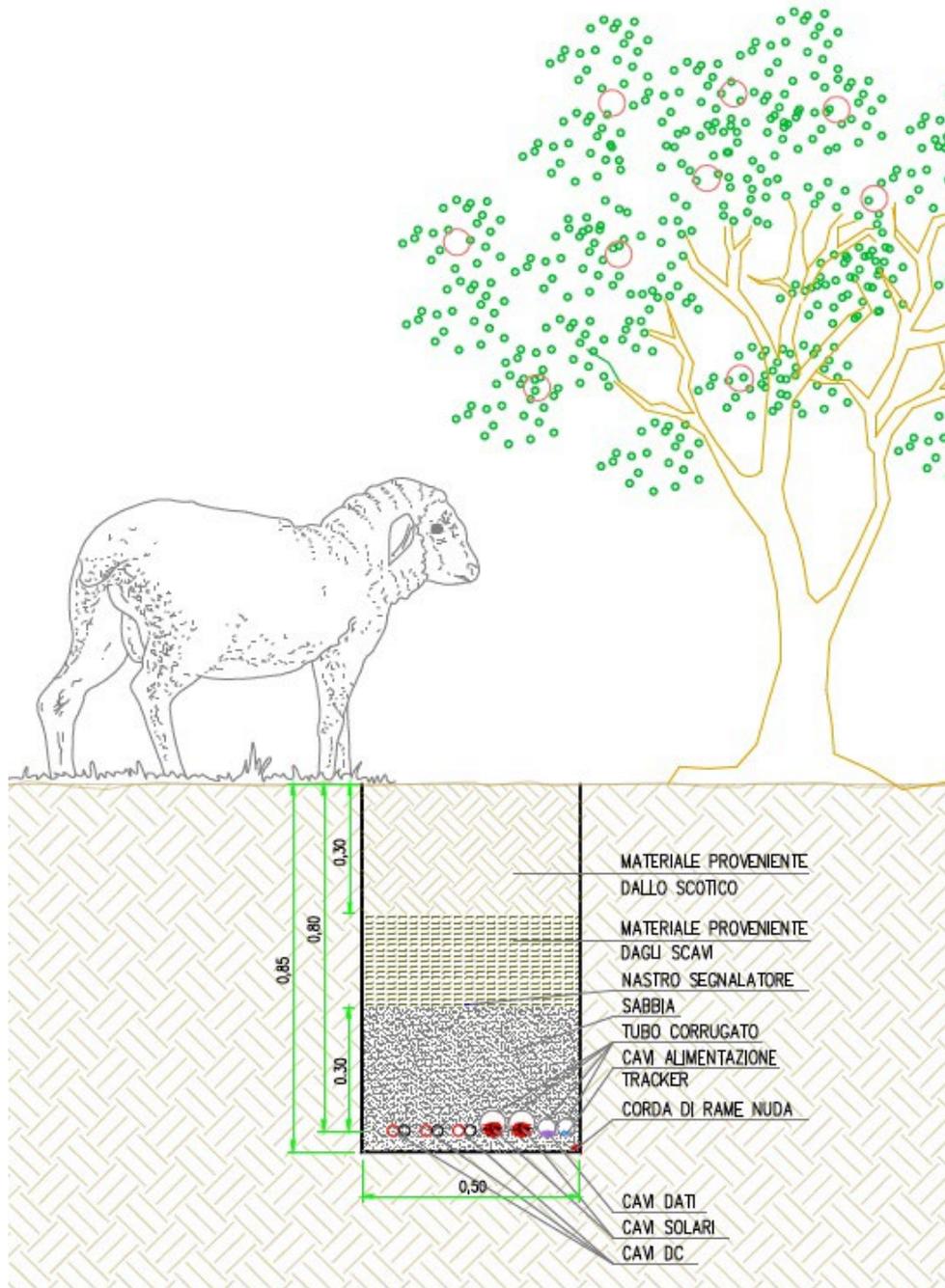
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 30 cm



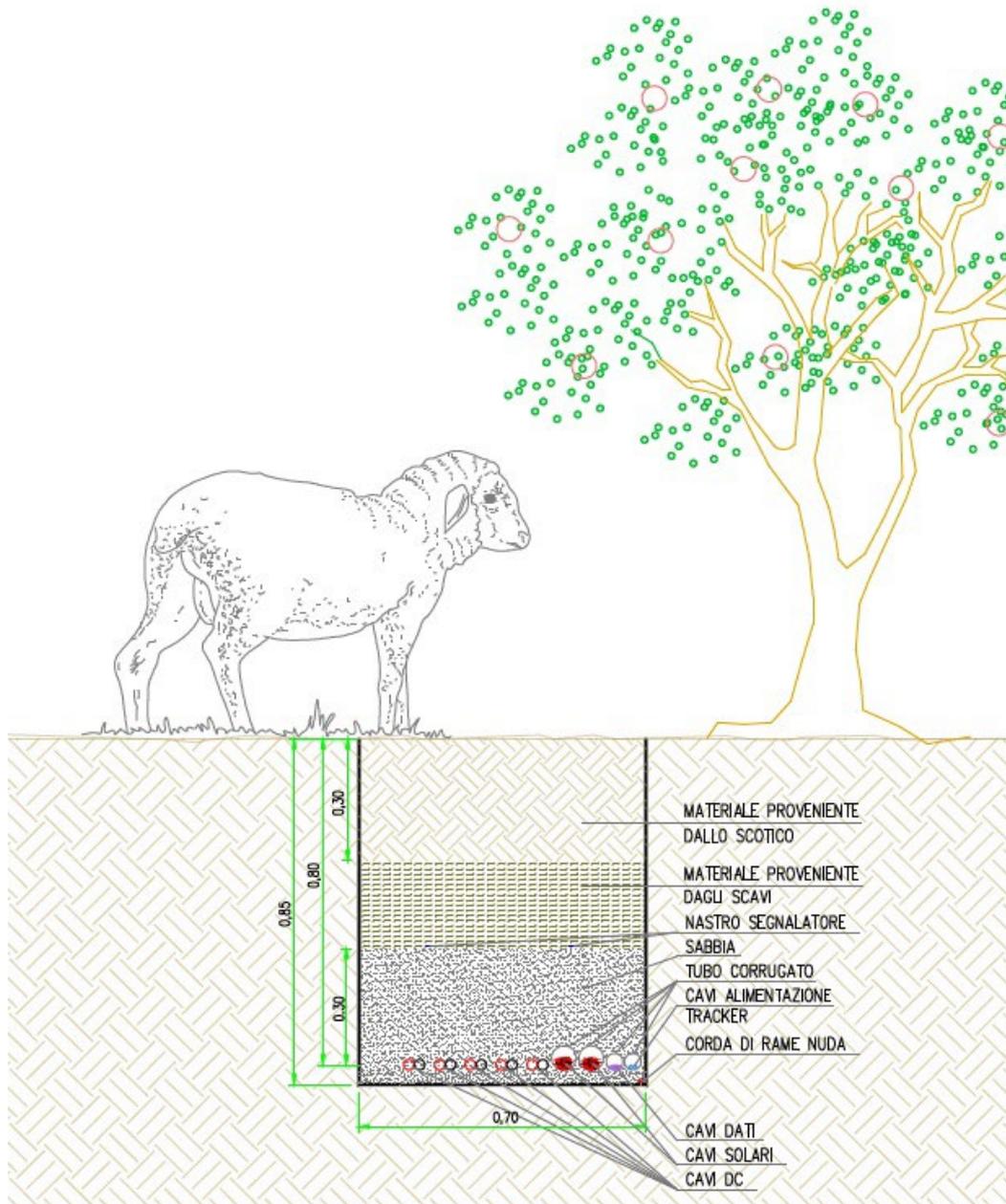
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 50 cm



Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 70 cm

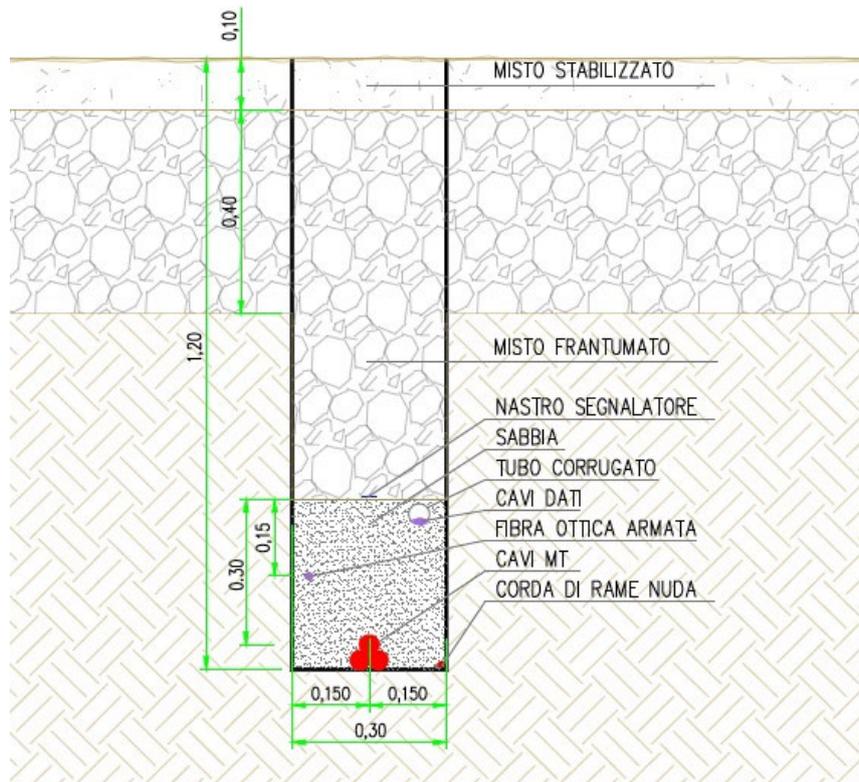


Sezione cavidotto BT

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.

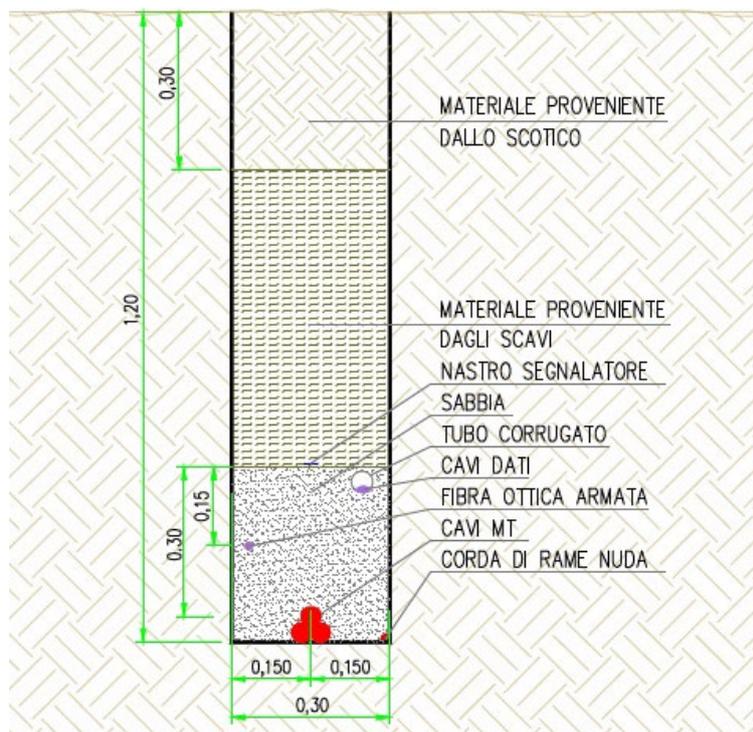
*Particolari tecnologici cavidotti MT*

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



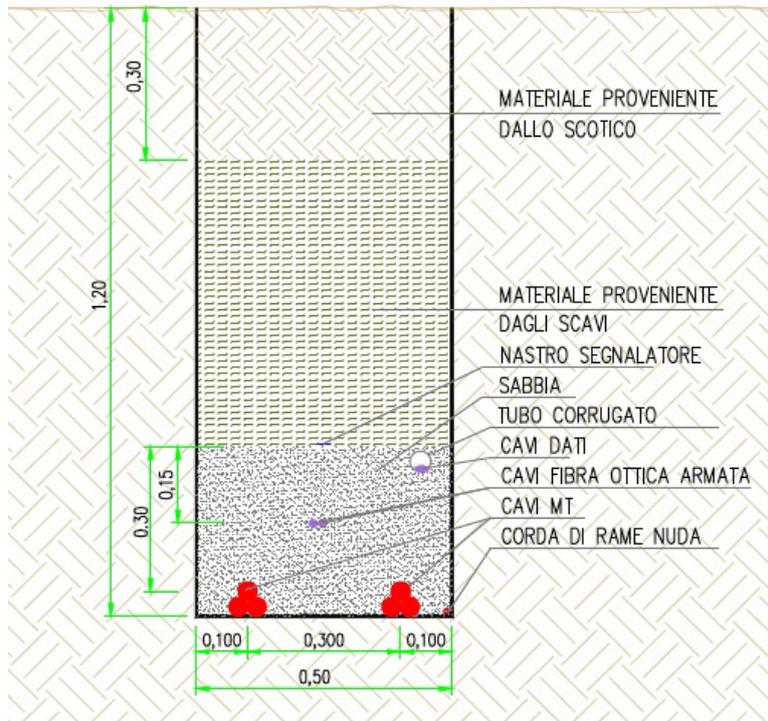
*Sezione cavidotto MT*

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



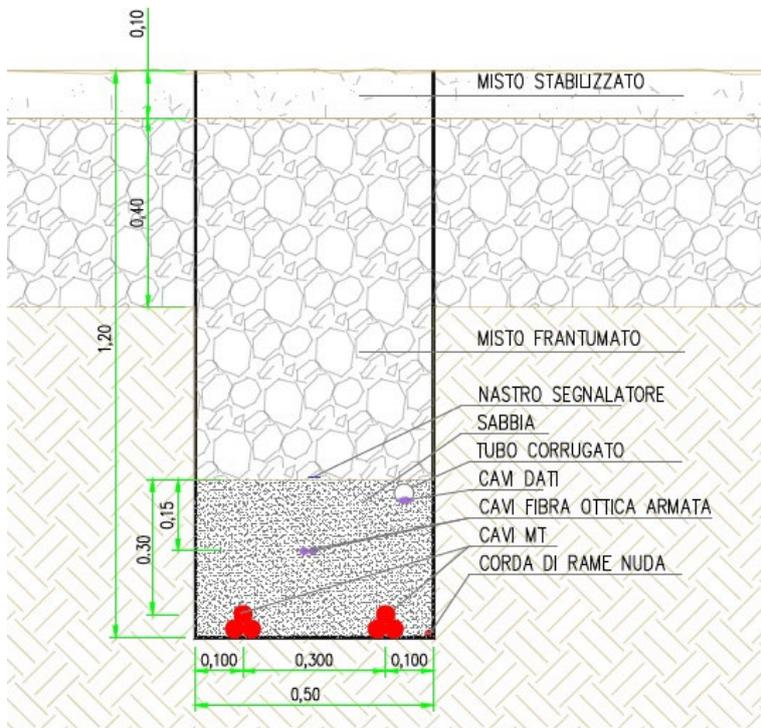
*Sezione cavidotto MT*

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



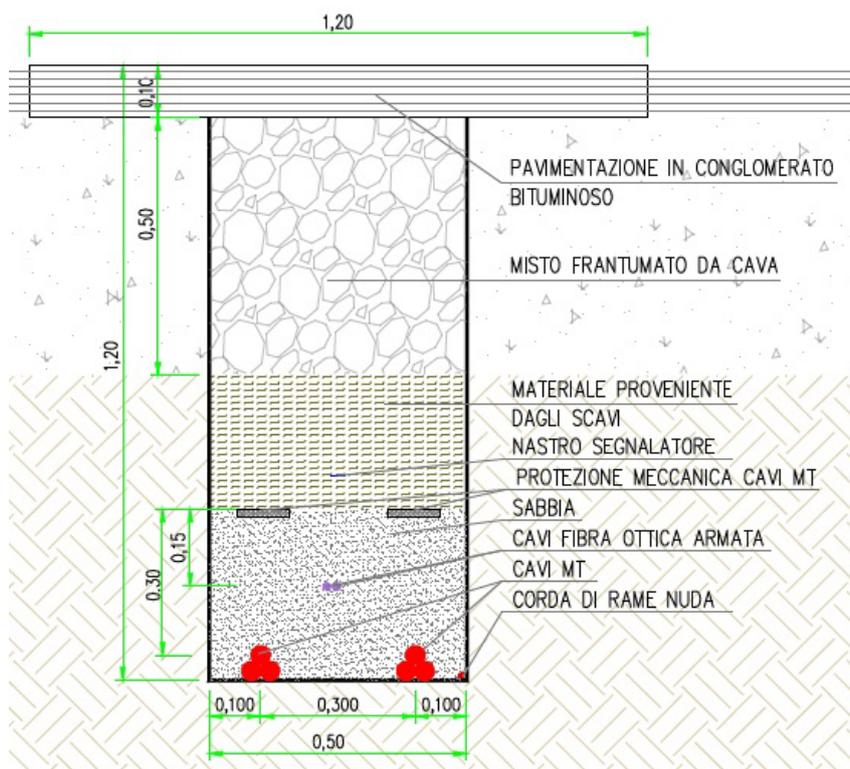
Sezione cavidotto MT

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

Per la realizzazione dei cavidotti, saranno eseguiti scavi a sezione, di profondità variabile, e di larghezza variabile in funzione dei cavidotti da porre in opera.

Si procederà quindi secondo le seguenti fasi operative:

- scavo a sezione ristretta;
- posizionamento allettamenti in sabbia di cava lavata;
- posa dei cavi MT a trifoglio, e tritubo per i cavi di segnale;
- riempimento con sabbia di cava lavata; - posa di uno o più nastri segnalatori; - rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, opportunamente vagliato se necessario, preventivamente approvato dalla D.L.;
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale nel caso di attraversamenti di strade asfaltate e brecciate.

I cavi saranno direttamente interrati tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con tubazioni in PVC o PEAD.

Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta. Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo

Tutte le forniture di tubazioni e pezzi speciali in p.e.a.d. devono essere esclusivamente conformi alle prescrizioni di seguito riportate.

---

Le Aziende produttrici dei tubi e dei pezzi speciali dovranno essere munite di un Sistema Qualità conforme ai requisiti della Norma UNI EN ISO 9001/2008 (SQP/IIP).

Le normative di riferimento utilizzate per l'effettuazione delle prove sono le seguenti:  
Caratteristiche generali: CEI EN 50086-2-4

#### **4.9.1 Pozzetti**

E' prevista la realizzazione di pozzetti in calcestruzzo per canalizzazioni elettriche e idrauliche, per ispezione di dispersori di terra, etc., secondo i disegni di progetto e le disposizioni impartite in loco dalla D.L.; la loro profondità è legata a quella delle relative canalizzazioni, e, qualora ubicati in terreni agricoli, devono sporgere di circa 40 cm per impedire il transito su di essi di macchine agricole.

Può essere richiesto, oltre alla esecuzione del pozzetto e relativa copertura attrezzata, il solo completamento di pozzetti esistenti fino alla quota definitiva del piano campagna mediante rialzamento delle pareti ed installazione di chiusini, griglie, lastre di copertura, oppure la esecuzione parziale di pozzetti ed in questo caso si deve provvedere all'apposizione di chiusure provvisorie atte, comunque, ad evitare danni ed infortuni.

#### **4.9.2 Pozzetti realizzati in opera**

Debbono essere costruiti in calcestruzzo con classe di resistenza minima Rck 25 N/mm<sup>2</sup>, con pareti di spessore 15 o 20 cm, con fondo in calcestruzzo di tipo e spessore pari alle pareti o con fondo drenante costituito da cm 25÷30 di ciottoli di fiume o di cava, con armatura in Fe B 38 K nel cordolo portatelaio. Debbono avere dimensioni nette interne di cm 50x50, 70x70, 80x80, 100x100 con lunghezza variabile, secondo disegni di progetto. Lo spessore delle pareti e del fondo è previsto di 20 cm solo per pozzetti con dimensioni interne superiori a 80x80 cm.

#### **4.9.3 Pozzetti prefabbricati**

Debbono essere forniti e posti in opera pozzetti in c.a.v. di dimensioni nette interne da cm 40x40 a cm 100x100, compatibilmente con le disposizioni previste nei disegni di progetto o quelle impartite dalla D.L., sia del tipo ad elemento unico con profondità standard e sia del tipo ad anelli. I pozzetti debbono essere provvisti di lapidino in c.a.v. con relativo chiusino e debbono essere allettati su sottofondo in calcestruzzo con classe di resistenza minima Rck 20 N/mm<sup>2</sup> dello spessore minimo di 10 cm. I pozzetti con dimensioni interne maggiori di 50x50 cm debbono avere spessore delle pareti non inferiore a 10 cm. I pozzetti prefabbricati vengono generalmente impiegati in zone non carrabili sia per la raccolta e il raccordo di pluviali, sia per scarichi civili, sia per la derivazione ed il raccordo delle vie cavi.

#### **4.9.4 Chiusini e griglie per pozzetti**

Debbono essere forniti e posti in opera, secondo le indicazioni fornite dal D.L. se non espressamente riportate in progetto, chiusini e griglie in ghisa del tipo unificato e conforme alle normative vigenti. I chiusini debbono avere coperchio antisdrucchiabile con nervature portanti, piani di chiusura rettificati, telaio bullonato smontabile, ed essere adatti al carico di transito di 6 ton. per asse; debbono essere dati in opera, completi di verniciatura con due mani di vernice bituminosa nera. I chiusini debbono avere dimensioni tali da poter essere posti direttamente sulle pareti sia dei pozzetti aventi dimensioni

---

interne di cm 50x50 sia di quelli aventi dimensioni interne di cm 70x70; per pozzetti con dimensioni interne superiori la posa dei chiusini richiede l'esecuzione di apposito cordolo in calcestruzzo armato solidale con le pareti. I chiusini in ghisa per pozzetti con dimensioni interne cm 70 x 70 possono pure essere richiesti nella versione ermetica tipo Lamperti. Infine possono essere richiesti chiusini prefabbricati in cemento armato vibrato (spessore minimo 10 cm) per pozzetti ubicati fuori delle aree di transito pesante (autocarri).

L' Appaltatore deve farsi approvare dalla D.L. il tipo e relativo peso di ciascun elemento in ghisa che intende porre in opera, pena la rimozione e la sostituzione dei manufatti. Nell'effettuare la posa in opera dei telai metallici si deve aver cura di collegare gli stessi al cordolo in c.a. dei pozzetti e di mantenerne la parte superiore allo stesso livello del piano finito della strada o del piazzale, come risulta dai particolari dei disegni di progetto.

#### **4.10 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.

---

## 5. OPERE ELETTROMECCANICHE

Gli elementi tecnici che caratterizzano il parco dal punto di vista elettromeccanico sono principalmente:

- apparecchiature per la conversione ed il controllo dell'energia fotovoltaica prodotta;
- quadri di campo;
- condutture interrato BT in corrente continua e in corrente alternata,
- apparecchiature di protezione e comando per le cabine elettriche;
- impianti di terra delle cabine elettriche;

### 5.1 Sistema di generazione

Il sistema di generazione nella sua interezza è composto da 77.818 moduli, ciascuno da 585Wp, per una potenza nominale complessiva di 45.524 kWp e da un totale di 11 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 fotovoltaico 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;

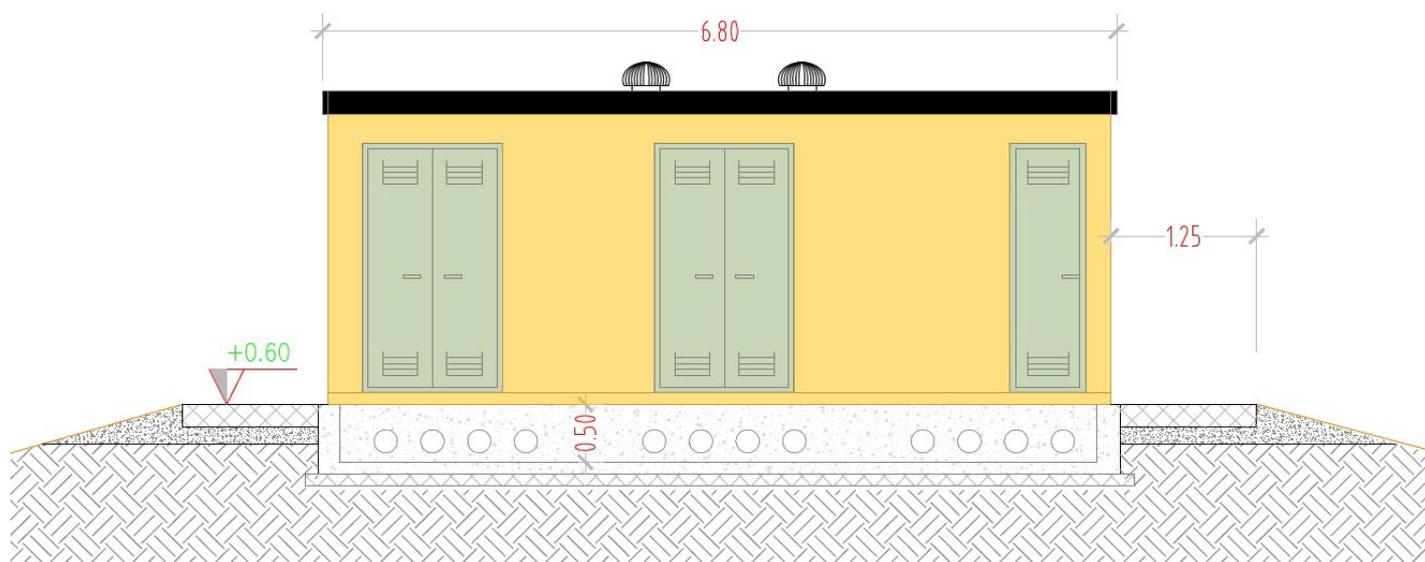
Corrente nominale 630A;

Corrente di breve durata 12,5kA.

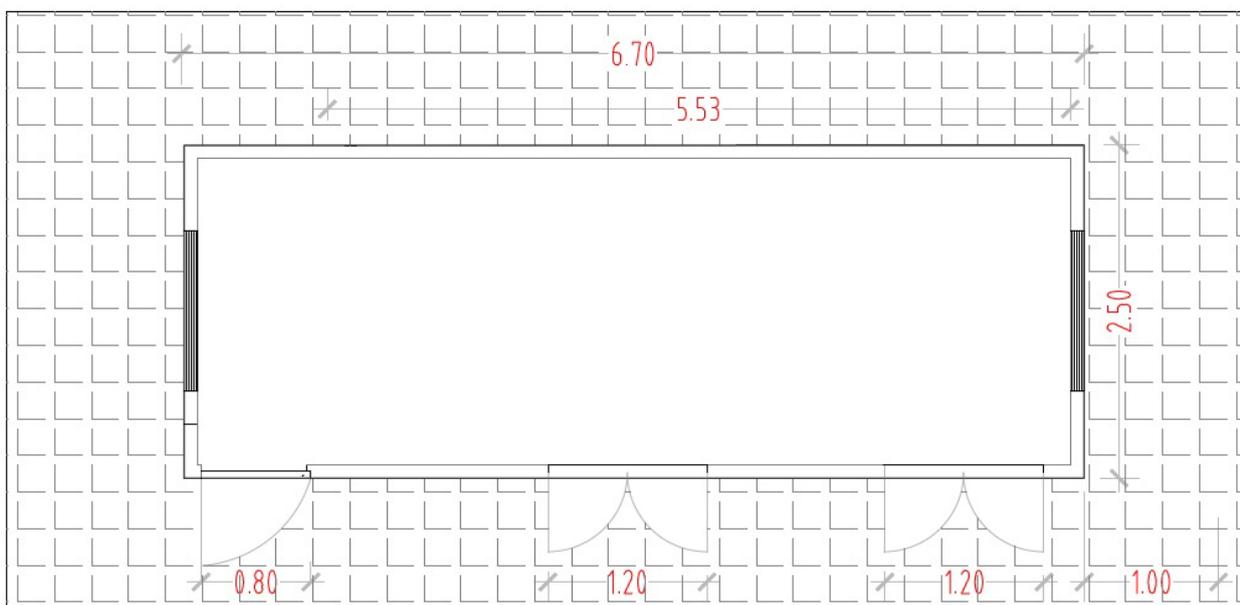
All'interno delle Power Station, a livello di Media Tensione, saranno installati i gruppi misura per il monitoraggio della produzione di energia di ogni partizione di impianto riferito alla Power Station.

## 5.2 CABINA/E DI SEZIONAMENTO E RACCOLTA

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 atterranno 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 fotovoltaico e la rete di utente in corrente alternata.

### 5.3 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<sub>max</sub> 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.

## **5.4 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  $<10\text{ k}\Omega$ .

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 (0,6kV/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.

## 5.5 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 3 m.

I corpi illuminanti saranno del tipo cut-off. 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.

## **6. Prescrizioni Tecniche**

I lavori saranno sempre eseguiti secondo la migliore regola d'arte, adottando quei particolari accorgimenti costruttivi di dettaglio che, anche se non descritti o menzionati, si dovessero dimostrare necessari per rendere funzionale ogni singolo elemento e l'opera nel suo complesso.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere quindi rispettate le norme tecniche richieste dalla Committente.

### **6.1 Test e certificati di controllo qualità**

Sono a carico dell'Appaltatore le prove sui materiali e sulle opere come da Normativa Italiana vigente.

L'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare alla Committente la documentazione e/o certificati delle prove, analisi e/o controlli, fornite dalle ditte approvvisionatrici.

Tale documentazione e/o certificati dovranno essere accompagnati da una dichiarazione scritta di conformità a quanto prescritto nella documentazione di progetto.

In particolare per gli impianti elettrici l'Appaltatore dovrà adempiere alle formalità richieste dalle leggi vigenti.

#### **6.1.1 Certificati dei materiali**

L'Appaltatore dovrà fornire alla Committente i seguenti certificati per garantire che la qualità dei materiali sia come richiesto dalle specifiche e disegni ed in accordo alla normativa italiana vigente, compresa la marcatura CE / dichiarazione di conformità per ogni prodotto / materiale il cui caso sia applicabile, in particolare:

- a) dei materiali provenienti da cava ed utilizzati per i rinterrati (terre, misto granulare)
- b) del mix design del calcestruzzo in accordo alla classe di esposizione prevista ed alle prescrizioni sui disegni qualora più restrittive
- c) dell'acciaio d'armatura
- d) dell'acciaio di profilati, piastre, tirafondi ed inserti in genere
- e) di qualunque altro materiale utilizzato (connettori, malte,...)
- f) di qualunque altro materiale utilizzato
- g) delle caratteristiche di resistenza al fuoco dei materiali installati
- h) caratteristiche e certificazioni pertinenti circa le prestazioni termo-acustiche per porte, pareti, serramenti

In aggiunta l'Appaltatore dovrà fornire i certificati di tutti i componenti elettrici, o per impiego elettrico, forniti ed installati, quali ad esempio le tubazioni e gli accessori per le installazioni elettriche, in particolare dovrà produrre un documento che riporti l'elenco dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'impianto di terra completo di tutte le certificazioni relative.

---

### 6.1.2 Certificati delle prove

L'Appaltatore dovrà fornire alla Committente i certificati delle prove eseguite in sito e in laboratorio, come richiesto dalle specifiche e dai disegni, e in accordo alla normativa italiana vigente, in particolare:

- a) delle prove su piastra (quando richiesti)
- b) delle prove di densità in sito
- c) di rottura dei cubetti di calcestruzzo. L'Appaltatore dovrà utilizzare il tipico formato di controllo qualità fornito dalla Committente. Tale formato conterrà inoltre informazioni sui certificati dei ferri d'armatura ed ogni altro dato per identificare chiaramente i materiali e la qualità del mix
- d) di tenuta idraulica per le tubazioni di scarico delle linee civili
- e) di qualunque altra prova richiesta dalla legge e dalla Committente.

## 7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

### 7.1 Premessa

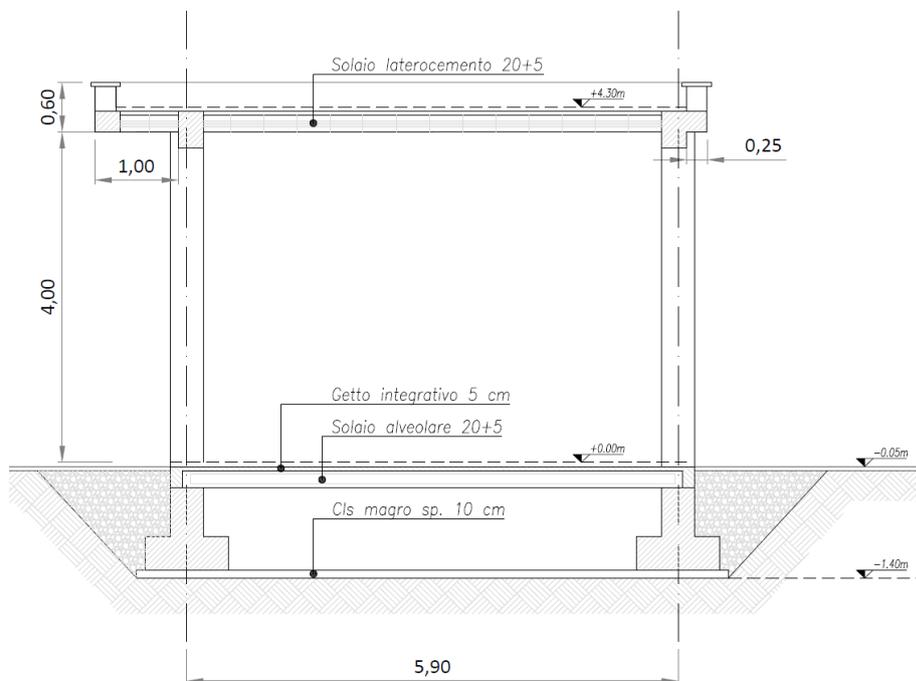
Gli elementi tecnici che costituiscono i macrosistemi funzionali alla connessione della Stazione Utente sono principalmente:

- L'Edificio di comando e controllo;
- Trasformatore elevatore MT/AT
- Sistema prolungamento sbarre per connessione alla rete RTN di Terna;
- Edificio MT e TLC.
- Le apparecchiature AT

### 7.2 EDIFICIO DI COMANDO

Trattasi dell'edificio destinato ad ospitare i locali tecnici a servizio della stazione elettrica.

L'opera in oggetto è un edificio monopiano con struttura in calcestruzzo armato a telaio (travi e pilastri);



L'altezza della costruzione è pari a 4,60 m fuori terra.

Al suo interno sono collocate

- Le apparecchiature MT
- Il sistema di protezione e controllo

### 7.3 Apparecchiature MT

Le apparecchiature di media tensione da installarsi nella stazione sono:

- quadro di arrivo linee dal parco

---

- trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari e generali di stazione. Il disegno del complessivo elettromeccanico e gli schemi del QMT saranno da prodursi a cura del quadrista in sede di progettazione esecutiva. Per quanto riguarda il trasformatore dei SA è stata considerata una macchina da 100 kVA.

#### 7.4 TRASFORMATORE DI POTENZA

In questa fase progettuale è previsto un trasformatore MT/AT dalle seguenti caratteristiche principali:

- 50 MVA
- raffreddamento ONAN/ONAF
- gruppo YNd11.
- ad isolamento pieno dal centro stella verso terra
- dotato di VSC (regolazione richiesta 150 +/- 12%).

Tra il trafo ed il punto di consegna sono inserite sia le apparecchiature di protezione e sezionamento che quelle di misura lato AT.

Per la sezione 150 kV il livello di isolamento esterno è pari a quello adottato da Terna nelle proprie installazioni, ovvero 750 kV picco a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase- terra e fase-fase di 150 cm.



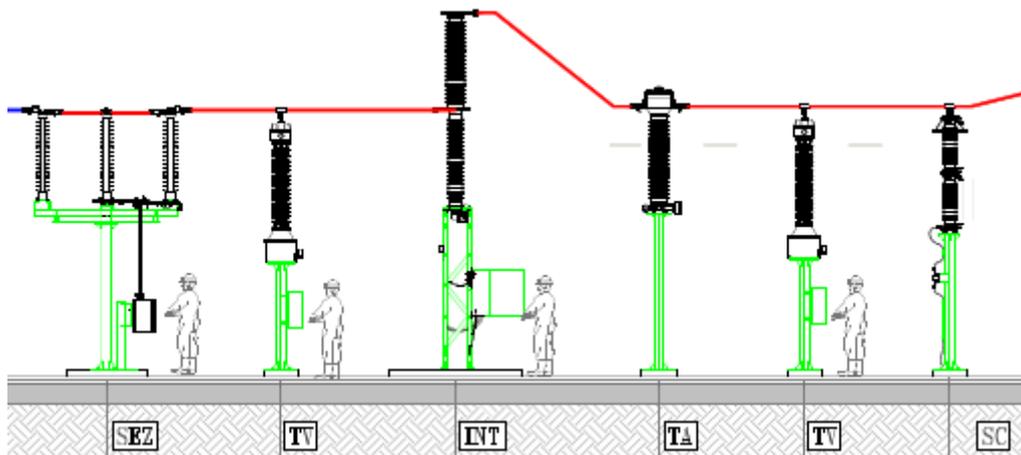
Figura 1\_immagine qualitativa Trasformatore di potenza

---

## 7.5 APPARECCHIATURE AT

Le apparecchiature AT da installarsi in stazione secondo il layout di progetto constano in:

- Interruttori
- Sezionatori
- Trasformatori di corrente TA
- Trasformatori di tensione TV
- Scaricatori di sovratensione
- Isolatori
- Portali sbarre e i portali di amarro linea



*Figura 2\_vista sezione elettromeccanica Apparecchiature AT*

### 7.5.1 Sezionatore orizzontale tripolare

#### Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

- Poli (n°) 3
- Tensione massima (kV) 170
- Corrente nominale (A) 1250
- Frequenza nominale (Hz) 50
- Corrente nominale di breve durata:
  - valore efficace (kA) 40-31.5
  - valore di cresta (kA) 100-80
- Durata ammissibile della corrente di breve durata (s) 1
- Tensione di prova ad impulso atmosferico:
  - verso massa (kV) 650
  - sul sezionamento (kV) 750
- Tensione di prova a frequenza di esercizio:
  - verso massa (kV) 275
  - sul sezionamento (kV) 315

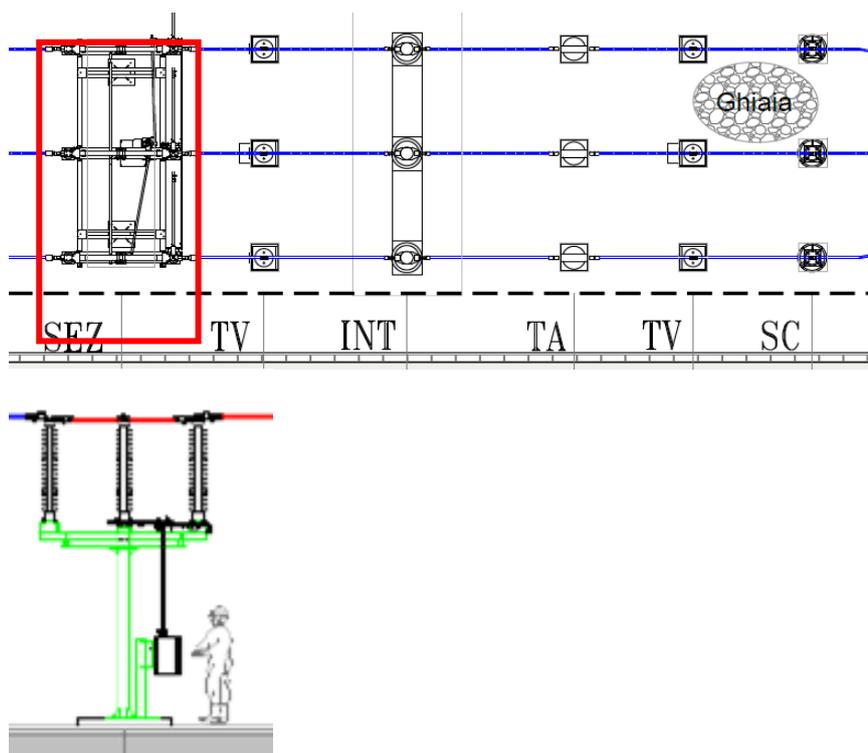


Figura 3\_Tipico sezionatore tripolare – vista prospettica e planimetrica

## 7.5.2 Interruttore tripolare

### Interruttori a tensione nominale 150 kV

- Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m<sup>3</sup>) valori minimi da 14 a 561
- Poli (n°) 3
- Tensione massima (kV) 170
- Corrente nominale (A) 1250
- Frequenza nominale (Hz) 50
- Tensione nominale di tenuta ad i. a. verso massa (kV) 750
- Tensione nominale di tenuta a f. i. verso massa (kV) 325
- Corrente nominale di corto circuito (kA) 31.5
- Durata nominale di corto circuito (s) 1

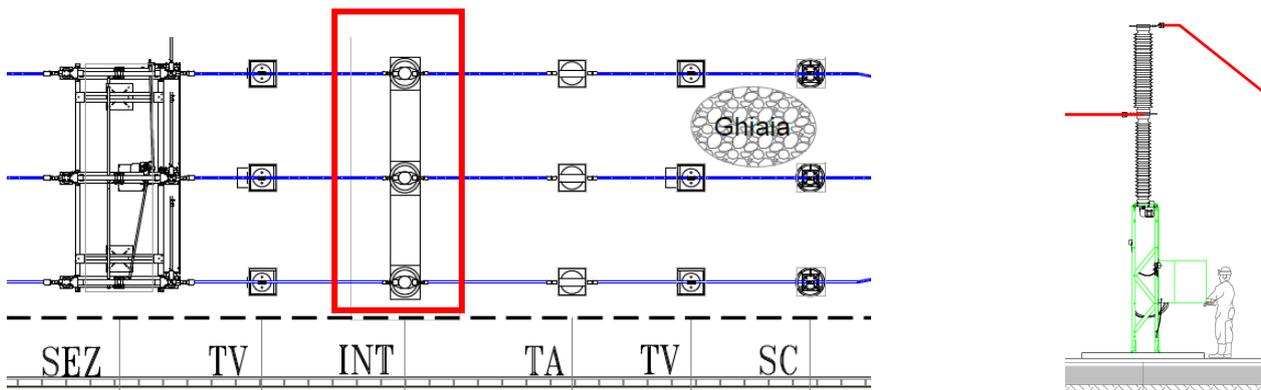


Figura 4\_Tipico interruttore tripolare – vista prospettica e planimetrica

1.1

### 7.5.3 Trasformatore di Tensione TV

#### Trasformatore di tensione induttivo per protezioni a tensione nominale 150 kV

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV) 170
- Rapporto di trasformazione  $(150000/1,73)/(100/1,73)/(100/1,73)(100:3)$
- Frequenza nominale (Hz) 50
- Prestazioni nominali (VA/classe) 20/0,2-30/3P-30/3P
- Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s 1,5
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325
- Tensione di tenuta a i.a. (kV) 750
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) Da 14 a 56(\*)3

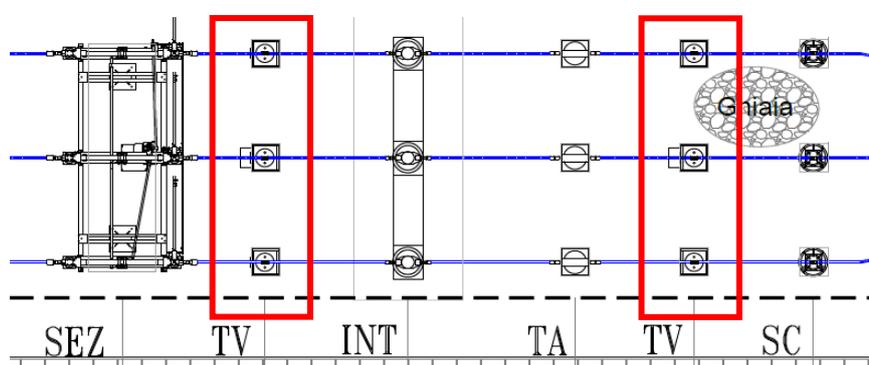
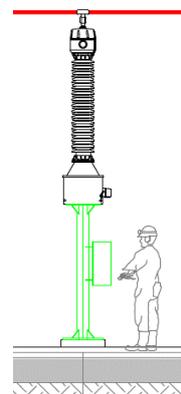


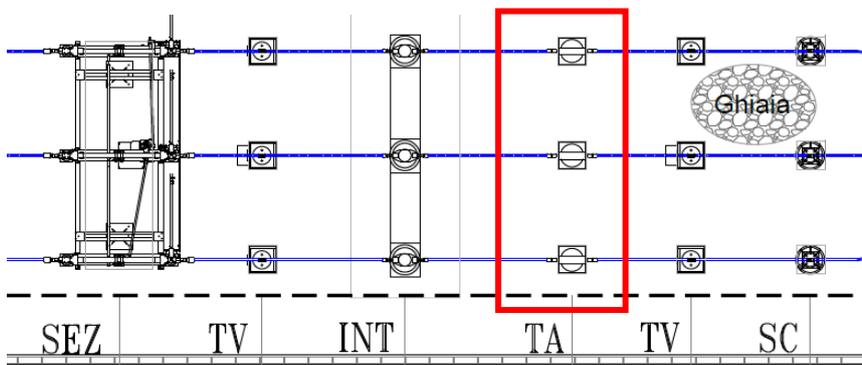
Figura 5\_Tipico Trasformatore di tensione – vista prospettica e planimetrica



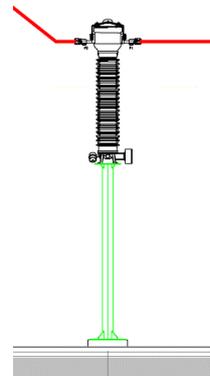
## 7.5.4 Trasformatore di Corrente TA

### Trasformatori di corrente a tensione nominale 150 kV

- Tensione massima (kV) 170
- Frequenza (Hz) 50
- Rapporto di trasformazione (A/A) 200-400/5
- Numero di nuclei (n°) 3
- Corrente massima permanente (p.u.) 1,2
- Corrente termica di corto circuito (kA) 31,5
- Prestazioni e classi di precisione:
  - o I II nucleo (VA) 10/0,2 20/0,2
  - o III nucleo (VA) 30/3P30
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325
- Tensione di tenuta a i.a. (kV) 750
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) da 14 a 562



*Figura 6\_Tipico trasformatore di corrente – vista prospettica e planimetrica*



## 7.5.5 Scaricatori di sovratensione

### Scaricatori per tensione nominale a 150 kV

- Tensione di servizio continuo (kV) 108
- Frequenza (Hz) 50
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) Da 14 a 565
- Massima tensione temporanea per 1s (kV) 158
- Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20  $\mu$ s) (kV) 396
- Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1  $\mu$ s) (kV) 455
- Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60  $\mu$ s) (kV) 318
- Corrente nominale di scarica (kA) 10
- Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA) 100
- Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata 3
- Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA) 40.

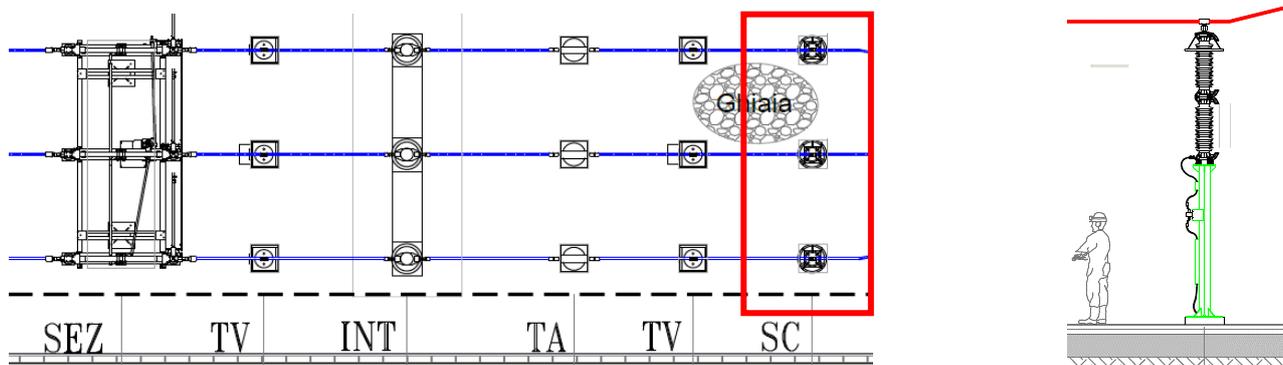


Figura 7\_Tipico scaricatore di sovratensione – vista prospettica e planimetrica

### 7.5.6 Sistema sbarre

Il sistema sbarre è sorretto da una serie di sostegni metallici, posti ad interasse di 10-11mt, ognuno dei quali fondato su un plinto in c.a. di dimensioni pari a 0.7 x 0.7 m

I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

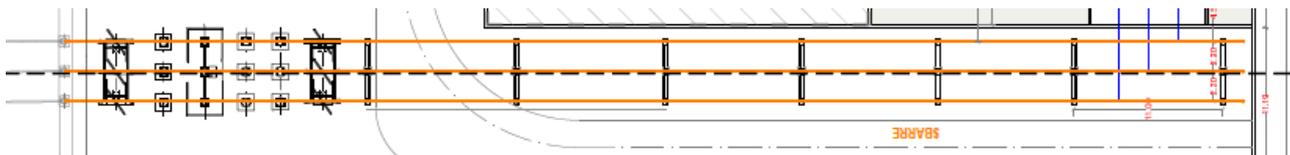


Figura 8\_vista planimetrica Sistema sbarre

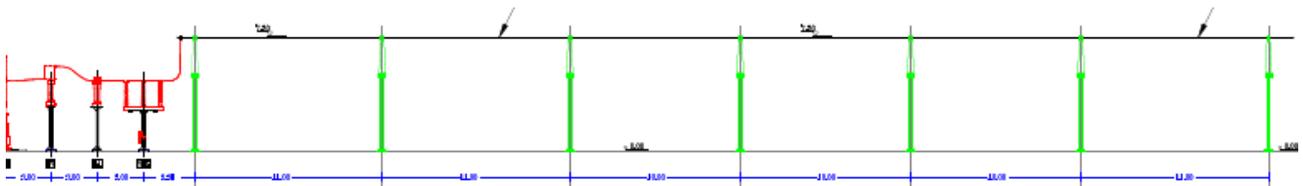


Figura 9\_vista prospettica Sistema sbarre