



Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaico e delle relative opere connesse, di potenza pari a 19,49115 MW DC e 18,00 MW AC

In Località Boreano
nel Comune di Venosa (PZ)

Committenza

METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.r.l.

Piazza Fontana 6, 20122
Milano (MI) - P. Iva 11737990967

Progettazione

Simec S.r.l.
Società di Ingegneria
Via S. Pertini 35, 71020
Rocchetta Sant' Antonio (FG)

Elaborato redatto da:

Ing. Spagone Francesco Paolo
Ordine degli Ingegneri prov.
di Foggia, n. iscrizione 2192

Collaborazione:
arch. Giuseppe Pulizzi

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo

Relazione preliminare sulle strutture

Numero documento				Scala	Formato Stampa
				-	A4
Fase	Tipo doc.	Progr. doc.	Rev.	Nome_file / Identificatore	
D	R	A.7	0	METKA_VENOSA01_A7_ Relazione_Strutture	

Sul presente elaborato sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente.

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	20/10/2021	Redazione			

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE	3
2.1. Tracker.....	3
2.2. Cabine a servizio dell'impianto	6
2.3. Cabine di campo.....	6
2.4. Cabina di raccolta.....	7
2.5. Il locale di servizio	9
2.6. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV	10
3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	12

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere edili, principali ed accessorie, previste dal progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaico per la coltivazione agricola e per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica complessiva pari a 19,49115 MWp DC – 18,0 MW AC, che la società METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L. intende realizzare nell'agro del Comune di Venosa (PZ), in località "Boreano".

L'impianto agrovoltaico in progetto grazie alla sua particolare conformazione, a differenza di quanto accade con gli impianti fotovoltaici "tradizionali", permette di continuare a coltivare i terreni agricoli mentre su di essi si produce energia pulita e rinnovabile attraverso l'impianto fotovoltaico.

Le soluzioni strutturali adottate per il presente impianto e che vengono di seguito descritte scaturiscono dall'analisi della configurazione del sito, dagli approfondimenti geologici eseguiti e contenuti nelle relative relazioni ed elaborati grafici e dalla tipologia di impianto previsto.

Nei paragrafi seguenti verranno descritte le diverse tipologie ipotizzate per la realizzazione dell'impianto.

Si precisa che la presente costituisce una relazione preliminare e che, successivamente, in fase di redazione del progetto esecutivo tutte le opere strutturali saranno dimensionate ed opportunamente verificate nel rispetto delle vigenti normative ed in particolare in riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018 (D.M. Infrastrutture 17/01/2018 – "Norme Tecniche per le costruzioni" e Circolare 21/1/2019 n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17/01/2018).

2. DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE

L'impianto fotovoltaico in progetto, relativamente alle strutture che lo compongono, può essere suddiviso schematicamente come segue:

1. I tracker, ovvero le strutture comprensive del sistema ad inseguimento monoassiale sulle quali vengono installati i moduli fotovoltaici;
2. Le cabine a servizio dell'impianto, a loro volta suddivisibili in cabine di campo, cabina di raccolta e locale di servizio;
3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV.

2.1. Tracker

Il progetto prevede l'installazione di 29.190 moduli fotovoltaici, ognuno di potenza pari a 665 Wp, da installare su apposite strutture di sostegno costituite dagli inseguitori fotovoltaici monoassiali, denominati tracker.

I tracker sono stati opportunamente dimensionati per consentire la coltivazione del terreno al di sotto degli stessi.

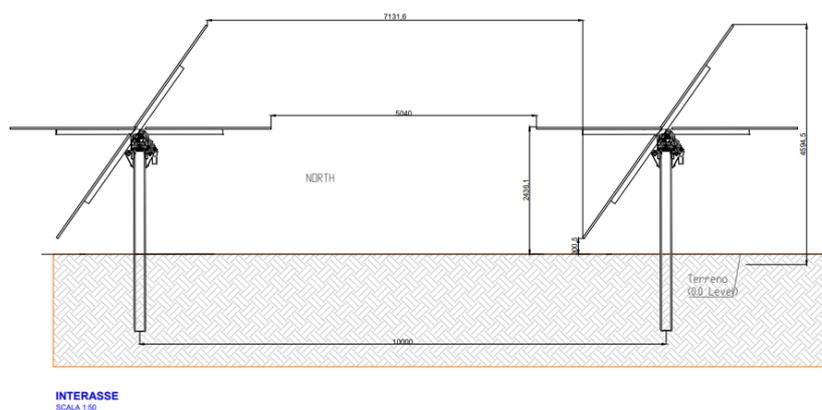
I tracker considerati nel progetto definitivo dell'impianto sono prodotti dalla SOLTEC e sono del tipo orizzontale monoasse motorizzati, ovvero aventi asse di rotazione orizzontale e mossi da attuatori lineari.

I tracker suddetti verranno installati disposti sul terreno in file parallele in tre differenti configurazioni, indicate 2Px45 (n. 268 tracker), 2Px30 (n. 61 tracker) e 2Px15 (n. 47 tracker), ove 2P sta ad indicare che su ciascuna struttura verranno installate due file parallele di moduli e X45, X30 o X15, sta ad indicare che ogni fila sarà composta rispettivamente da 45, 30 o 15 moduli fotovoltaici.

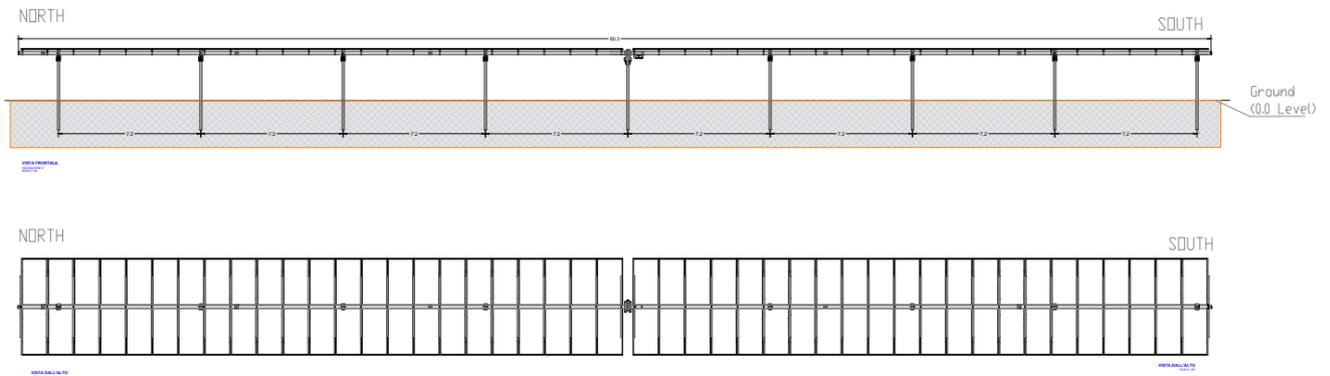
Il tracker può essere strutturalmente suddivisibile in 3 elementi principali:

- I montanti, che sorreggono l'intera struttura e trasmettono i carichi della stessa al terreno;
- L'asse di rotazione orizzontale, che consente il movimento della struttura ed alla quale è ancorata la struttura della vela;
- La struttura della vela, che costituisce la superficie sulla quale vengono disposti i moduli fotovoltaici.

Nelle figure seguenti si riportano i disegni che mostrano le caratteristiche geometriche e strutturali dei tracker, in esame viene considerato nella configurazione 2Px45.



Vista laterale dei tracker con inclinazione 0° e 55°



Vista frontale e vista dall'alto dei tracker con inclinazione 0°

Il tracker, nella configurazione 2PX45, ha una lunghezza di circa 60,30 m ed è sorretto da 9 montanti, realizzati con profili in acciaio S 355 JR zincato a caldo, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 1,5 metri e 2,0 metri, a seconda della pendenza del terreno e delle caratteristiche geomorfologiche del terreno.

La profondità di infissione nel terreno sarà valutata per ogni singola struttura e verrà definita in fase di progettazione esecutiva, in seguito alle prove di carico ed alle verifiche di tenuta allo sfilaggio dei montanti.

Per ciò che concerne l'ancoraggio dei montanti al terreno si precisa che il progetto non prevede la realizzazione di fondazioni in calcestruzzo armato o di altro tipo.

I montanti verranno infissi nel terreno mediante l'impiego di attrezzature battipalo; in alternativa possono essere utilizzati quali montanti pali del tipo "a vite".

Il sistema di ancoraggio al terreno previsto riduce al minimo l'impatto ambientale generato dal sistema di fondazione; inoltre con tale tecnica si semplificano e si facilitano le operazioni di dismissione delle strutture.

L'asse di rotazione orizzontale del tracker, realizzata con profili in acciaio zincati a caldo, è ancorata ai montanti tramite un apposito sistema "poli – cuscinetto" che le consente il movimento monoassiale e sostiene la struttura della vela.

L'asse di rotazione è molto vicino all'asse del baricentro della struttura; ciò consente di ridurre la coppia sulla struttura e il carico sull'attuatore.

Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità dovuti all'aumento del coefficiente del "fattore di forma".

I poli sono realizzati in acciaio S 355 JR, mentre la giunzione ed il supporto del cuscinetto sono realizzati rispettivamente in acciaio S 355 JR ed in acciaio S 275 JR.

L'asse di rotazione è realizzata in acciaio S 355 JR (file esterne) ed in acciaio S 275 JR (file interne).

La struttura costituente la vela è anch'essa realizzata con profilati, gli arcarecci, in acciaio S 355 JR zincati a caldo e sezione ad omega, per consentire il bloccaggio dei moduli fotovoltaici.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene effettuato con viti in acciaio inossidabile e rondella in acciaio

inossidabile per evitare fenomeni di accoppiamento galvanico e corrosione.

Per ciò che concerne la protezione superficiale dei profili in acciaio costituenti l'intera struttura del tracker, la stessa, come detto, avviene mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI-EN-ISO1461.

Come precedentemente scritto, i tracker si muovono lungo un'asse orizzontale, orientato nella direzione Nord –Sud e sono gestiti da un sistema di movimentazione che ha il compito di predisporre in maniera ottimale l'inclinazione della vela nella direzione della radiazione solare.

Il sistema di movimentazione sarà gestito mediante un automatismo con programmazione annuale realizzata mediante programmatore a logica controllata (P.L.C.), in grado di descrivere giornalmente la traiettoria del sole e, come conseguenza, la movimentazione del tracker.

In relazione al movimento "basculante" che il tracker compie nell'arco di un periodo, la vela avrà un'altezza variabile da 0,30 m a 4,39 m rispetto al piano di campagna.

Il movimento della vela nell'arco di un periodo viene determinato da un algoritmo che fornisce una fase di backtracking mattutino da 0° a + 55° (ove 0° costituisce la posizione della vela parallela al terreno) e una fase di backtracking pomeridiana da -55° a 0°.

La struttura di sostegno ed il relativo ancoraggio vengono normalmente dimensionati dai produttori in modo da rispondere alle caratteristiche strutturali definite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

I carichi permanenti e accidentali agenti sulle strutture da considerare per il loro dimensionamento sono:

- Il peso proprio;
- Il carico neve;
- Il carico vento.

Altri carichi, quali il sisma e la temperatura, vengono trascurati perché meno gravosi e non cumulabili con i carichi considerati (vento e neve) o perché non comportano significative state tensionali strutture isostatiche). I carichi da neve e da vento vengono combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture.

Le misure dei sostegni e il dimensionamento totale sono stati scelti in modo tale che la superficie del terreno sottostante rimanga sempre accessibile e coltivabile.

In fase di progetto, per l'impianto in esame, sono stati calcolati i seguenti carichi riferiti ad un tracker nella configurazione 2PX15:

Peso proprio, pari a circa 1.382 kg, composto dalla somma di:

- Peso pannelli = $15 \cdot 2 \cdot 34,4 \text{ kg} = 1.032 \text{ kg}$
- Peso struttura di supporto pannelli = 350, kg (circa)

Carico neve:

- Zona di carico neve = III
- $S_k = 0.60 \text{ kN/m}^2$
- $S = S_k = 0.48 \text{ kN/m}^2$

Carico vento:

- Zona di vento = 3
- Altezza riferita al livello del terreno $z < 4.00$ m
- $V_{ref} = 27$ m/s
- $q_{ref} = 0.46$ kN/m²
- $q(z) = 0.82$ kN/m² (pressione dinamica delle raffiche)

Per ciò che riguarda la resistenza al carico determinato dal vento il produttore dichiara una velocità del vento ammissibile pari a 150 km/h; tale valore è incrementato fino a 180 km/h considerando le vele in posizione "di taglio" alla direzione del vento.

Si fa presente che non esiste un catalogo universale dei criteri che definisca in modo univoco la stabilità dei sistemi fotovoltaici di inseguimento.

Le norme di riferimento in materia per i moduli fotovoltaici sono la CEI 61215 e la CEI 61646, che contemplano comunque solo un test per verificare resistenza a pressioni e depressioni pari a 5400 Pa applicate per un'ora.

Nelle schede tecniche dei moduli, questi valori vengono espressi con la formula "corrispondente a una velocità del vento di 130 km/h".

In fase di progettazione esecutiva i calcoli strutturali dei tracker dovranno tener conto delle seguenti considerazioni:

- Il periodo di vibrazione naturale dell'intera struttura è inferiore a 1 secondo, quindi il comportamento della struttura può essere classificato "rigido";
- Le azioni dei carichi vento e neve per la determinazione delle sollecitazioni massime devono essere applicate sulle campate nella maniera più sfavorevole;
- Per il calcolo relativo agli arcarecci devono essere utilizzati i coefficienti di norma utilizzati per le travi continue a luci uguali.
- Per la determinazione delle sollecitazioni derivanti dal carico del vento devono essere applicate le forze del vento come azioni concentrate nei punti del quarto della superficie del modulo.

2.2. Cabine a servizio dell'impianto

L'energia prodotta da ciascun tracker sarà convogliata nelle cabine di campo per la trasformazione e l'elevazione dalla bassa tensione alla media tensione e per la consegna in cabina di raccolta a 30 kV e successivamente alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV.

L'impianto fotovoltaico in progetto è composto da 5 cabine di campo, 1 cabina di raccolta ed 1 locale di servizio.

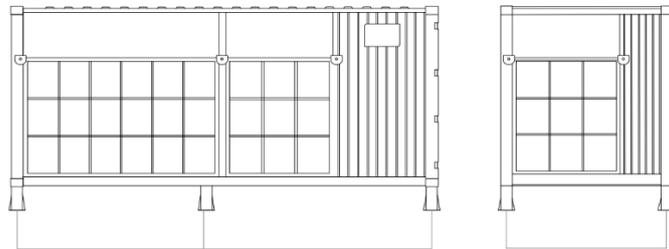
2.3. Cabine di campo

Le cabine di campo sono costituite da un'unità pre assemblata esclusivamente da installare in sito, sono comprensive di cavedio sottostante per il passaggio e l'allaccio dei cavidotti.

Per il loro posizionamento si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di una soletta di sottofondazione in cls armato, dello spessore di circa 20 cm, con sottostante strato di geo tessuto. Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la scheda tecnica del modello SUNNY CENTRAL SC 4000 – UP:

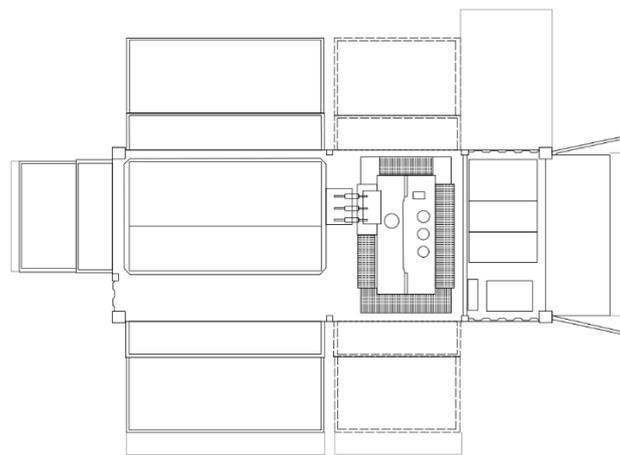


Si riportano di seguito i disegni architettonici della Cabine Inverter e di Trasformazione.



PROSPETTO LONG.

PROSPETTO TRASVERSALE



PIANTA

2.4. Cabina di raccolta

L'energia delle cabine di campo verrà convogliata nella cabina di raccolta, che verrà collegata, mediante un cavidotto interrato MT, alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV.

La cabina di raccolta avrà dimensioni 8,60 x 2,33 x 2,67 m (lunghezza x larghezza x altezza).

All'interno della cabina, oltre alle celle di MT ed al trasformatore MT/BT ausiliari, vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione

ed il QGBT ausiliari.

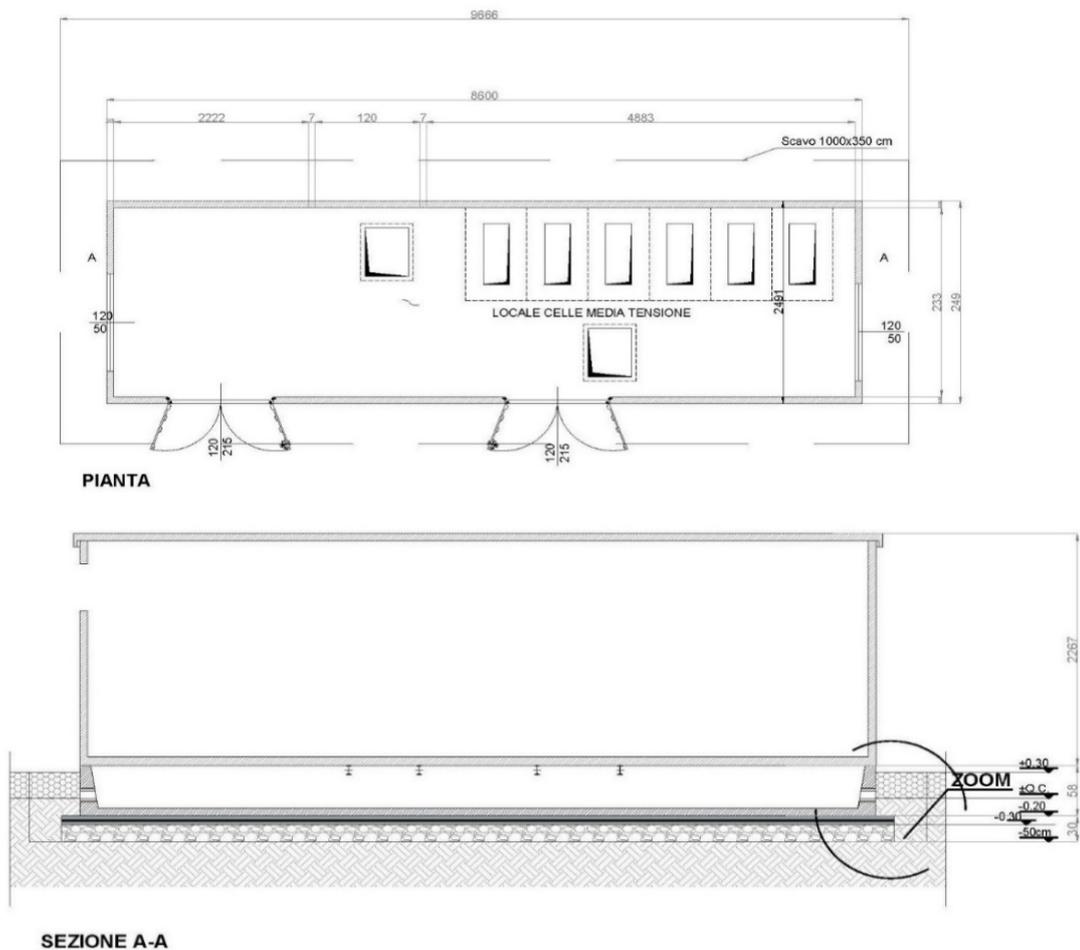
La cabina sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

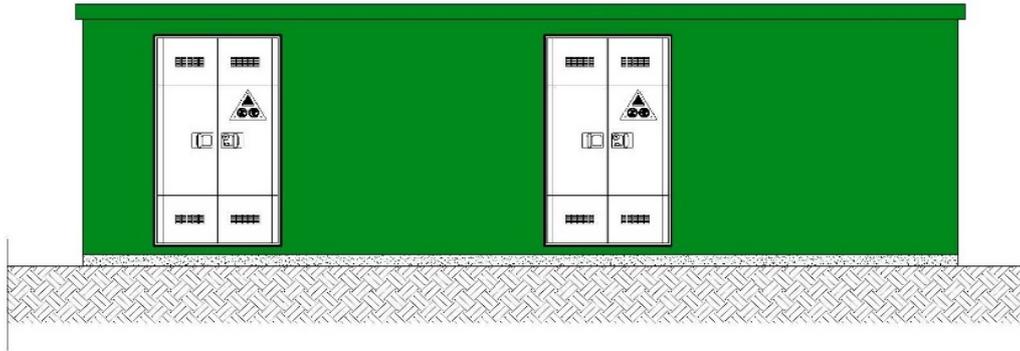
Le fondazioni sono anch'esse prefabbricate; per il posizionamento della cabina si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante massetto dello spessore di circa 10 cm e realizzato con calcestruzzo non strutturale e rete di armatura in acciaio elettrosaldato.

Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

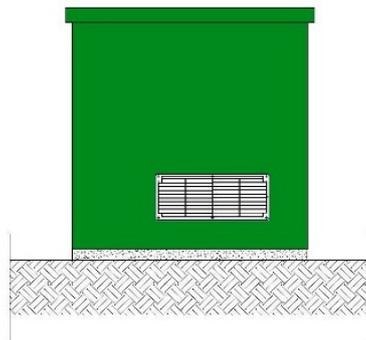
Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

Le immagini che seguono mostrano nel dettaglio le caratteristiche geometriche e costruttive della cabina di raccolta.

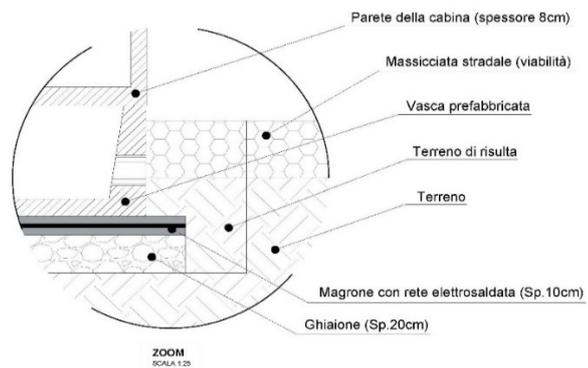




PROSPETTO FRONTALE



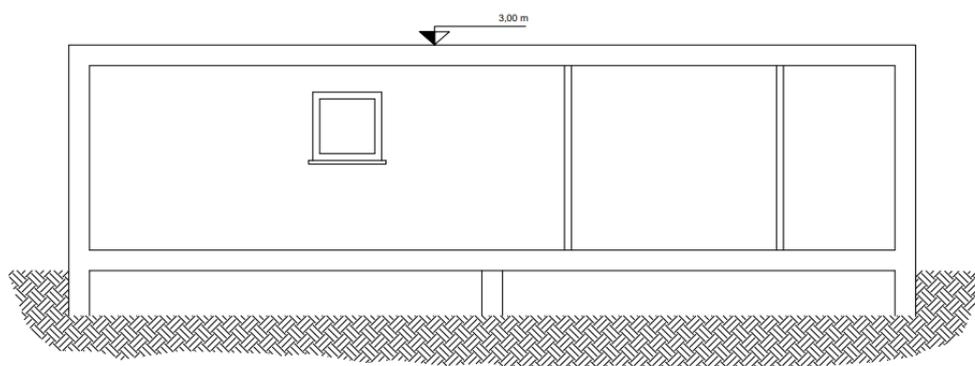
PROSPETTO LATERALE
A SINISTRA



2.5. Il locale di servizio

Il progetto prevede, inoltre, la posa di apposito locale di servizio, costituito da un manufatto prefabbricato, delle dimensioni in pianta di 12,00 m x 4,30 m x 3,00 m (lunghezza x larghezza x altezza).

Il fabbricato sarà internamente destinato ad accogliere la strumentazione di monitoraggio dell'impianto fotovoltaico oltre al quadro di distribuzione e alla centralina antintrusione.



SEZIONE AA'

Sezione del locale di servizio

Il fabbricato internamente ed esternamente sarà intonacato e successivamente pitturato con colori chiari. I serramenti esterni saranno del tipo antisfondamento.

2.6. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV

La cabina di raccolta da 30kV, ubicata all'interno del campo fotovoltaico, verrà collegata mediante un cavidotto interrato MT, alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV che a sua volta sarà connessa in antenna a 150 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380".

La sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV è costituita da un'area recintata di dimensioni pari a 1.020 m² (30 m x 34 m) e dall'area dello stallo utente.

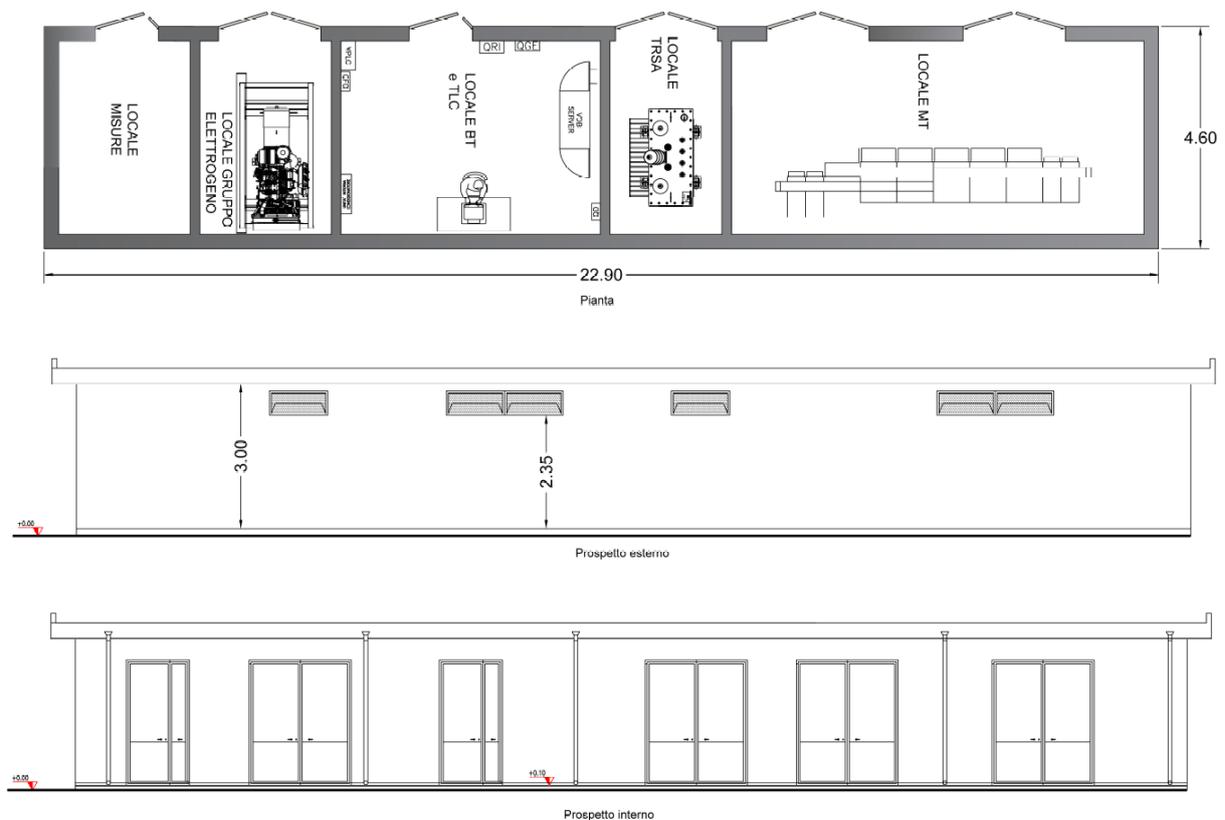
Per ciò che concerne le opere strutturali da realizzare, all'interno dell'area recintata verranno realizzati:

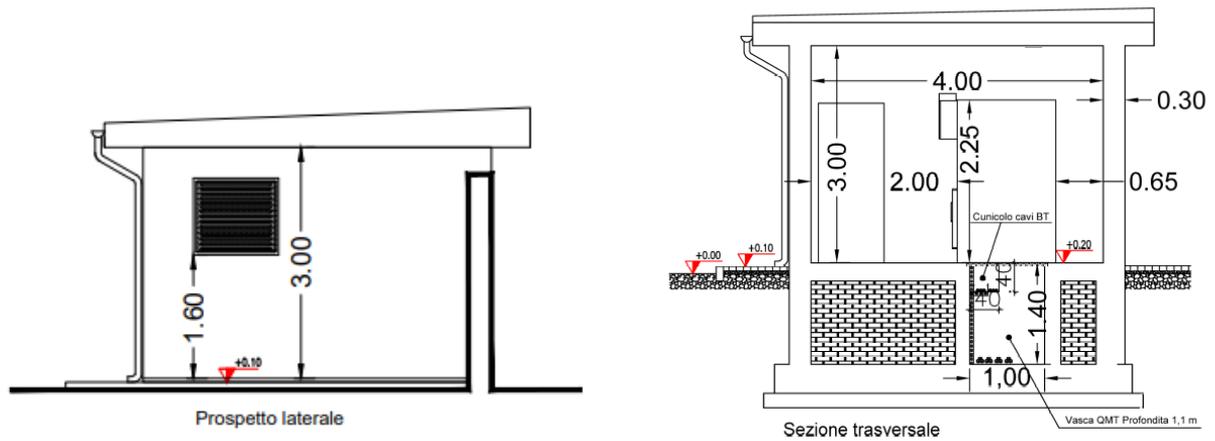
- Le strutture di fondazione degli apparati elettromeccanici costituite da travi, platee e plinti in cls armato e gettate in opera;
- Le strutture di fondazione, in cls armato e gettate in opera, per il posizionamento della cabina utente.

La cabina utente sarà costituita da un manufatto prefabbricato in cls armato, a pianta rettangolare, aventi dimensioni pari a 22,9 m x 4,60 m x 3,00 m (lunghezza x larghezza x altezza)

Sottostante l'intero fabbricato, incassato nel piano di fondazione, verrà realizzato un cavedio avente un'altezza pari a 1,7 m per consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi provenienti dalla cabina di raccolta e di quelli in uscita per la trasformazione da 30 kV a 150 kV.

Si riportano di seguito i disegni della cabina utente





Per quel che riguarda la realizzazione della sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV sono necessarie, inoltre, le seguenti opere civili:

- Recinzione dell'area della sottostazione con pannelli prefabbricati in cls armato;
- Reti di cavidotti interrati;
- Pavimentazioni dei piazzali.

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il progetto come fin qui descritto e relativamente alle strutture da realizzare, prevede la realizzazione in opera di manufatti e l'installazione di manufatti prefabbricati da assemblare e/o installare direttamente in sito. I tracker e le cabine di campo, di tipo prefabbricato, verranno forniti dalle ditte produttrici comprensivi di tutti gli elaborati inerenti al loro calcolo strutturale.

Le strutture da realizzare in opera, quali il locale di servizio, le strutture di fondazione per la cabina utente, etc. verranno calcolate in fase di progettazione esecutiva

Pertanto il progetto esecutivo per la realizzazione dell'impianto, al quale si rimanda in una successiva fase, sarà corredato da tutti gli elaborati di tipo strutturale redatti in conformità alla normativa vigente in materia di costruzioni in zone sismiche.