

Regione Puglia



Provincia di Brindisi



Comune di Brindisi

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE  
(Potenza Impianto Fotovoltaico 25MW)**

**BR\_AS\_AUR 7 – DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE  
ELEMENTI TECNICI**

<b>Committente:</b>		<b>Engineering:</b>	
<b>ACEA SOLAR s.r.l.</b> Piazzale Ostiense n.2 00154 Roma (RM)		 ACEA SOLAR SRL	
			
<b>Il Tecnico</b>		Revisioni	DATA
			
		Iter Autorizzativo	Feb/2023
Descrizione	<b>Disciplinare elementi tecnici</b>		
Commessa	<b>BR-AGRIAIA</b>		

## Indice

1. OGGETTO E SCOPO .....	3
2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....	3
3. OPERE CIVILI.....	4
3.1 Recinzione .....	5
3.2 Viabilità Interna a carattere agricolo .....	5
3.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione.....	6
3.4 Mitigazione Perimetrale.....	9
3.5 Cabine di Conversione Inverter .....	9
3.6 Cabina di raccolta MT area impianto .....	11
3.7 Fondazioni in calcestruzzo armato .....	13
3.7.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua .....	13
3.7.2 Leganti .....	13
3.7.3 Inerti.....	13
3.7.4 Classe di resistenza a compressione dei calcestruzzi .....	14
3.7.5 Modalità esecutive dei getti di cls. ....	15
3.7.6 Benestare ai getti .....	16
3.7.7 Acciaio per cemento armato.....	16
3.8 Moduli Fotovoltaici.....	18
3.9 Strutture di Supporto .....	18
3.10 Cavidotti .....	21
3.10.1 Pozzetti .....	23
3.10.2 Pozzetti realizzati in opera.....	23
3.10.3 Pozzetti prefabbricati.....	23
3.10.4 Chiusini e griglie per pozzetti.....	23
3.11 Sistema di regimentazione delle acque .....	24
4. OPERE ELETTROMECCANICHE .....	25
4.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione).....	25
4.2 Inverter.....	27
4.3 Protezioni .....	28
4.4 Illuminazione .....	29
5. Prescrizioni Tecniche .....	30
5.1 Test e certificati di controllo qualità.....	30
5.1.1 Certificati dei materiali .....	30
5.1.2 Certificati delle prove.....	31

## 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 agrivoltaico per la produzione di energia della potenza di 25 MWp in Località Masseria Restinco nel Comune di Brindisi.

L'impianto appartiene alla categoria dei “grid – connected (Connessi alla Rete)”, cioè che immettono in rete tutta o parte della produzione elettrica risultante dalla produzione dell'impianto agrivoltaico; nel caso specifico il progetto di connessione prevede il collegamento in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi.



LEGENDA	
AREE INTERESSATE DAL PARCO AGRIVOLTAICO	
INTERCONNESSIONI ELETTRICHE INTERRATE E OPERE DI CONNESSIONE	
STAZIONE ELETTRICA UTENTE / CONDOMINIO TERNA AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE DELLA RTN 380/ 150 KV DI BRINDISI	

Stralcio Ortofoto – impianto e connessione

Al fine di ottenere una potenza di 25 MWp è prevista l'installazione di 41.675 moduli fotovoltaici, che saranno supportati da strutture tipo "tracker" mono-assiali, disposti lungo l'asse geografico N-S.

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

- Campo agrivoltaico, 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. 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.

### 3.1 Recinzione

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale di lunghezza pari a circa 3,7 km e di altezza pari a 2,5 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.



Quindi l'area verrà recintata perimetralmente da una rete, alta 250 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.

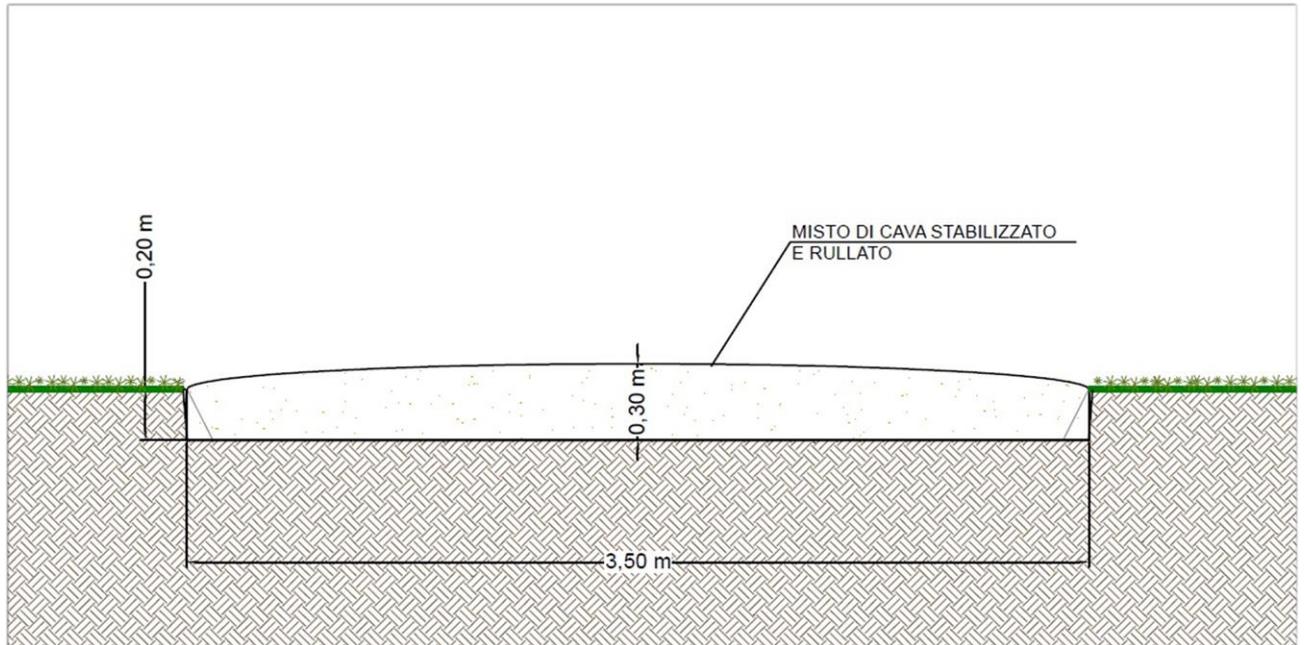
I paletti saranno di altezza fuori terra pari a 250 cm, infissi per una profondità variabile tra 60 e 150 cm direttamente nel terreno. L'interasse dei paletti sarà di 150/200 cm. Ogni 8-10 metri circa sulla recinzione saranno previste delle piccole aperture nella parte bassa al fine di permettere il passaggio di fauna di piccola taglia evitando conseguentemente che la recinzione assuma carattere di barriera ecologica.

### 3.2 Viabilità Interna a carattere agricolo

Il campo è caratterizzato da accessi su viabilità interpodereale e strade vicinali a servizio dell'impianto agrivoltaico 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 3,5 m e avrà un raggio di curvatura interno di 5 m.

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.



### 3.3 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..

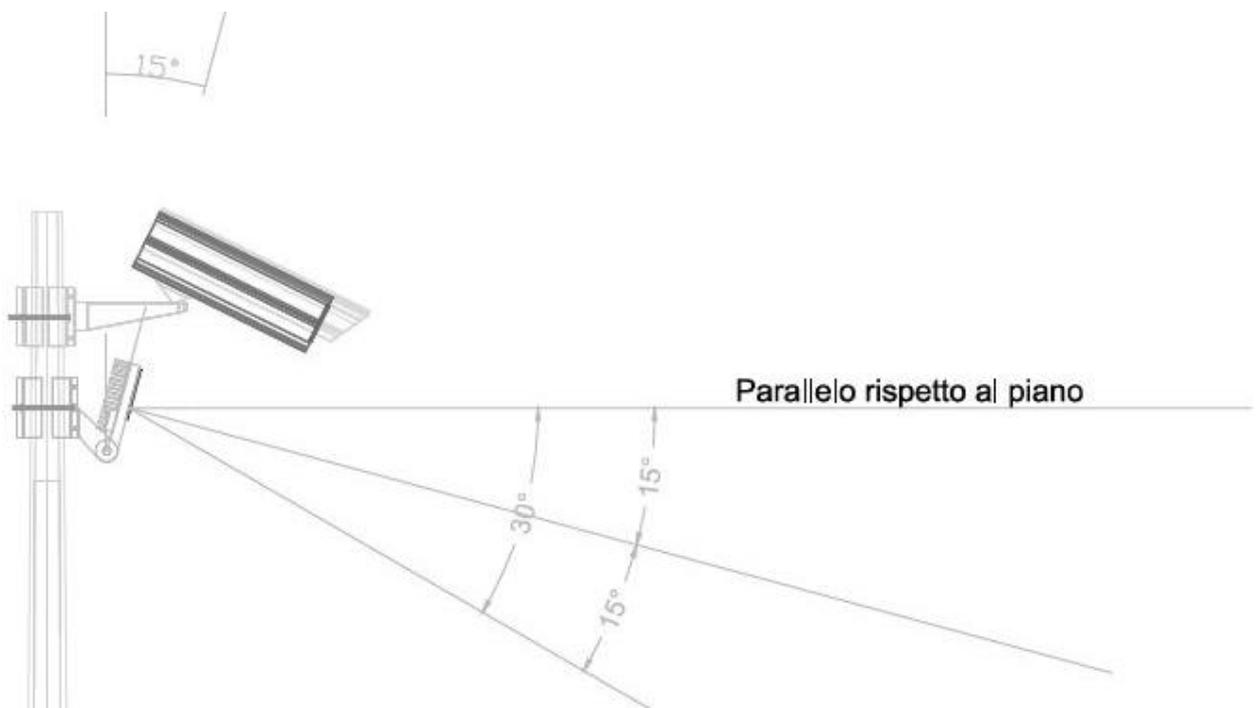
L'impianto di videosorveglianza sarà controllabile e manovrabile da remoto, da un operatore che da una cabina regia potrà controllare l'intera area. Le immagini acquisite dalle telecamere saranno registrate durante le 24h; le telecamere pertanto, saranno corredate di un opportuno software gestionale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

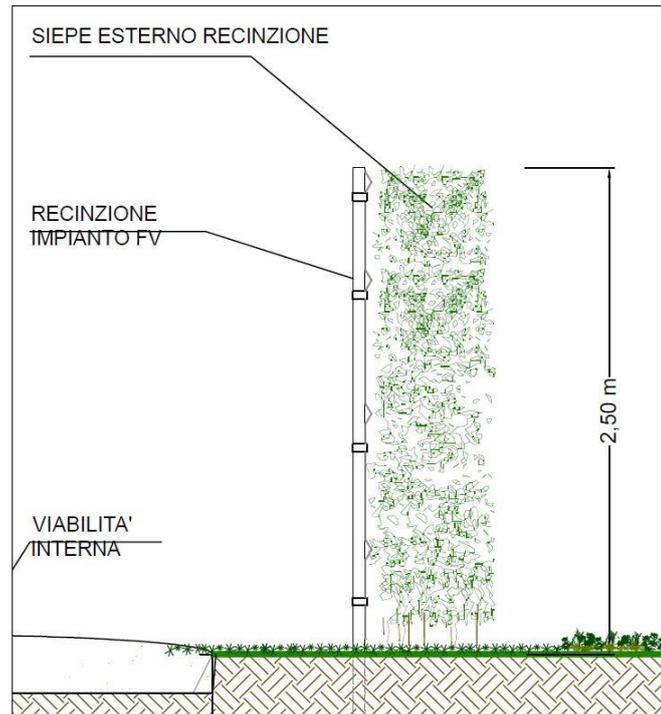


Esempio installazione Telecamera Videosorveglianza



### 3.4 Mitigazione Perimetrale

Esternamente alla recinzione, è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale 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.



SEZIONE SIEPE PERIMETRALE

### 3.5 Cabine di Conversione Inverter

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

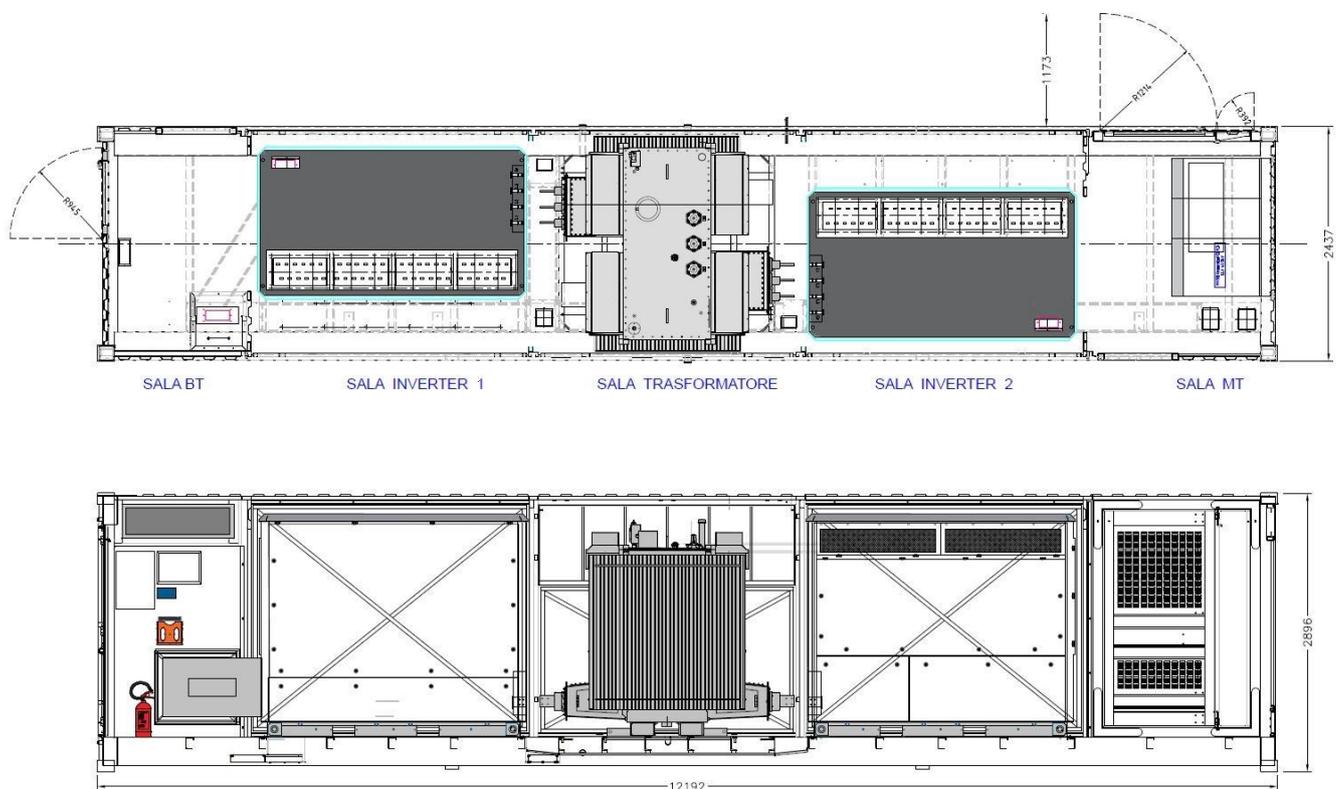
Saranno installate 4 cabine Inverter di conversione DC/AC, Power Station.

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 40 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.

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 40 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



Layout tipico Cabina di Conversione

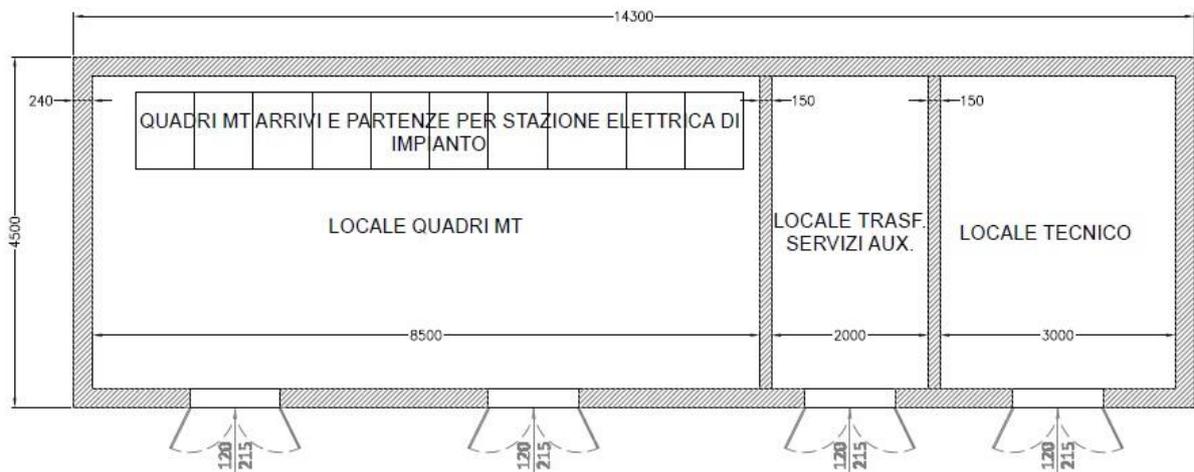
### 3.6 Cabina di raccolta MT area impianto

In prossimità dell'ingresso all'area di impianto verrà realizzata una cabina di raccolta MT alla quale convergeranno le linee MT interne di collegamento della cabine di trasformazione/skid inverter e dalla quale partirà la linea MT di collegamento alla SE utente MT/AT da realizzare in prossimità del futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi.

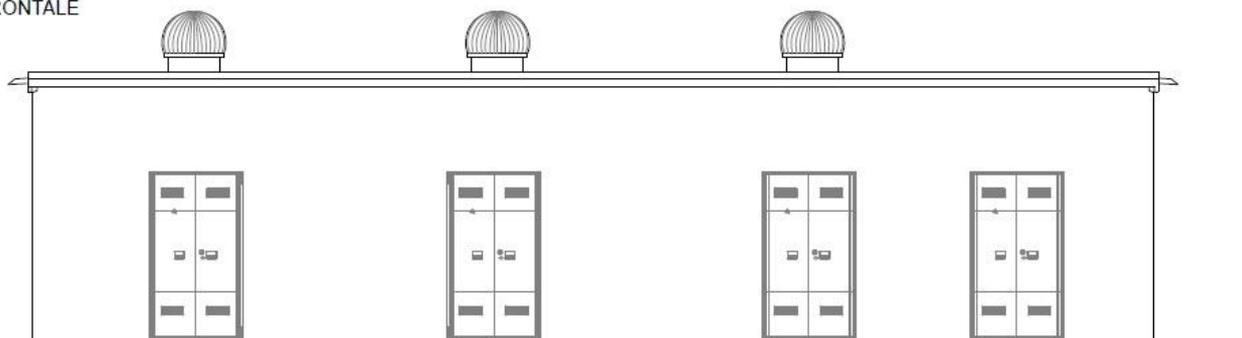
#### Disegni tipologici cabina di raccolta MT

PARTICOLARI CABINA DI RACCOLTA MT

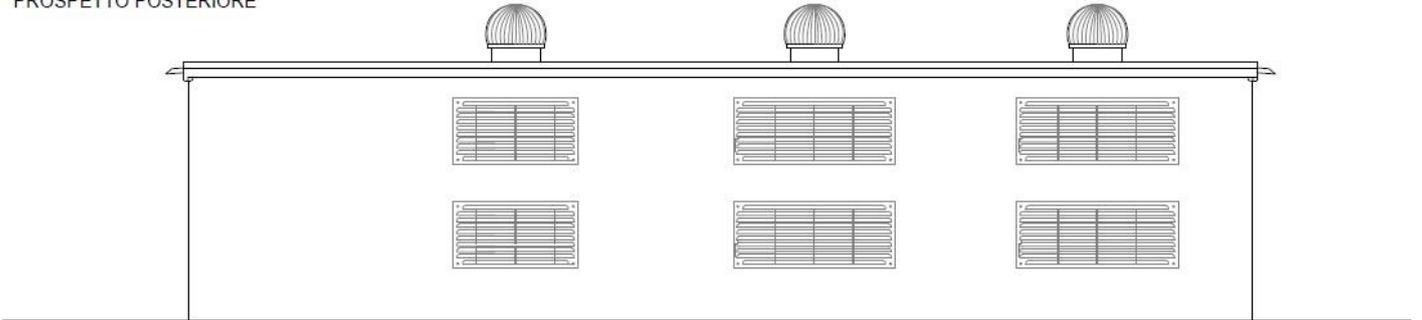
PIANTA



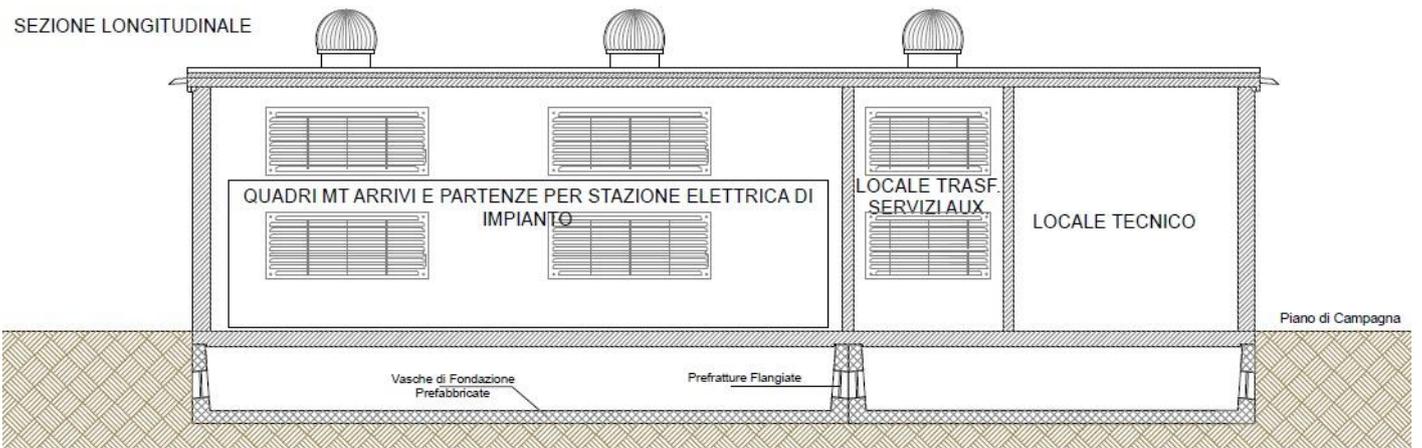
PROSPETTO FRONTALE



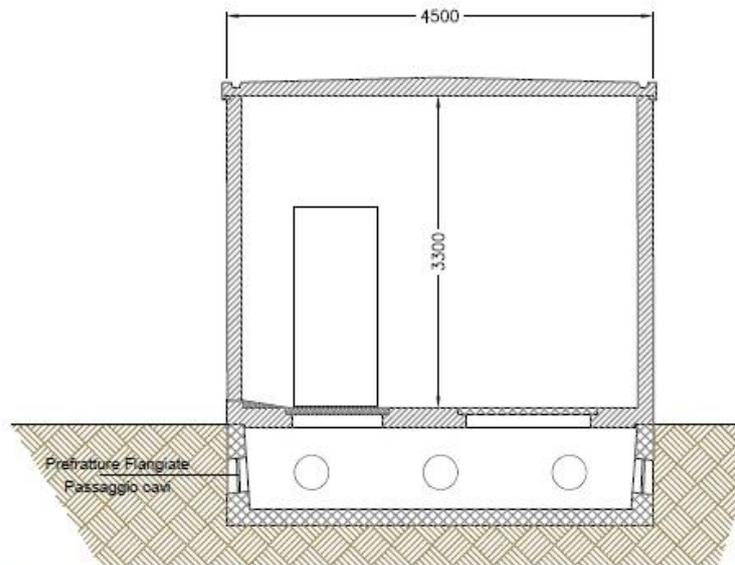
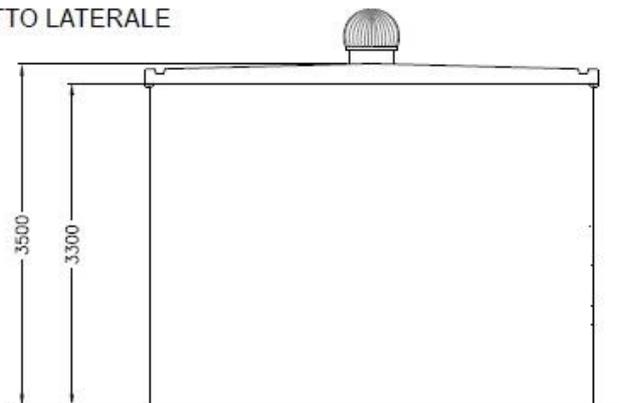
PROSPETTO POSTERIORE



SEZIONE LONGITUDINALE



PROSPETTO LATERALE



SEZIONE TRASVERSALE

### 3.7 Fondazioni in calcestruzzo armato

Le fondazioni delle cabine elettriche 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.

#### 3.7.1 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).

#### 3.7.2 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.

#### 3.7.3 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.

#### **3.7.4 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, rinfilanco 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.

### **3.7.5 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 interessante il getto, convenientemente pistonato e vibrato con vibratori 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.

### **3.7.6 Benestare ai getti**

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

Inoltre 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.

### **3.7.7 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

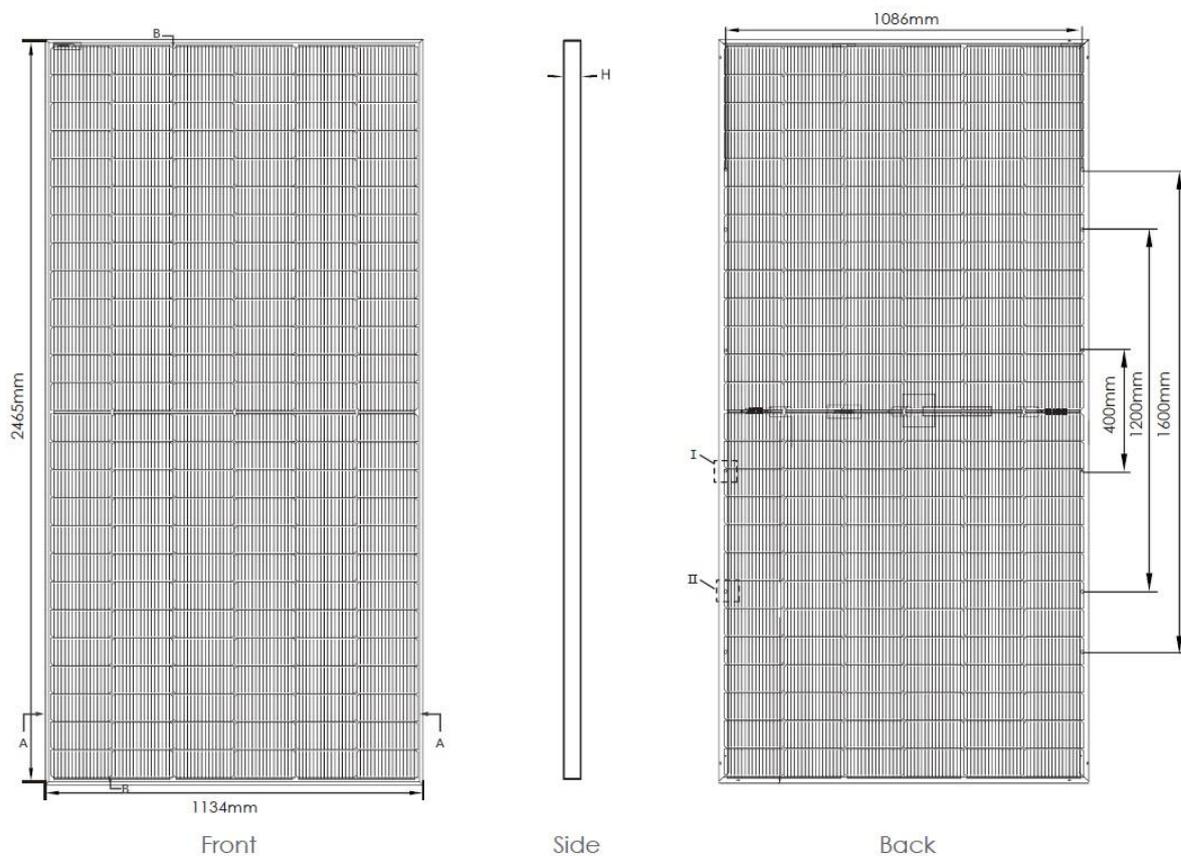
vengono inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell' Appaltatore al quale spettano anche gli oneri relativi alle prove stesse.

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).

### 3.8 Moduli Fotovoltaici

I moduli individuati sono della potenza di 600 Wp, essendo al momento la scelta disponibile sul mercato su una proiezione temporale attendibile, con tensione di sistema a 1500V raccolti in stringhe da 25 moduli con le seguenti caratteristiche tecniche.

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



Caratteristiche dimensionali Modulo Fotovoltaico

### 3.9 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 pali tubolari o omega in acciaio zincato direttamente infissi nel terreno. 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.

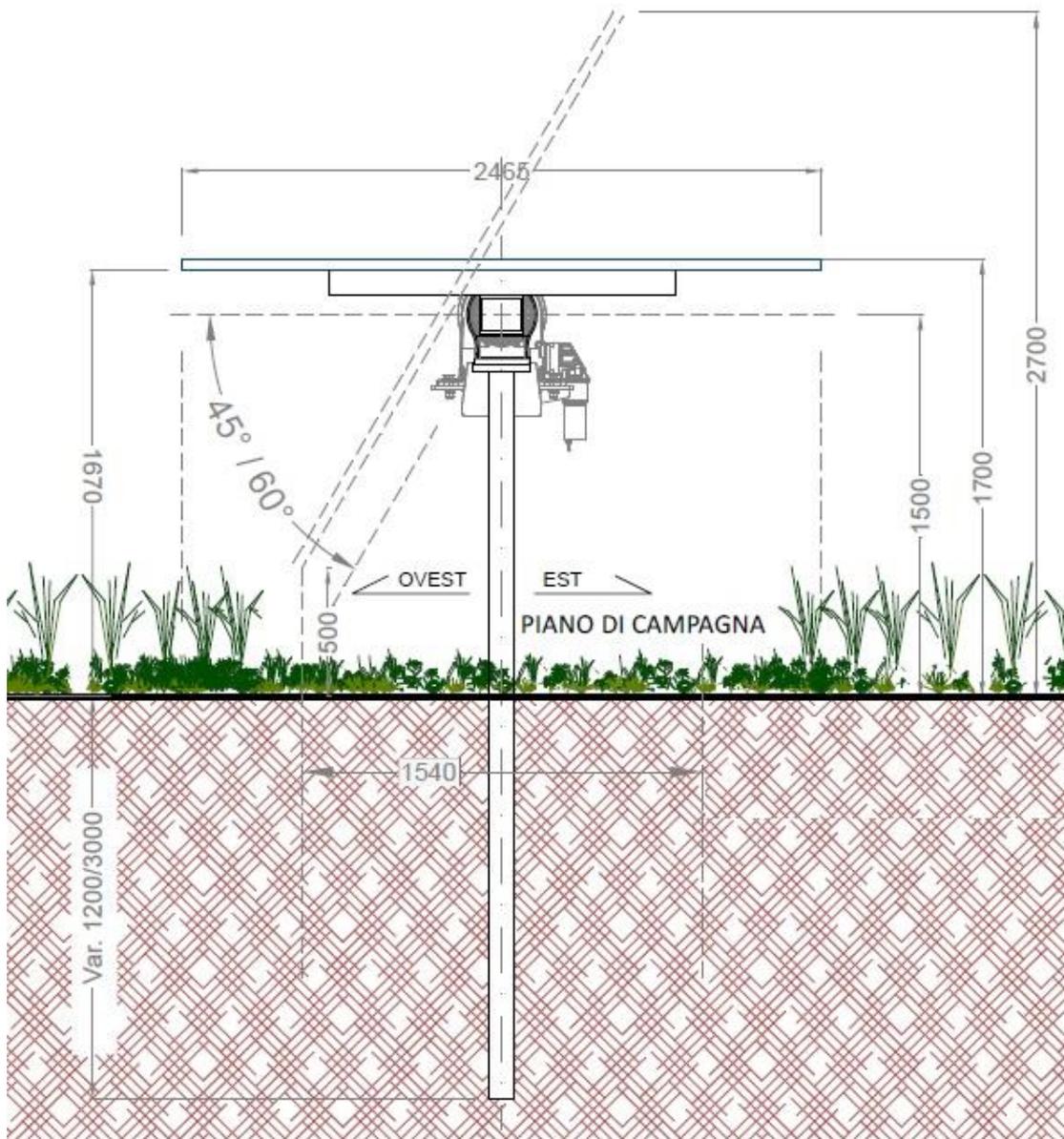
La realizzazione di queste opere sarà eseguita in varie fasi:

- Rilievo plano - 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 6 e 8m.



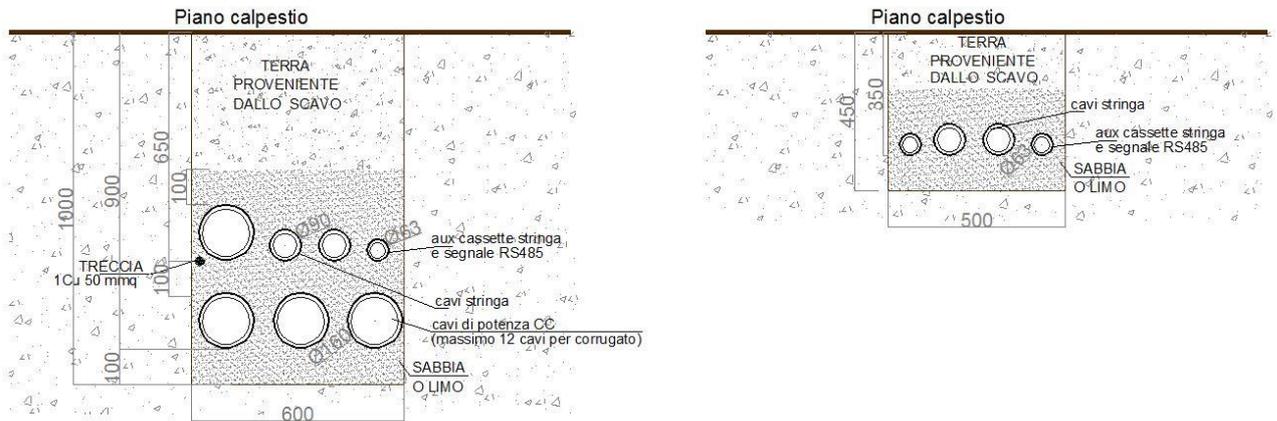
Sezione trasversale tipologica struttura Tracker

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.

### 3.10 Cavidotti

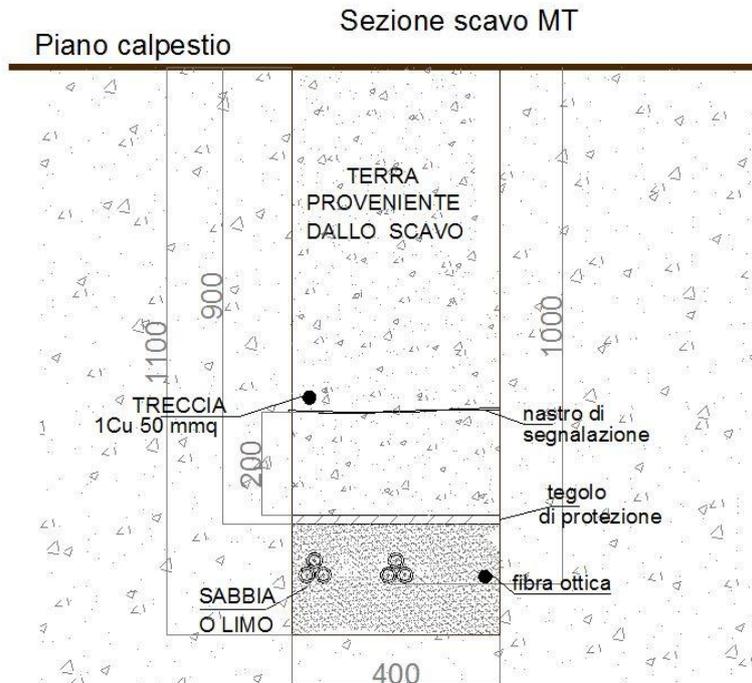
All'interno del campo agrivoltaico verranno realizzati cavidotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le stringhe dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid dell'Inverter Station.



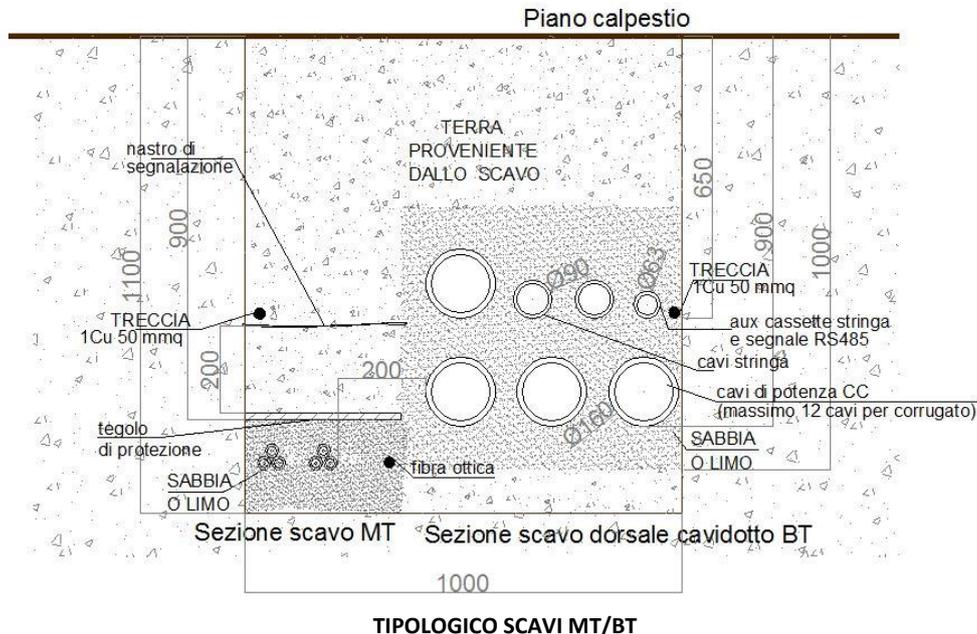
Sezione scavo dorsale cavidotto BT

#### TIPOLOGICO SCAVI BT

Oltre al reticolo in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter alla cabina di raccolta MT localizzata all'ingresso dell'area recintata.



SEZIONE SCAVO "TIPO"  
CON MAX RIEMPIMENTO  
CON PRESENZA DI RETE MT E CC/BT



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

### **3.10.1 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.

### **3.10.2 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.

### **3.10.3 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 allestiti 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.

### **3.10.4 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 antisdrucchiolevole 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.

### **3.11 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.

## 4. 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.

### 4.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione)

La potenza nominale complessiva del generatore agrivoltaico sarà di 25 MWp.

Il generatore agrivoltaico sarà costituito da 41.675 moduli fotovoltaici da 600 Wp. Si è scelto di utilizzare di n° 4 Stazioni di potenza complessiva in media tensione di circa 24.000 kVA che provvederanno alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dai moduli, da continua in alternata trifase, ed inoltre alla trasformazione del livello di tensione da 0,65 kV a 30 kV.

I moduli FV, saranno disposti in file su tracker in stringhe da 25 moduli FV ciascuna, così come riportato nell'elaborato planimetrico in allegato (Tavola "AU11"). 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 pari a 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 cavi di potenza, di tipologia FG16OR16, gli inverter saranno collegati ai trafo step-up BT/MT, che avranno caratteristiche come sotto indicate:

Isolamento in olio o resina;

Tenuta stagna per applicazioni all'aperto ONAF;

Potenza 2 x 3000kVA;

Tensione nominale 30kV, secondario unico 0,65kV;

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 20kA.

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.

Le linee di Media Tensione delle Power Station di ogni sottocampo, faranno capo alla Main Station, nella quale interno saranno posizionati i quadri generali di MT. Dalla Main Station partiranno le linee a 30kV che si atterranno nella cabina elettrica di MT principale, situata nella Stazione Elettrica MT/AT del Produttore, localizzata in un area adiacente la SSE Terna, ove verrà realizzato uno stallo di AT, al fine di alimentare il TRAF0 step-up, 30/150kV che porterà il livello di tensione del campo fotovoltaico a quello del portale di ingresso, previsto nella Stazione Elettrica Terna. Il suddetto sarà equipaggiato con i sistemi di protezione così come previsto dalla normativa vigente in materia CEI 0-16.

Si rimanda all'allegato di progetto AU24 (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 2%.

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.

## 4.2 Inverter

La tipologia di cabina conversione 6.000 kVA e trasformazione dell'energia elettrica prodotta, denominata Power Station, relativa ad ogni sottocampo, sarà equipaggiata nel seguente modo.

- N. 2 convertitori CC/CA 3.000 kVA;

- contatore certificato MID per la misura dell'energia prodotta e incentivata;
  - dispositivi di protezione e comando;
  - misura della tensione e della corrente;
  - quadro MT 30kV costituito da:
    - Stallo arrivo linea MT da TR con interruttore, sezionatore tripolare e sezionatore di terra, indicatori capacitivi;
    - Stallo ripartenza per altra cabina, costituito da interruttore, sezionatore tripolare e sezionatore di terra, indicatori capacitivi;
    - Stallo di arrivo da altra cabina, con risalita cavi e indicatori capacitivi
  - N. 1 trasformatore BT/MT in olio, di potenza nominale pari a 6.000 kVA (2 avvolgimenti da 3000 kVA cad.), aventi primario 0,65kV e secondario 30kV;
  - N. 1 trasformatore BT/BT, di potenza nominale 30kVA, per i servizi ausiliari, avente primario 0,65kV e secondario 0,4kV.
  - N. 1 quadro BT 400V di distribuzione energia per servizi ausiliari.

Le cabine in campo saranno 4, dislocate come indicato nel Layout, facente parte della presente progettazione.

L'energia elettrica così trasformata sarà quindi convogliata, tramite distribuzione ad anello, ossia entra-esce seriale tra le 4 Power Station, mediante cavidotti interrati a 30 kV, alla cabina di arrivo MT, denominata Main Station.

### 4.3 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 (0,65kV/30kV).

Il quadro generale, in uscita MT, è provvisto di interruttore automatico che somma 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.

#### 4.4 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 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 3000°K, al fine di produrre un basso livello di inquinamento luminoso e garantire la tutela paesaggistica, non alterando la cromia dell'ambiente circostante.

## 5. 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.

### 5.1 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.

#### 5.1.1 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.

### 5.1.2 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.