



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI FOGGIA

AGROVOLTAICO "TORRETTA DI ZEZZA"

Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 76,73292 MW DC - 64,565 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità, apicoltura e attività sociali, da realizzare nel Comune di Foggia (FG) in località "Torretta di Zezza"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l.

Via Caradosso, 9 - 20123- Milano (MI)

PEC: sc-fvgc5@pec.it

del gruppo



Statkraft

Gruppo di progettazione:

Ing. Angela Cuonzo - studio di impatto ambientale

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche

Dott. Geologo Baldassarre Franco La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Geom. Donato Lensi - progettazione generale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Ing. Angelo Nicoletti - studi d'impatto acustico

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale, coordinamento gruppo di lavoro

Ing. Giuseppe Sarcuno - studi d'impatto acustico

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Proponente del progetto agronomico e Coordinatore generale e progettazione:



M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it

+39 0882.600963 - 340.8533113

Elaborato redatto da:

Arch. Giuseppe Pulizzi

Ordine degli Architetti PPC - Provincia di Potenza - n. 1016

Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato: Relazione preliminare sulle stutture				Codice elaborato PD01_30	
	N. progetto: FG0Fo01	N. commessa:	Codice pratica: US3DJQ7	Protocollo:	Scala: -	Formato di stampa: A4
Redatto il: 22/02/2021	Revis. 01 del: 04/04/2022	Revis. 02 del:	Verificato il:	Approvato il:	Nome_file o Identificatore: FG0Fo01_PD01_30_RelazionePrelStrutture	

Sommario

Premessa.....	2
1. Descrizione delle tipologie strutturali ipotizzate.....	2
1.1. Tracker.....	2
1.2. Cabine a servizio dell'impianto.....	6
1.2.1. Cabine di campo.....	6
1.2.2. Cabina di raccolta.....	8
1.2.3. Locale servizi.....	9
1.3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV	11
1.3.1. Cabina utente.....	11
2. Considerazioni conclusive	11

Premessa

La presente relazione descrive le opere edili, principali ed accessorie, previste dal progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico che la società SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l. intende realizzare nell'agro del Comune di Foggia (FG), in località "Torretta di Zezza", di potenza complessiva pari a 76,73292 MWp DC - 64,565 MW AC.

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).

1. 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 (control room);
3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV.

1.1. Tracker

Il progetto prevede l'installazione di 155.016 moduli fotovoltaici, ognuno di potenza pari a 495 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 2Px36 (n. 1996 tracker), 2Px24 (n. 158 tracker) e 2Px12 (n. 155 tracker), ove 2P sta ad indicare che su ciascuna struttura verranno installate due file parallele di moduli e X36, X24 o X12, sta ad indicare che ogni fila sarà composta rispettivamente da 36, 24 o 12 moduli fotovoltaici.

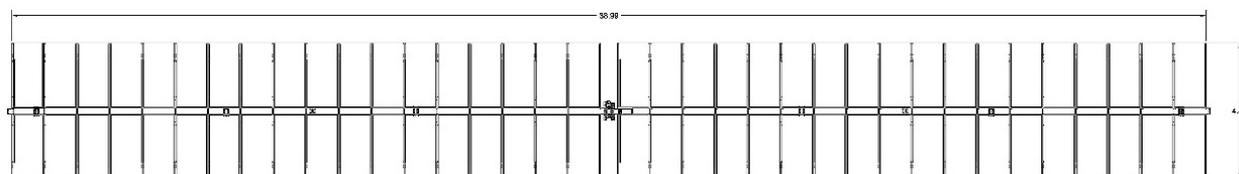
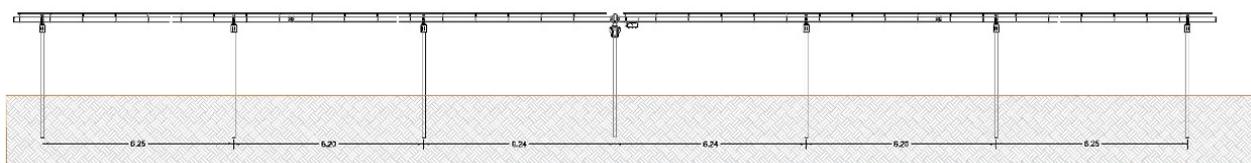
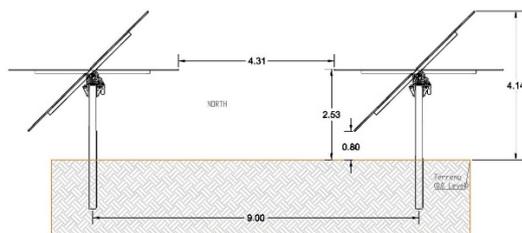
Il tracker può essere strutturalmente suddivisibile in 3 elementi principali:

- 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 2PX36.



Viste del tracker: laterali, frontale e dall'alto

Il tracker, nella configurazione 2PX36, ha una lunghezza di circa 39 m ed è sorretto da 7 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.

Il sistema di movimentazione del tracker ha il compito di predisporre in maniera ottimale l'inclinazione della vela nella direzione della radiazione solare.

In relazione al movimento "basculante" che il tracker compie nell'arco di un periodo, la vela avrà un'altezza variabile da 0,80 m a 4,14 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 significativi stati 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:

Peso proprio, pari a circa 3.000,0 kg, composto dalla somma di:

- Peso pannelli = $36 \cdot 2 \cdot 30,3 \text{ kg} = 2.181,6 \text{ kg}$
- Peso struttura di supporto pannelli = 818,4 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 $z < 4,00 \text{ m}$
- $V_{ref} = 27 \text{ m/s}$
- $q_{ref} = 0,46 \text{ kN/m}^2$
- $q(z) = 0,82 \text{ kN/m}^2$ (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.

1.2. Cabine a servizio dell'impianto

L'energia prodotta da ciascun inverter sarà convogliata nelle cabine di campo per la trasformazione e la 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 16 cabine di campo, 1 cabina di raccolta ed 1 locale servizi.

1.2.1. Cabine di campo

Le cabine di campo, di dimensione 8,6 m * 2,5 m * 2,3 m, saranno del tipo prefabbricato; all'interno di esse saranno installati un quadro BT di parallelo e 1 trasformatore da 4000 kVA.

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 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.

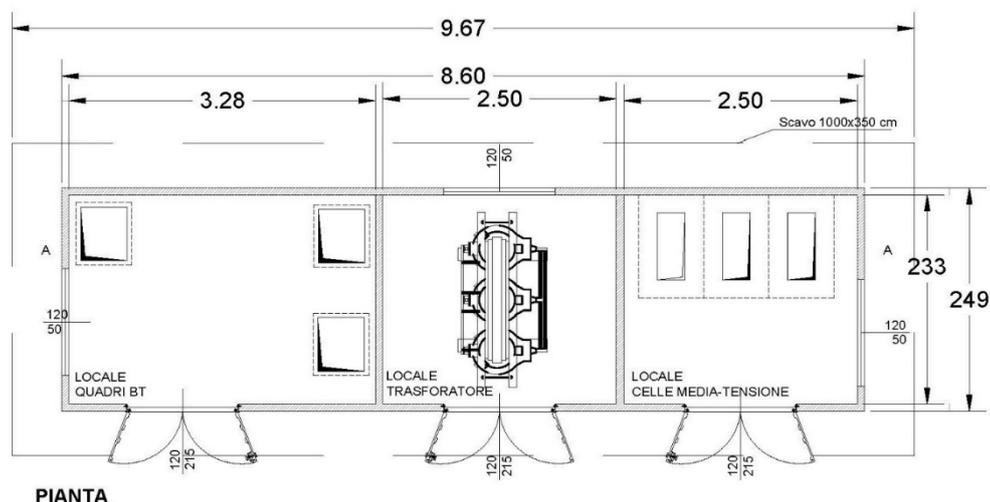
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm.

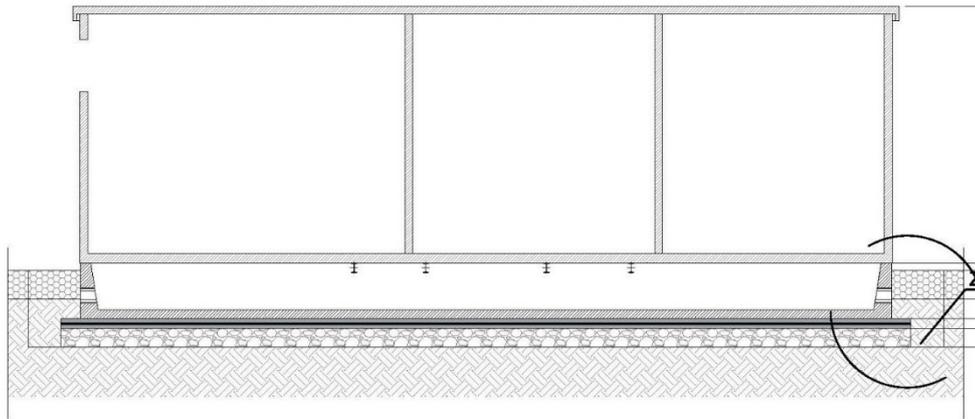
Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta.

Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

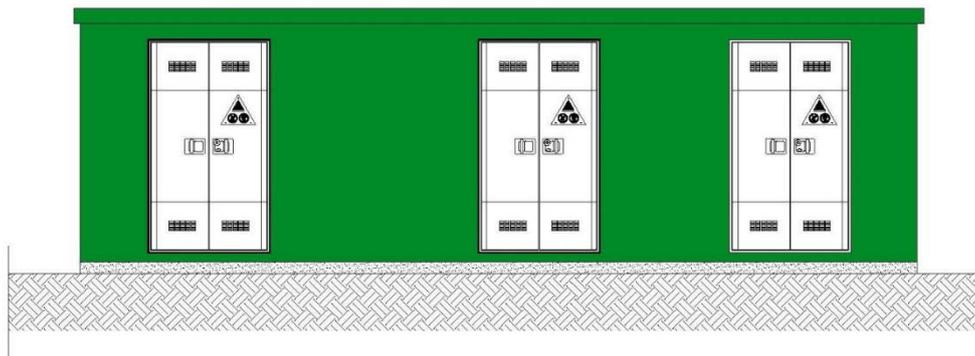
Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

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

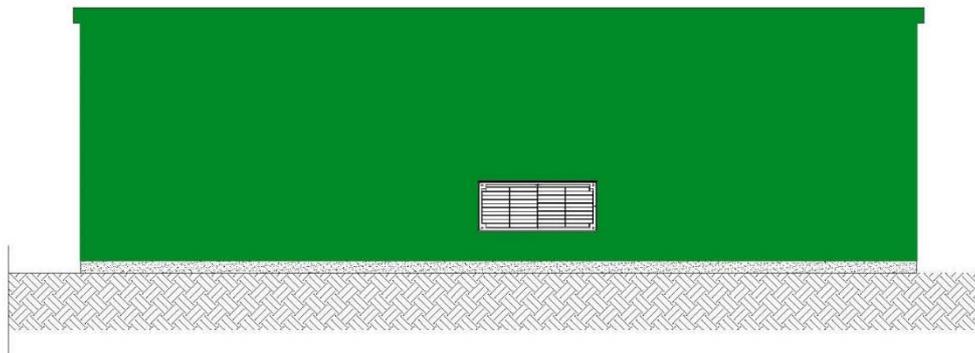




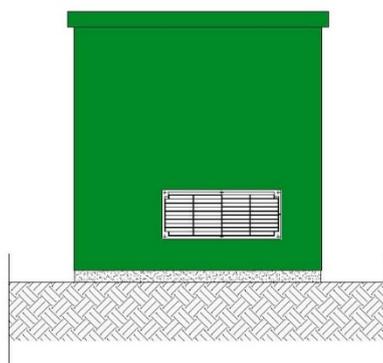
SEZIONE A-A



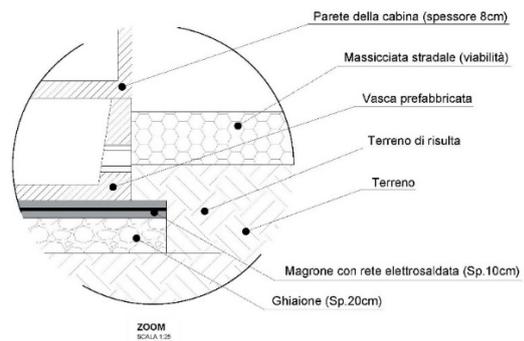
PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO POSTERIORE



PROSPETTO LATERALE



1.2.2. 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 consegna di dimensione 8,6 m * 2,5 m * 2,3 m, sarà del tipo prefabbricato.

All'interno di essa, 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 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.

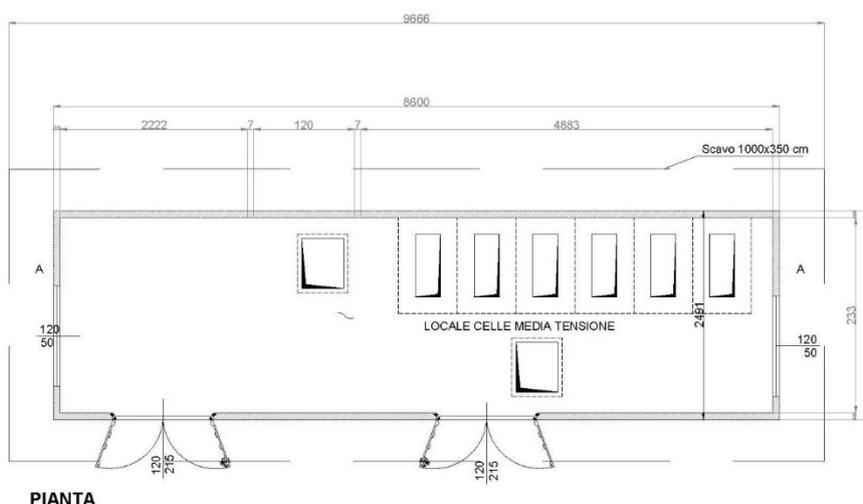
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm.

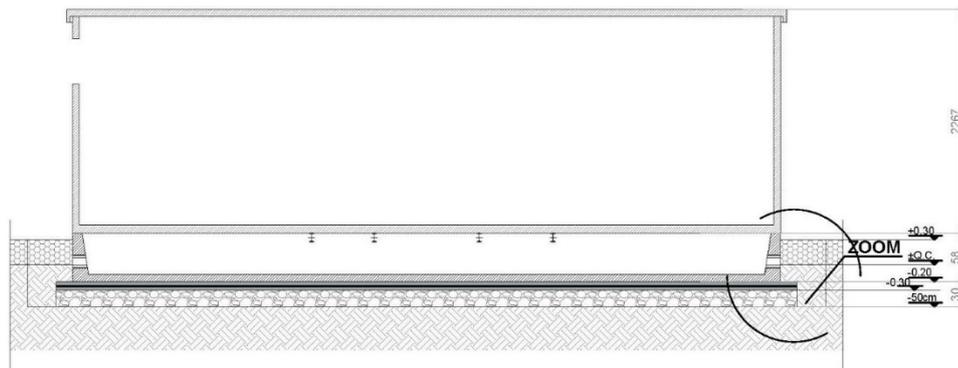
Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta.

Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

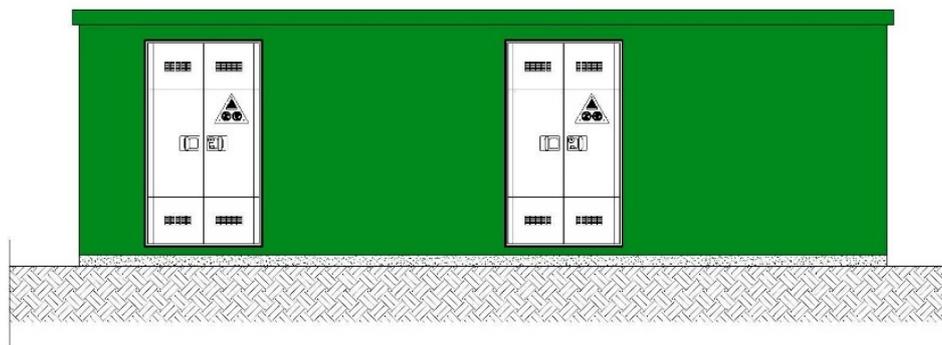
Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

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

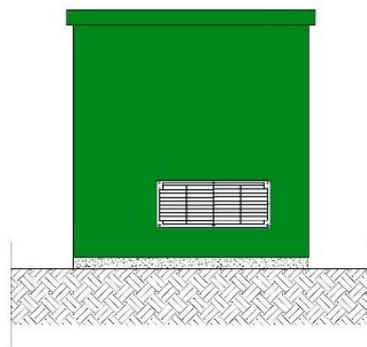




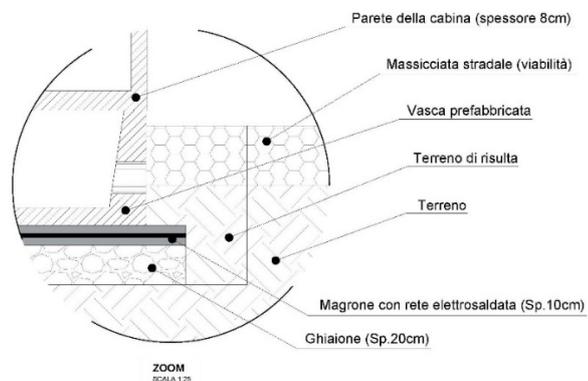
SEZIONE A-A



PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO LATERALE
A SINISTRA



1.2.3. Locale servizi

Il locale servizi, di dimensione 12 m * 4,3 m * 3,0 m, verrà realizzato con struttura portante in calcestruzzo armato gettato in opera.

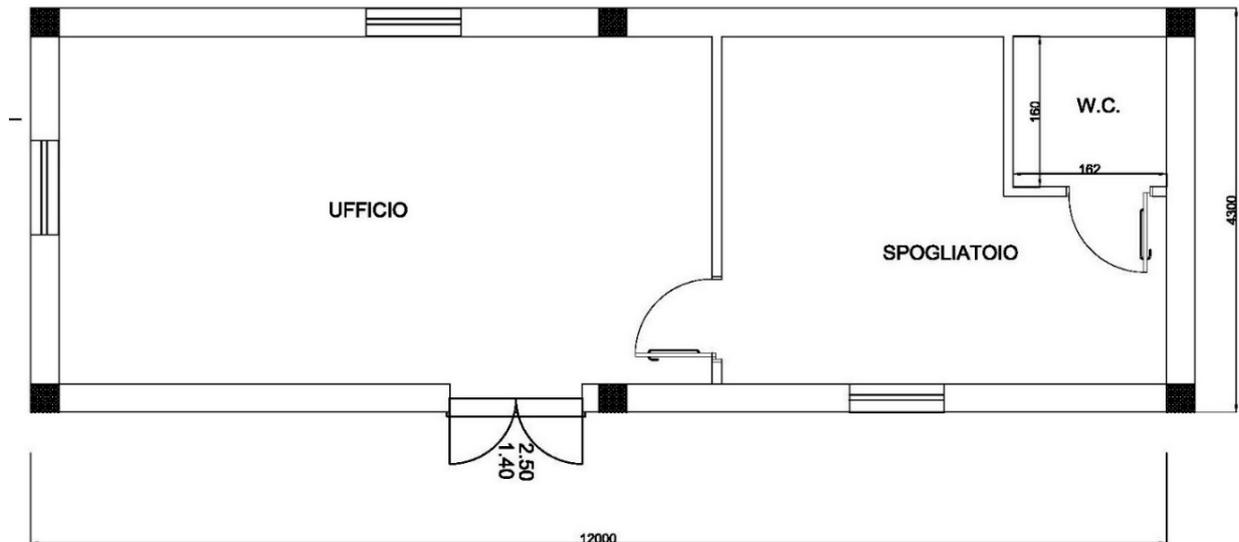
Sottostante l'intero fabbricato, nel piano di fondazione verrà realizzato un cavedio per consentire l'ingresso e l'uscita dei servizi.

All'interno della control room si realizzerà uno spogliatoio, un bagno ed un ufficio dove sarà alloggiato il quadro di distribuzione, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione.

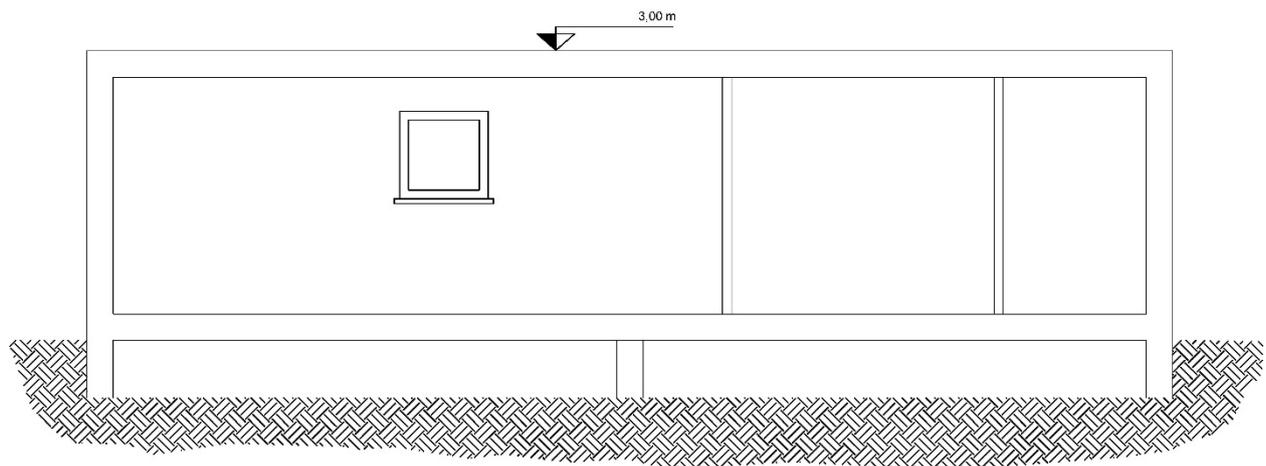
La copertura sarà costituita da un solaio piano, isolato con pannelli coibentanti ed impermeabilizzato con

guaina bituminosa a doppio strato e ardesiata.

La tompagnatura perimetrale verrà realizzata con muratura in laterizio a cassa vuota con interposti elementi coibenti. I tramezzi verranno realizzati con mattoni forati in laterizio.



Pianta della Control room



SEZIONE AA'

Sezione della Control room

Il fabbricato internamente ed esternamente sarà intonacato e successivamente pitturato con colori chiari.

I serramenti esterni saranno del tipo antisfondamento.

I servizi igienici presenti nel fabbricato saranno del tipo "chimico"; data la modesta entità del loro utilizzo non è prevista la realizzazione di un sistema di scarico dei reflui che, per il loro smaltimento, verranno raccolti e ritirati da ditta specializzata.

Il progetto esecutivo del fabbricato, comprensivo dei calcoli strutturali, verrà elaborato in una successiva fase alla quale si rimanda.

1.3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV

L'energia convogliata nella cabina di raccolta da 30kV, ubicata all'interno del campo fotovoltaico verrà collegata, mediante un cavidotto interrato MT, della lunghezza di 14.514 m, alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV, da realizzare e da collegare alla stazione 150/380 kV di Terna S.p.A. (da realizzare) da inserire in entra – esce alla linea 380 kV "Foggia – San Severo".

La sottostazione di consegna 30/150 kV, che occuperà un'area recintata di 1.290 m² (30,00 m x 43,00 m), verrà realizzata nel Comune di Lucera.

Per ciò che concerne le opere strutturali, all'interno dell'area recintata con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato verrà realizzata la cabina utente.

1.3.1. Cabina utente

La cabina utente è costituita da un fabbricato delle dimensioni di 22,90 m x 4,60 m x 3,3 m che verrà realizzato con struttura portante in calcestruzzo armato gettato in opera.

Sottostante l'intero fabbricato, 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.

La copertura sarà costituita da un solaio piano, isolato con pannelli coibentanti ed impermeabilizzato con guaina bituminosa a doppio strato e ardesiata.

La tompagnatura perimetrale verrà realizzata con muratura in laterizio a cassa vuota con interposti elementi coibenti.

I tramezzi verranno realizzati con mattoni forati in laterizio.

Il fabbricato internamente ed esternamente sarà intonacato e successivamente pitturato con colori chiari.

I serramenti esterni saranno del tipo antisfondamento.

I servizi igienici presenti nel fabbricato saranno del tipo "chimico"; data la modesta entità del loro utilizzo non è prevista la realizzazione di un sistema di scarico dei reflui che, per il loro smaltimento, verranno raccolti e ritirati da ditta specializzata.

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;
- Strutture di fondazione degli apparati elettromeccanici costituite da travi, platee e plinti in cemento armato;
- Reti di cavidotti interrati;
- Pavimentazioni dei piazzali.

2. 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 la control room, 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.