



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI LECCE



COMUNE DI NARDÒ

AGROVOLTAICO "MARAMONTI"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 67,275 MW DC e 66,000 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità, apicoltura e attività sociali, da realizzare nel Comune di Nardò (Le) in località "Maramonti"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

ILOS

INE Nardò srl

A Company of ILOS New Energy Italy

INE NARDÒ S.r.l.

Piazza di Sant'Anastasia, n.2, 00186 Roma (RM)

PEC: inenardosrl@legalmail.it

Gruppo di progettazione:

Ing. Angela Cuonzo - studio d'impatto ambientale e analisi territoriale

Geom. Donato Lensi - studio d'impatto ambientale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

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

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

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

Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche

Proponente del progetto agronomico e Coordinatore generale e progettazione:

m2 energia
ENERGIE RINNOVABILI

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:

Ing. Angela Ottavia Cuonzo

Ordine degli Ingegneri - Provincia di Foggia - n. 2653

Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato:					Codice elaborato
	Relazione preliminare sulle strutture					PD01_30
N. progetto: LE0Na01	N. commessa:	Codice pratica:	Protocollo:		Scala:	Formato di stampa:
					-	A4
Redatto il: 16/12/2020	Revis. 01 del: 29/08/2021	Revis. 02 del:	Revis. 03 del:	Verificato il: 22/11/2021	Approvato il: 22/11/2021	Nome_file o Identificatore: LE0Na01_PD01_30

PREMESSA

Nella seguente relazione vengono indicati gli elementi strutturali relativi ad un progetto agro-voltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L'impianto verrà realizzato in agro di Nardò (LE), località "Maramonti" sui terreni individuati al Foglio di mappa n. 17, P.lle n. 5 – 6 – 7 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 30 – 31 – 32 – 229 – 231 – 232 – 233 – 234, per i quali si è sottoscritto apposito contratto di diritto di superficie.

Gestore e proponente dell'impianto fotovoltaico è la società INE NARDO' S.r.l., del gruppo ILOS New Energy Italy, con sede in Roma alla Piazza di Sant'Anastasia n. 7, P. IVA 15809441007.

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto agro-voltaico della potenza nominale di 67,275 MW su un'area di circa 91.81.98Ha, e il cavidotto di collegamento per la connessione alla stazione Terna di prossima costruzione.

DESCRIZIONE TECNICA

Il progetto prevede l'installazione di un impianto agro-voltaico da 67,275 MW di potenza nominale composto da 2.250 tracker da 52 moduli ciascuno, per un totale di 117.000 pannelli installati.

Il tracker solare è un dispositivo meccanico automatico il cui scopo è quello di orientare il pannello fotovoltaico nella direzione dei raggi solari, ottimizzando così l'efficienza energetica.

Ogni tracker sarà sorretto da 5 paletti pressoinfissi nel terreno per una profondità di 1,5m senza dover ricorrere all'uso di fondazioni in cemento in modo da non sottrarre terreno coltivabile, e distanti tra loro circa 7m, mentre tra una fila e l'altra avranno interasse di 9m, in maniera tale da consentire il passaggio di piccoli mezzi agricoli per la lavorazione del terreno sottostante o di greggi di ovini nel caso si decida di dedicare alcune aree sottostanti al pascolo.

I pannelli saranno di tipo monocristallino disposti in direzione est-ovest in modo da inseguire il sole durante l'intero percorso lungo la volta celeste e massimizzare la produzione di energia.

Gli inseguitori solari saranno di tipo monoassiale, cioè dispositivi che inseguono le radiazioni solari ruotando intorno al proprio asse, portando il pannello, nella fase di inclinazione massima, ad una distanza minima dal terreno di 50cm con un conseguente svettamento del lato opposto fino a circa 4,5m dal suolo.

L'impianto è diviso in 15 sottocampi, 8 nel lotto a nord della strada comunale e 7 nel lotto a sud. Questo comporterà l'installazione anche di 15 cabine di campo o di raccolta, in ciascuna delle quali convergeranno i cavi provenienti da 300 stringhe di pannelli, per una potenza di 4,485MW, e dove l'energia prodotta da ciascun sottocampo sarà innalzata tramite un trasformatore BT/MT.

Il collegamento dell'impianto alla rete elettrica nazionale avverrà tramite un cavidotto in MT interrato che, partendo dalla cabina di consegna posta all'interno del perimetro d'impianto, percorrerà la viabilità locale per una lunghezza di circa 12km fino alla sottostazione 30/150kW che verrà realizzata in località "San Vito".

Il percorso privilegerà strade comunali o interpoderali e in presenza di particolari impedimenti quali attraversamenti di muri a secco, ponticelli o provinciali, si farà ricorso al metodo della perforatrice teleguidata, in maniera da non arrecare danni ai manufatti.

L'intera area d'impianto verrà munita di recinzione perimetrale metallica a 5m dal confine catastale della particella, circondata a sua volta da una fascia destinata a verde di circa 15m.

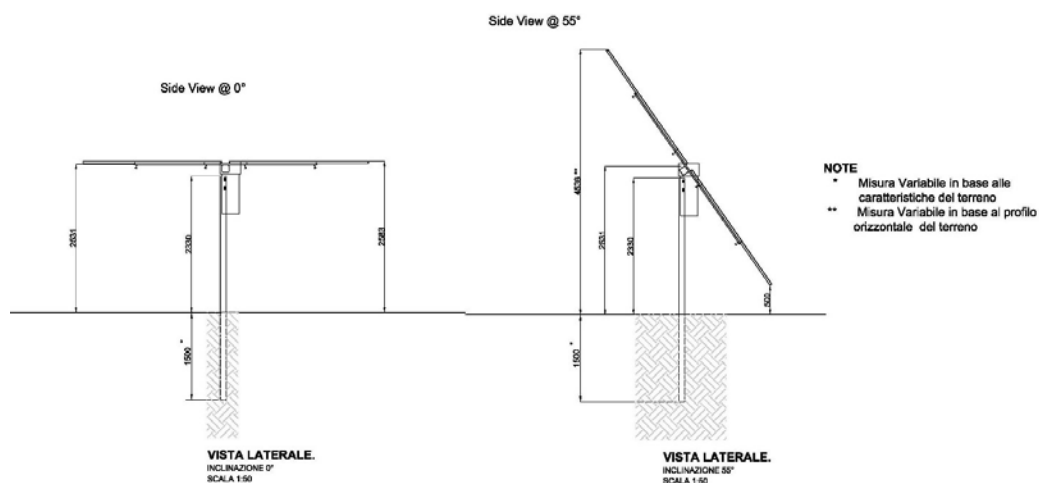
Allo scopo di mitigare l'impatto sul territorio circostante, esternamente alla recinzione verrà piantato un filare di fichi d'india mentre internamente verrà piantato un filare di alberi di mandorlo o di ulivo, quindi realizzata una strada perimetrale con piccoli inerti.



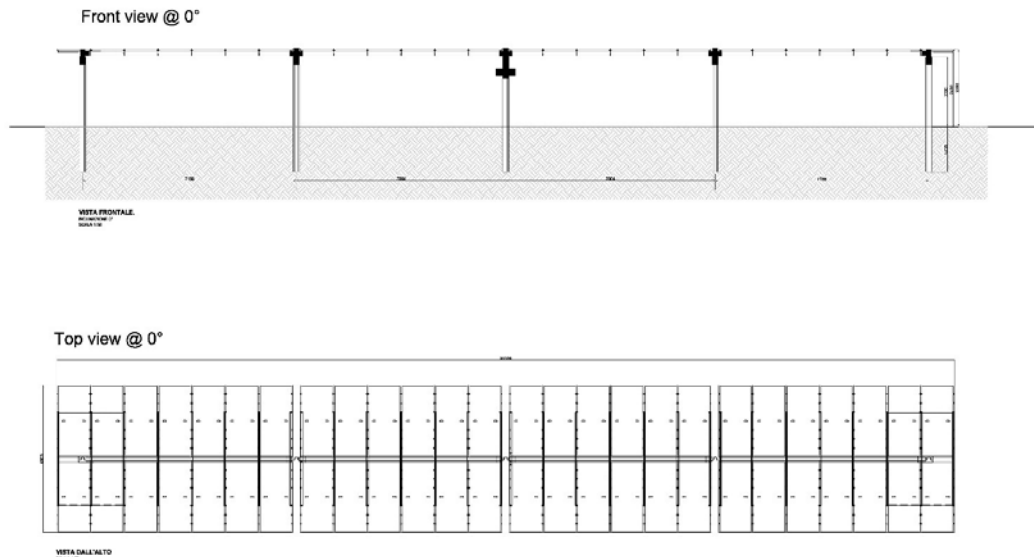
STRUTTURE DI SUPPORTO

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture con inseguitore monoassiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione di fornitura della Convert Italia S.p.A..

Le strutture in oggetto saranno disposte secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.



I campi fotovoltaici sono composti da stringhe elettriche di n.26 moduli, due stringhe elettriche sono installate su un'unica struttura, con asse di rotazione orizzontale.



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 0,70 m a 4,55 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 +45° a 0° (ove 0° costituisce la posizione della vela parallela al terreno) e una fase di backtracking pomeridiana da 0° a -45°.

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 nella configurazione 2PX24:

Peso proprio, pari a circa 2.050,0 kg, composto dalla somma di:

- Peso pannelli = $24 \times 2 \times 31.1 \text{ kg} = 1.492,8 \text{ kg}$
- Peso struttura di supporto pannelli = 557,2 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 5400Pa 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".

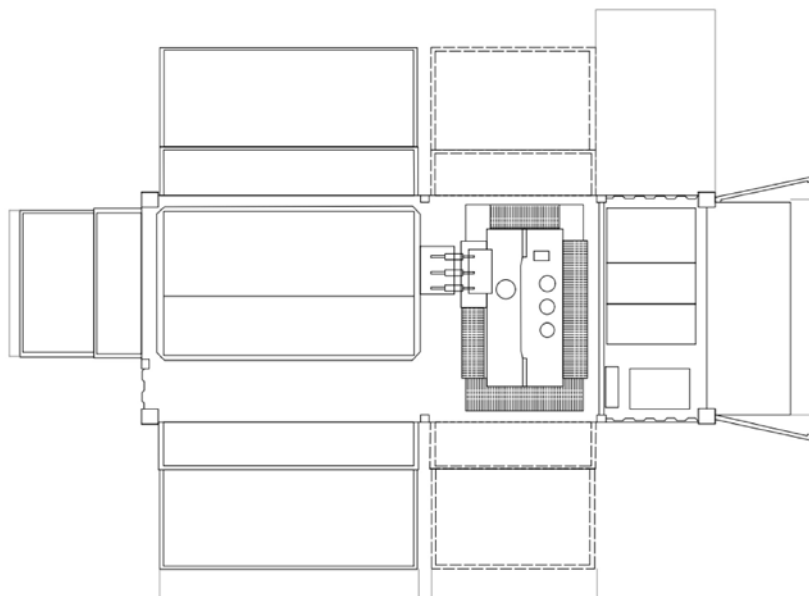
In fase di progettazione esecutiva i calcoli strutturali dei tracker dovranno tener conto delle seguenti considerazioni:

- 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.

CABINE DI CAMPO

Le cabine di campo, in numero di 15 per l'intero impianto, saranno strutture prefabbricate in cemento armato precompresso di dimensioni 6m x 2,5m contenenti:

- protezione del trasformatore, sezionamento e messa a terra della linea MT;
- inverter Centralizzato da 4400 kW nominali;
- trasformatore MT/BT 30/0,690 kV, di potenza nominale 4500 kVA;
- quadro ausiliari (condizionamento, illuminazione e prese di servizio, ecc.)
- gruppo di continuità (UPS) per alimentazione di servizi ausiliari e protezioni di cabina elettrica.



PIANTA

CABINA DI RACCOLTA

La cabina di raccolta MT dell'intero del campo sarà costituita anch'essa da un manufatto in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni 8,6m x 2,33m x 2,67m.

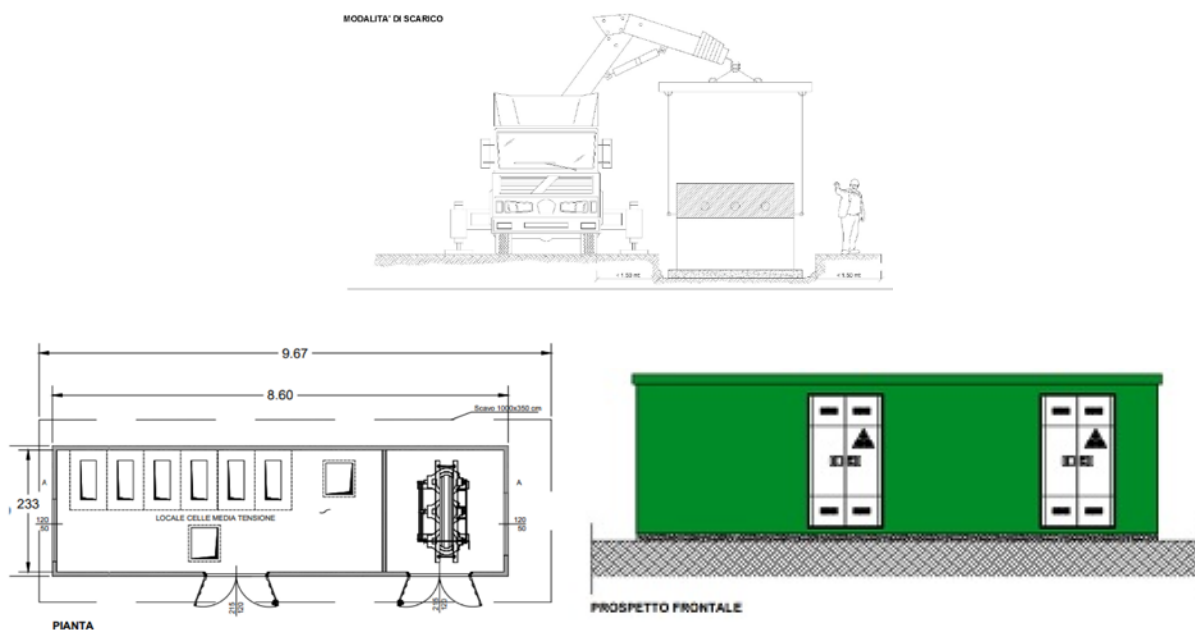
All'interno della cabina, oltre alle celle di MT ed al trasformatore MT/BT ausiliari, vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT ausiliari.

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 dibotola di accesso al vano cavi.

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



LOCALE TECNICO DI SERVIZIO

All'interno dell'area d'impianto, in prossimità del perimetro e della cabina di ricezione, verrà realizzato in struttura portante in calcestruzzo armato gettato in opera un locale tecnico di 18m x 4,3m x 3m da adibire a:

- ufficio,
- spogliatoio + servizi,
- deposito.

Al di sotto dell'edificio, nel piano di fondazione, verrà realizzato un cavedio per consentire l'ingresso e l'uscita dei servizi.

All'interno del fabbricato 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.

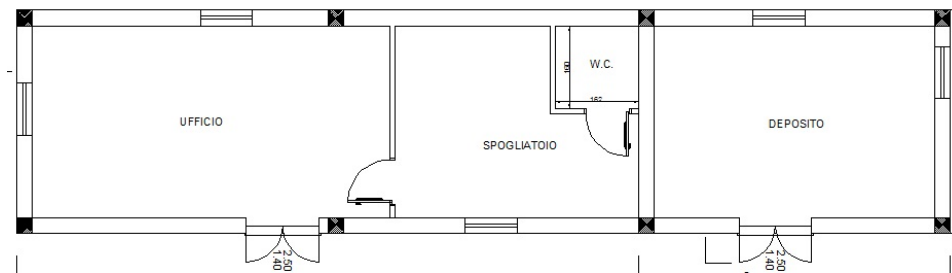
I tramezzi verranno realizzati con mattoni forati in laterizio.

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.





CABINA DI SEZIONAMENTO

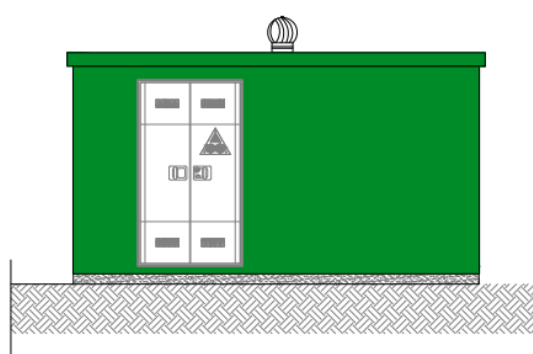
In considerazione della lunghezza del cavidotto di collegamento della cabina di raccolta alla sottostazione di consegna 30/150 kV, il progetto prevede l'istallazione di n. 1 cabina di sezionamento della linea elettrica MT di utenza.

La cabina di sezionamento avrà dimensioni 5,06 x 2,50 x 2,30 m (lunghezza x larghezza x altezza), costituita da una struttura monoblocco prefabbricata in cls precompresso.

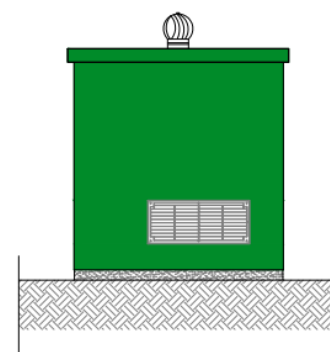
La cabina verrà posizionata su una soletta di sottofondazione in cls armato che garantirà un piano di posa idoneo all'istallazione del monoblocco.

La parte sottostante della cabina, denominata vasca, sarà adibita per il passaggio dei cavi provenienti dalla cabina di raccolta interna all'impianto e quelli in uscita per la sottostazione di trasformazione 30/150kV.

All'interno della cabina, saranno posizionate le celle di MT, una in ingresso ed una in uscita, per permettere il sezionamento della linea elettrica.



PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO LATERALE
A SINISTRA

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

La sottostazione elettrica MT/AT sarà ubicata sempre in agro del comune di Nardò in adiacenza alla futura stazione 150/380kV di Terna S.p.A. in località “San Vito”.

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede il collegamento in antenna a 150kV sulla nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150kV da inserire in entra-esce sulla linea 380kV “Brindisi Sud-Galatina”.

L’accesso alla stazione è previsto tramite una strada di servizio che si congiungerà alla strada di accesso alla stazione TERNA, a sua volta collegata alla viabilità esistente.

L’ingresso alla stazione sarà garantito da un cancello carrabile della larghezza di 7,00 metri ed un cancello pedonale di tipo scorrevole ed un cancello pedonale.

L’intero perimetro della stazione sarà recintato con pannelli rigidi in rete metallica e pali d’acciaio sostenuti da fondazioni in cls prefabbricate.

La stazione sarà costituita da una sezione a 150 kV in alta con isolamento in aria e una sezione in media tensione a 30kV.

I servizi ausiliari in c.a. saranno alimentati da un trasformatore MT/BT alimentati mediante cella MT dedicata su sbarra MT.

All’interno del perimetro dell’impianto verrà posizionato un locale tecnico in c.a.p. in cui verranno alleggiati quadri di controllo e PLC.

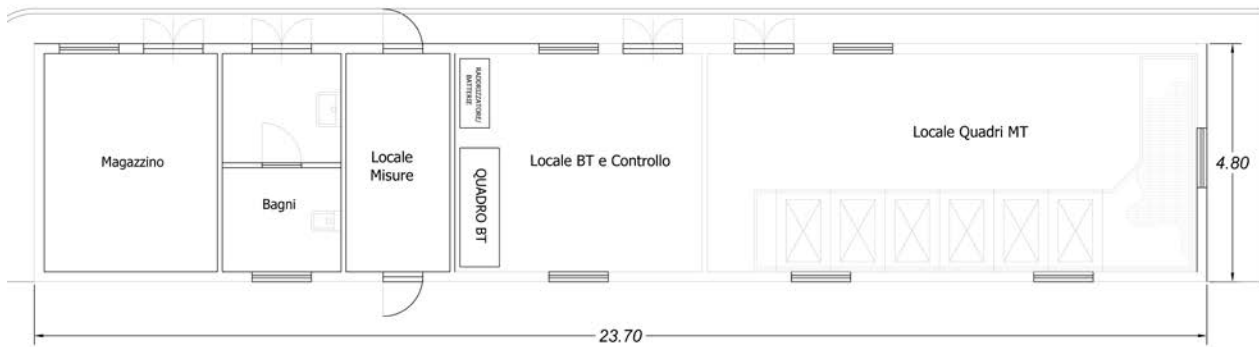
Per ciò che concerne le opere strutturali da realizzare, all’interno dell’area recintata verranno realizzati:

- 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 23,70 m x 4,80 m x 3,00 m.

Al di sotto del 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



Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, saranno realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera, opportunamente dimensionate.

Le acque meteoriche verranno raccolte dalle superfici asfaltate e convogliate in vasche Imhoff.

CONCLUSIONI

Il progetto descritto 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, 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.