



COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE
PROVINCIA DI BOLOGNA
REGIONE EMILIA ROMAGNA

IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO "RNE21"

Proponente

RNE21 S.R.L.

Viale San Michele del Carso, 22
20144 Milano (MI)
C.F. 13055920964

Progettazione

**SOCIETA' DI PROGETTAZIONE
GSB CONSULTING SRL**

Via Passo Rolle, 9 – 20134 Milano (MI)
P.IVA 11882750968



Preparato
Irina Giorgi

Verificato
Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato
Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

RNE21 RELAZIONE OPERE CIVILI

Elaborato N.

R17

Data emissione
10/10/24

Nome file
RELAZIONE OPERE CIVILI

N. Progetto
RNE21

Pagina
COVER

01	05/02/25	PRIMA REVISIONE
00	10/10/24	PRIMA EMISSIONE
REV.	DATA	DESCRIZIONE

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI RNE21 S.R.L.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT CAN NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF RNE21 S.R.L. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

Sommario

1 Introduzione 3

2 Caratteristiche dell’impianto agri-FV..... 3

3 Opere civili 6

 3.1 Livellamenti e movimentazione di terra 6

 3.2 Strutture di Sostegno dei moduli FV (inseguitori mono-assiali) 7

 3.3 Cabine di trasformazione e locali tecnici 9

 3.3.1 Cabine di trasformazione BT/MT 10

 3.3.2 Cabina di raccolta 12

 3.3.3 Magazzino 15

 3.3.4 Container Batterie 16

 3.3.5 PCS 18

 3.3.6 Cabina di consegna 20

 3.3.7 Locale Utente 21

 3.4 Cavidotti 22

 3.4.1 Cavi in Corrente Continua (BT) 22

 3.4.2 Cavi in corrente alternata (BT)..... 23

 3.4.3 Cavi in corrente alternata (MT) 24

 3.5 Viabilità interna..... 26

 3.6 Recinzione 27

 3.7 Attraversamento del Fiume Reno con Trivellazione Orizzontale Controllata 28

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Introduzione

Lo scopo della presente relazione è di descrivere le opere civili connesse alla realizzazione dell’impianto agrivoltaico avanzato, dotato di sistema di accumulo, di potenza nominale pari a 18.469,44 kWp e di potenza di immissione in rete pari a 17'250,00 kW denominato “RNE21”.

2 Caratteristiche dell’impianto agri-FV

L’impianto agrivoltaico avanzato e relative opere di connessione alla rete saranno realizzate nel territorio del Comune di San Pietro in Casale, provincia di Bologna, Pieve di Cento, provincia di Bologna, e Cento, provincia di Ferrara, ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell’impianto FV:

- 44°44'49.25"N
- 11°20'56.62"E

In Figura 1 è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare, inquadrato prima nel territorio dell’Emilia-Romagna, poi più specificatamente nel territorio comunale di San Pietro in Casale, Pieve di Cento e Cento.



Figura 1: Inquadramento dell’impianto su immagine satellitare

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

L'impianto agrivoltaico avanzato "RNE21" è composto da quattro impianti di generazione, ciascuno distinto dal punto di vista elettrico e configurato come "lotto d'impianti", connessi in media tensione. Ogni impianto comprende, oltre a una sezione dedicata al parco agrivoltaico, anche una sezione riservata al sistema di accumulo.

La potenza nominale complessiva dell'impianto agrivoltaico avanzato, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV, è pari a 18'469,44 kWp, mentre la potenza in immissione in rete è determinata dalla potenza indicata sul preventivo di connessione, ed è pari a 17'250,00 kW.

I moduli fotovoltaici, realizzati in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 24 moduli, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a doppia fila (configurazione 2-P). I moduli saranno opportunamente innalzati dal livello del terreno e le strutture di sostegno distanziate (pitch pari a 7,85m).

L'utilizzo di tracker consente la rotazione dei moduli FV attorno ad un unico asse orizzontale avente orientazione Nord-Sud, al fine di massimizzare la radiazione solare captata dai moduli stessi e conseguentemente la produzione energetica del generatore FV.

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di stringa, posizionati direttamente in campo, a ciascuno dei quali saranno collegate fino ad un massimo di 14 stringhe.

All'interno dei confini dell'impianto FV è prevista l'installazione di otto cabine di trasformazione (due per ogni lotto di impianto) realizzate tramite soluzione containerizzata, contenenti fondamentalmente il trasformatore MT/BT e i quadri elettrici MT e BT.

Il Sistema di Accumulo, invece, è costituito da dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, progettato per assorbire e rilasciare energia elettrica. Funziona in modo continuativo con la rete di distribuzione e, in questo caso specifico, è integrato con l'impianto di produzione fotovoltaica. In particolare, il Sistema di Accumulo rilascerà l'energia elettrica accumulata in modo da garantire che la potenza immessa in rete non superi mai quella indicata da Enel Distribuzione nel preventivo di connessione ricevuto.

In estrema sintesi il Sistema di Accumulo, complessivamente, è caratterizzato dai seguenti dati nominali:

$$40,12\text{MWh} - 10\text{MW}_{AC}$$

L'energia generata dall'impianto agrivoltaico avanzato dotato di accumulo viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione eserciti a 15 kV che confluiscono presso le quattro cabine di consegna situate nel comune di Cento al Foglio 41 p.la 375, in posizione accessibile dalla viabilità pubblica, presso le quali è ubicato il punto di consegna dell'energia generata alla rete di distribuzione.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Figura 2: Inquadramento impianto e opere di connessione su ortofoto

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Opere civili

Le principali opere civili previste a servizio dell'impianto agrivoltaico consistono in:

- Movimentazione e livellamento del terreno;
- Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Fondazioni delle cabine e dei locali tecnici;
- Cavidotti;
- Viabilità interna;
- Recinzione d'impianto.

3.1 Livellamenti e movimentazione di terra

Prima di procedere all'installazione dei vari componenti d'impianto, sarà necessario effettuare alcune attività di preparazioni dei terreni stessi.

In primis verrà effettuata una pulizia dei terreni tramite scotico superficiale del terreno finalizzato alla rimozione di eventuali arbusti, piante selvatiche pre-esistenti e pietre superficiali, nonché all'ottenimento di aree con pendenza definita ed omogenea.

La scelta progettuale di utilizzare strutture di sostegno dei moduli FV a palo infisso e senza fondazioni consentirà di minimizzare la necessità di livellamenti localizzati. Tali livellamenti saranno invece necessari per le sole aree previste per il posizionamento delle cabine (soluzione containerizzata o prefabbricata) che saranno descritte successivamente.

Come rappresentato nell'elaborato *"RNE21.PD.T.20.01 - Dettagli pendenze di campo"*, la conformazione pianeggiante delle aree selezionate per la realizzazione dell'impianto FV risulta perfettamente compatibile con le strutture di sostegno previste, non richiedendo di conseguenza alcun livellamento del terreno per la loro posa.

I livellamenti del terreno saranno relativi alla ricollocazione in campo delle terre derivate dalle attività di scotico e dalla realizzazione di scavi e fondazioni. Le terre dovranno essere gestite conformemente al D.P.R. 120/2017 e si prevede che siano prioritariamente riutilizzate in-situ (per reinterri e sistemazione del lotto) ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.

I livellamenti saranno necessari per le sole aree previste per il posizionamento delle cabine di trasformazione (soluzione containerizzata o prefabbricata), della cabina raccolta, del sistema di accumulo e del magazzino, ovvero per il posizionamento di terreno compattato sul quale realizzare le fondazioni e sul quale rialzare le cabine (vedi paragrafi successivi

Tutte le cabine, infatti, saranno rialzate, rispetto al piano di campagna, al fine di resistere al passaggio di eventuali onde di piena.

Per maggiori dettagli sull'innalzamento delle cabine si rimanda agli elaborati grafici *"RNE21.PD.T.17.01 - Disegno architettonico Cabina di Trasformazione MT-BT"*, e *"RNE21.PD.T.18.01 - Disegno architettonico Altri Edifici"* e *"RNE21.PD.T.19.01 - Disegno Architettonico Container Batterie e PCS"*.

Si sottolinea come questa attività di livellamento e di rialzo ei cabinati sarà ottimizzata in fase di direzione lavori.

Si garantisce comunque che la variazione di quota del terreno, verrà effettuata garantendo la non alterazione del deflusso delle acque meteoriche.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.2 Strutture di Sostegno dei moduli FV (inseguitori mono-assiali)

Per il presente progetto si prevede l'impiego di strutture di sostegno ad inseguimento mono-assiale, nello specifico si prevede l'installazione di 309 strutture. In funzione del numero di moduli installati, si individuano essenzialmente quattro tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	N° 546 strutture 2x24 pannelli
	N° 74 strutture 2x12 pannelli

Le strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker) consentono la rotazione dei moduli stessi attorno ad un singolo asse, orizzontale ed orientato in questo caso 16°/20° Nord-Sud, in maniera tale da variare il proprio angolo di inclinazione fino ad un limite massimo di $\pm 55^\circ$ ed "inseguire" la posizione del Sole nel corso di ogni giornata. L'inseguimento solare Est/Ovest consente di mantenere i moduli FV il più possibile perpendicolari ai raggi solari, massimizzando la superficie utile esposta al sole e di conseguenza la radiazione solare captata dai moduli stessi per essere convertita in energia elettrica. Il guadagno in termini di produzione energetica, rispetto ai tradizionali impianti FV realizzati con strutture ad inclinazione fissa, è stimabile nel range $+10 \div +20\%$.

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore PVH, in configurazione 2P, ovvero doppia fila di moduli posizionati verticalmente.

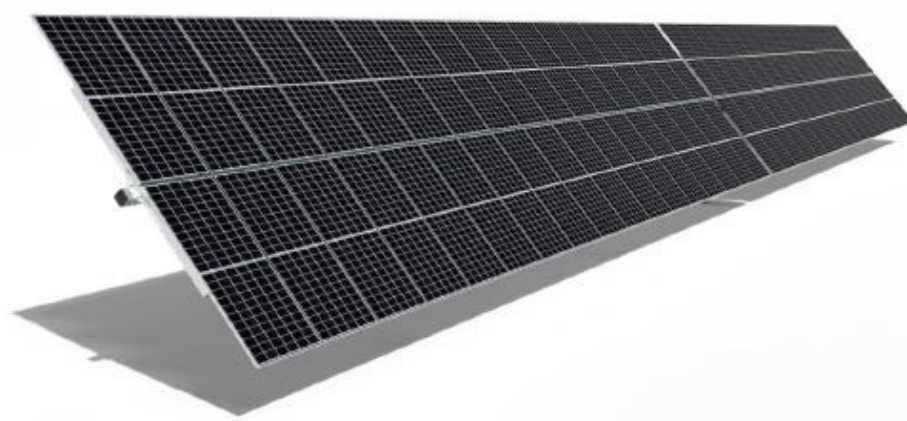


Figura 3: immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 2P

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo.

Tali strutture di sostegno potranno essere infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o tramite avvvitamento, per una profondità variabile. Qualora la lunghezza dei pali di sostegno da infiggere, per via delle caratteristiche geotecniche del terreno, dovesse essere elevata, si potrà valutare l'adozione puntuale di cemento per la realizzazione di fondazioni dei pali, in grado di garantire la stabilità e l'esercizio in sicurezza delle strutture di sostegno dei moduli FV.

L'altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 2,10 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 6,03 m, sempre alla massima inclinazione.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

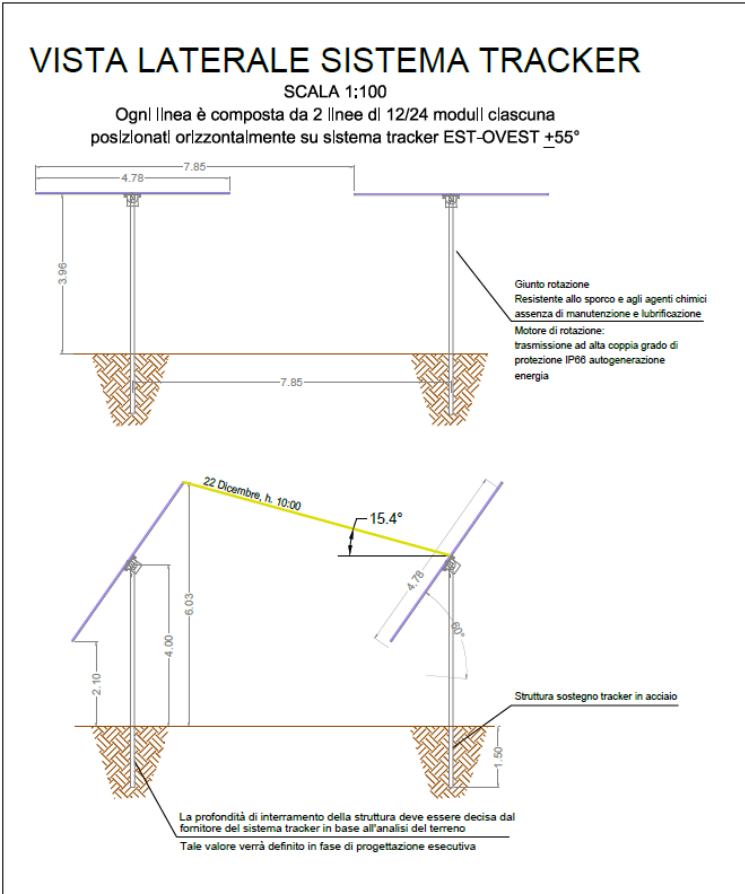


Figura 4: Particolari Struttura di Sostegno Moduli FV

La movimentazione dei sistemi ad inseguimento solare è effettuata da motori elettrici auto-alimentati direttamente dalle stringhe di moduli FV. L’algoritmo di movimentazione è basato su un calendario astronomico ed è dotato della tecnologia “backtracking”. Tale tecnologia consiste nel controllo e verifica che ogni fila di moduli FV non crei ombreggiamento a quella successiva. Quando l’altezza del sole rispetto all’orizzonte si riduce, in particolare durante le prime/ultime ore della giornata, il mutuo ombreggiamento tra i filari di moduli potrebbe ridurre sensibilmente l’output energetico. Il sistema ad inseguimento è in grado di far ruotare i moduli FV nel senso opposto rispetto all’andamento del sole, riducendo la superficie esposta al sole ma allo stesso tempo evitando il rischio che si verifichino mutui ombreggiamenti.

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata pitch) per il presente progetto è pari a 7,85 m, al fine di ottimizzare la produzione energetica a parità di consumo di suolo da una parte, e dall’altra di consentire il passaggio dei mezzi necessari per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

Le schede di controllo effettueranno il monitoraggio dei principali parametri operativi degli inseguitori, tra cui posizione e velocità del vento, al fine di verificarne il corretto funzionamento e di posizionarli automaticamente in posizione di sicurezza in caso di velocità del vento particolarmente elevate per evitare eventuali danni alle strutture.

Sarà infine possibile posizionare in maniera automatica gli inseguitori ad una inclinazione idonea per consentirne l’ispezione ai fini di manutenzione nonché per effettuare il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello delle strutture di sostegno sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva, sulla base delle condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità da parte dei produttori.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3 Cabine di trasformazione e locali tecnici

Per la realizzazione dell'impianto FV è prevista la posa in opera di cabine di trasformazione e di locali tecnici atti a contenere la componentistica elettrica che costituisce il vero e proprio cuore dell'impianto agrivoltaico e del sistema di accumulo e risulta indispensabile per il suo funzionamento (inverter, batterie, trasformatori, quadri elettrici, etc.).

Nello specifico è prevista l'installazione di:

- N°8 cabine elettriche di trasformazione, realizzate in soluzione containerizzata (con dimensioni pari a 6,06 x 2,44 m x 2,90 m) e contenenti, un inverter, un trasformatore BT/MT e quadri elettrici BT e MT;
- N°1 locale adibito a magazzino, realizzato in soluzione containerizzata (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,2 x 2,45 x 2,66 m).
- N°1 locale adibito a cabina di raccolta, realizzato in soluzione containerizzata (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,2 x 2,45 x 2,66 m), contenente i quadri MT e uno spazio dedicato per O&M;
- N°8 container batteria (con dimensioni pari a 6,06 x 2,44 m x 2,90 m) e contenenti batterie e inverter centralizzato;
- N°4 cabine PCS, realizzate in soluzione containerizzata (con dimensioni pari a 6,06 x 2,44 m x 2,90 m) e contenenti un trasformatore BT/MT e quadri elettrici MT;
- N°4 cabine di consegna, cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. Monoblocco Omologata Enel Mod. DG2061 Ed.09 realizzata in conformità alle vigenti normative e disposizioni ENEL, adatta per il contenimento delle apparecchiature MT/BT (dimensioni complessive pari a 6,7 x 2,44 x 2,66 m);
- N°4 cabine utente, cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. Monoblocco Omologata, adatta per il contenimento delle apparecchiature MT/BT (dimensioni complessive pari a 4 x 2,44 x 2,66 m);

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.1 Cabine di trasformazione BT/MT

All'interno del campo fotovoltaico saranno ubicate 8 cabine di trasformazione, due per lotto di impianto, realizzate su strutture di tipo skid, principalmente costituite da:

- Trasformatore MT/BT;
- Quadro di media tensione;
- Quadro BT: quadro di parallelo inverter, quadro ausiliari, UPS.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in Corrente Alternata proveniente dagli inverter di stringa ubicati in campo e innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 800V a 15'000V).

Per ogni lotto di impianto saranno presenti cabine di due taglie differenti:

- 1 cabina da 2'000 kVA
- 1 cabina da 2'400 kVA;

Per un totale, considerando l'intero progetto, di 4 cabine da 2'000 kVA e 4 cabine da 2'400 kVA.

Le cabine saranno costituite da strutture prefabbricate containerizzate, con dimensioni di 6,06x2,44x3,0 m e saranno realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54.

Il permesso di costruire verrà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, che ricade all'interno del procedimento PAUR.

Le cabine verranno installate su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che verrà realizzato e depositato presso il Genio Civile competente in fase di progettazione esecutiva.

Le fondazioni di ciascuna cabina saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di circa 0,9 m rispetto al piano del suolo. All'interno di ciascuna fondazione sarà ubicata una vasca adeguatamente impermeabilizzata al fine di raccogliere l'eventuale sversamento dell'olio contenuto nei trasformatori MT/BT (evento la cui probabilità è ad ogni modo molto contenuta). Il volume della vasca sarà superiore al volume di olio minerale contenuto all'interno dei trasformatori stessi.

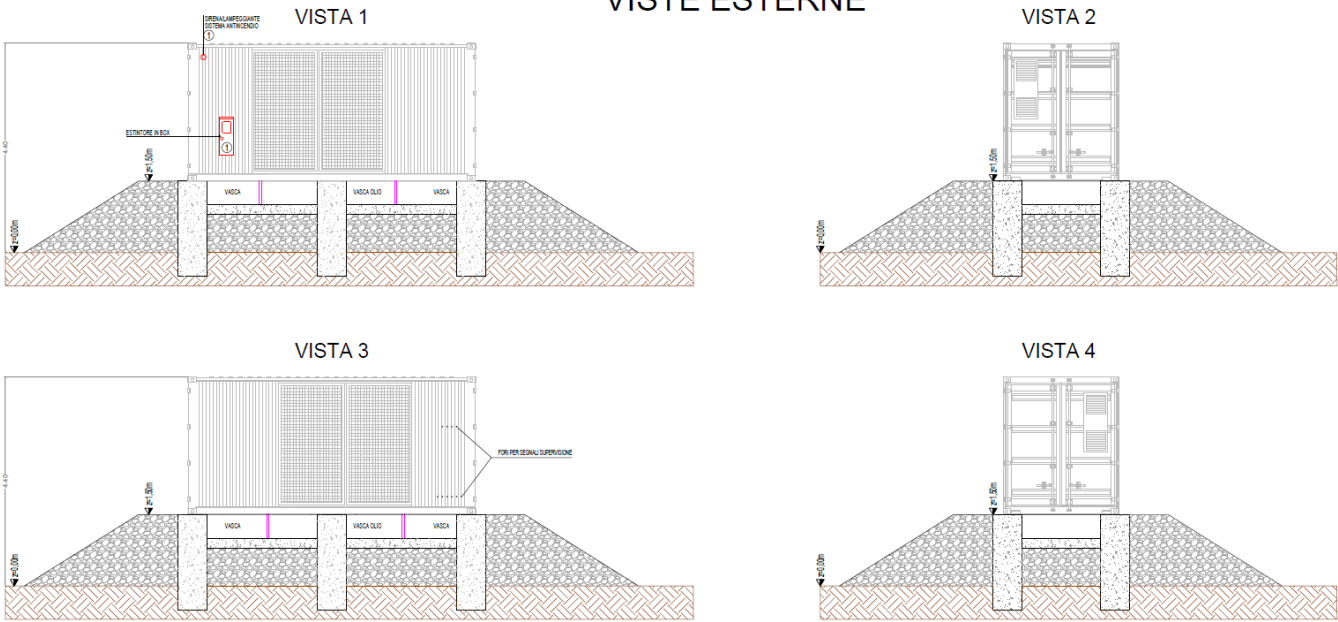
Le cabine di trasformazione, rispetto al piano di campagna, saranno rialzate in modo tale da non essere interessate da fenomeni alluvionali.

Le cabine sono inoltre dotate di opportuno sistema antincendio e, così come previsto dalla normativa vigente e dalla normativa in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro, su ogni cabina è posizionata apposita cartellonistica al fine di segnalare la presenza delle macchine elettriche oggetto della presente relazione.

Per maggiori dettagli sull'innalzamento delle cabine si rimanda all'elaborato grafico "RNE21.PD.T.19.0 - Disegno architettonico Cabina di Trasformazione MT-BT", di cui si riporta di seguito un estratto.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

VISTE ESTERNE



VISTA FONDAZIONI

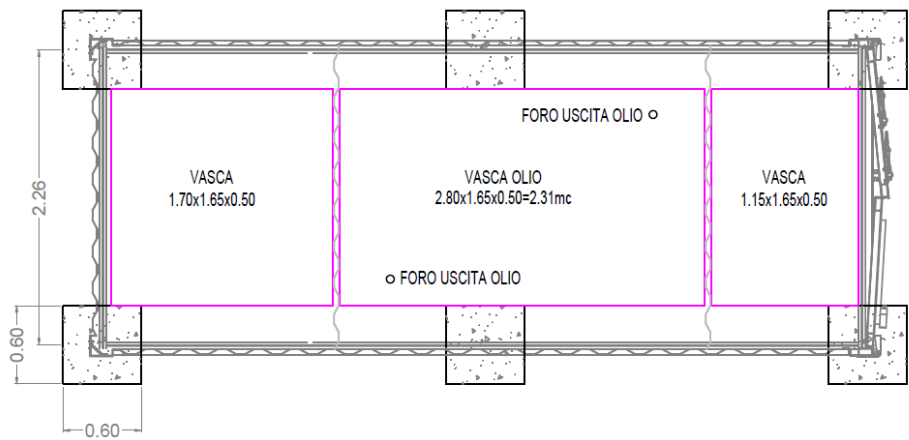


Figura 5: Immagine esemplificativa della cabina di trasformazione BT/MT

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.2 Cabina di raccolta

Nel campo a sud, in prossimità dell'accesso, sarà posizionata la cabina di raccolta.

La cabina sarà costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,2x2,44x2,9 m), realizzati in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33. La cabina sarà tinteggiata con gamma cromatica grigio o verde tale da consentirne un migliore inserimento con il contesto paesaggistico circostante.

Il permesso di costruire per la suddetta cabina sarà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, mentre il progetto delle fondazioni sarà depositato presso il Genio Civile prima dell'inizio dei lavori.

La cabina di raccolta sarà costituita da:

- Nr. 1 locale tecnico con Quadro MT e sezione ausiliari con trasformatore da 100kVA;
- Nr. 1 locale libero per postazione O&M.

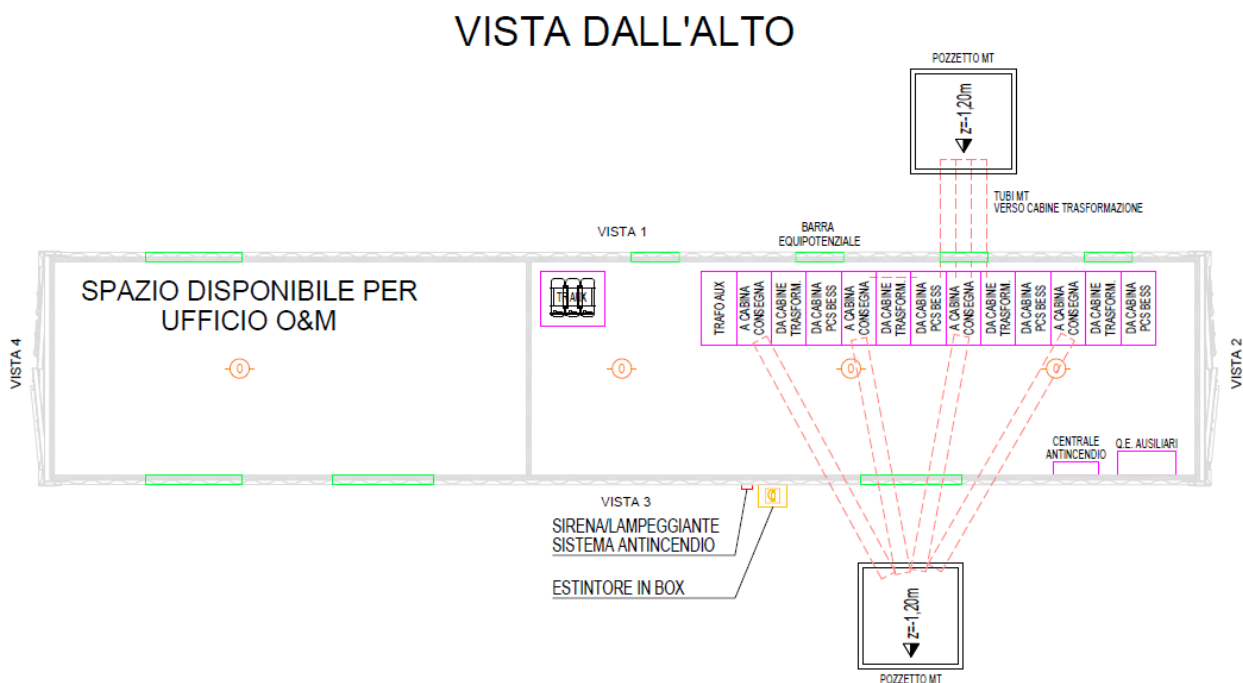


Figura 6: Cabina di Raccolta

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

24kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Latì Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- nr. 8 partenze delle linee radiali verso le cabine di trasformazione (4 scomparti) e verso i PCS (quattro scomparti) del sistema di accumulo. Questa unità serve per la protezione della linea in MT di ingresso ed è quindi accessoriata con un relè avente le seguenti protezioni MT:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67).
- nr. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile MT;
- nr. 4 scomparti partenza cavi MT verso rispettivamente le quattro cabine utente.

La sezione ausiliari sarà completata da un trasformatore MT/BT (resina E2C2F1, 15/0.4kV, installato nel locale tecnico di cabina) di potenza nominale pari a 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari, costituiti da:

- Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
- Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali;
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 12h@ 200 VA).

All'interno della cabina di raccolta, sarà inoltre disponibile uno spazio dedicato al locale O&M. La sala di controllo avrà una postazione con PC fisso, che consentirà di visualizzare le registrazioni del sistema di videosorveglianza e di monitorare i parametri necessari per garantirne il corretto funzionamento.

La cabina verrà installata su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che verrà realizzato e depositato presso il Genio Civile competente in fase di progettazione esecutiva.

Le fondazioni di ciascuna cabina saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di circa 0,9 m rispetto al piano del suolo.

La cabina di raccolta sarà rialzata rispetto al piano di campagna per evitare l'interferenza con fenomeni alluvionali.

In conformità alle normative vigenti in materia di sicurezza e salute sul lavoro, sulla cabina sarà affissa apposita segnaletica per indicare la presenza delle macchine elettriche oggetto di questa relazione.

Per ulteriori dettagli, si rimanda all'elaborato "*RNE21.PD.T.20.01 - Disegno architettonico Altri Edifici*", di cui si riporta un estratto.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Figura 7: Cabina di Raccolta

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.3 Magazzino

Nel campo a nord è prevista la posa di un magazzino, che avrà lo scopo principale di punto di stoccaggio dei materiali.

Il container sarà costituito da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,00x3,00x2,50 m; peso indicativo di 12 t), realizzata in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33 e sarà tinteggiata con gamma cromatica grigio o verde, tale da consentirne un migliore inserimento con il contesto paesaggistico circostante.

Il permesso di costruire per il magazzino sarà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, mentre il progetto delle fondazioni sarà depositato presso il Genio Civile prima dell'inizio dei lavori.

Il magazzino verrà installato su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che verrà realizzato e depositato presso il Genio Civile competente in fase di progettazione esecutiva.

Le fondazioni saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di circa 0,9 m rispetto al piano del suolo.

Il magazzino, rispetto al piano di campagna, sarà rialzato in modo tale da non essere interessato da fenomeni alluvionali.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato dedicato "RNE21.PD.T.20.01 - Disegno architettonico Altri Edifici", di cui si riporta di seguito un estratto.

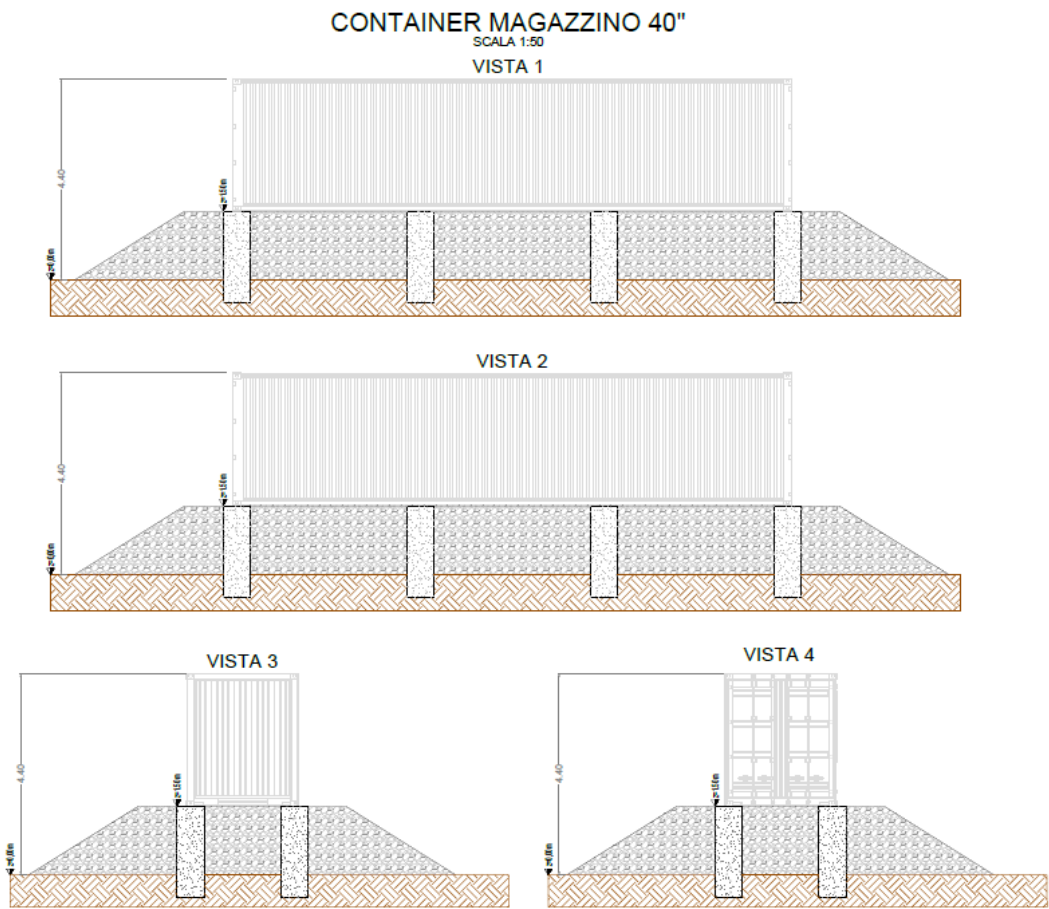


Figura 8: Magazzino

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.4 Container Batterie

All'interno dei confini dell'impianto è prevista complessivamente l'installazione di 8 container batterie a ioni di Litio, 2 per ogni lotto di impianto, ognuno con una capacità di 5,015 MWh.

Sono stati ipotizzati container batterie Sungrow modello ST5015kWh - 1250kW - 4h, di cui si riportano di seguito le principali caratteristiche:

Datasheet container batteria		
	UDM	
Dimensione	m	6.058x2.896x2.438
Peso	kg	42000
Grado di protezione		IP55
Modalità di controllo Temp.		Raffreddamento a liquido
Grado anti-corrosione		C3

I locali sono separati e isolati l'uno dall'altro per consentire una comoda manutenzione così da poter operare sulle parti guaste in modo isolato. Il design non walk-in garantisce una notevole riduzione di spazio consentendo una elevata integrazione e compattezza delle parti interne oltre che una semplicità nel trasporto, le dimensioni infatti sono in accordo allo standard di container da 20 ft.

L'installazione prefabbricata consente inoltre una facile installazione in loco e conseguente messa in servizio.

All'interno di ciascun container saranno presenti:

- Batterie a ioni di litio;
- Inverter centralizzato da 1260 kVA (6 unità da 210 kVA) con tensione d'uscita pari a 690 V.

Le cabine verranno installate su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che verrà realizzato e depositato presso il Genio Civile competente in fase di progettazione esecutiva.

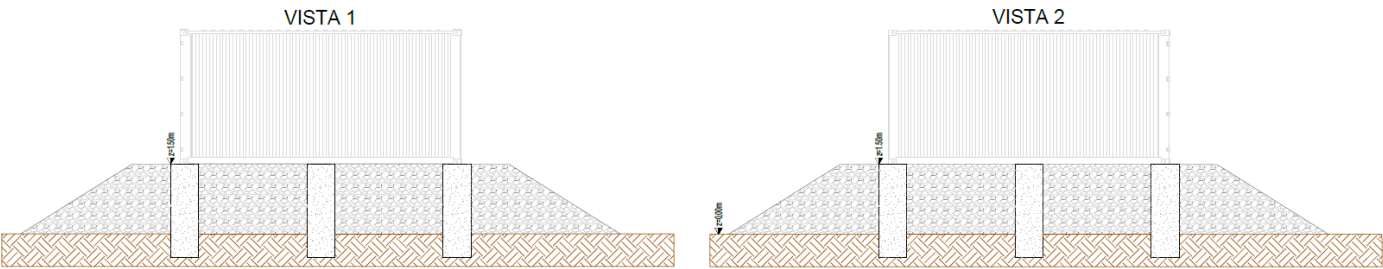
Le fondazioni di ciascuna cabina saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di circa 0,9 m rispetto al piano del suolo.

I container batteria saranno posizionati su una piazzola dedicata al sistema di accumulo, che sarà rialzata, rispetto al piano di campagna, in modo tale da non essere interessato da fenomeni alluvionali.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato dedicato "RNE21.PD.T.19.01 - Disegno Architettonico Container Batterie e PCS", di cui si riporta di seguito un estratto.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

CONTAINER BATTERIE



N.B.: TUTTA LA PIAZZOLA ZONA STORAGE E' RIALZATA DI 1.5m

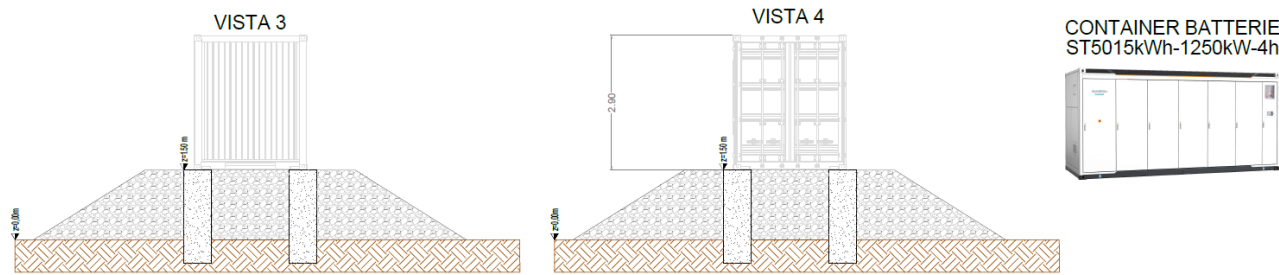


Figura 9: Container Batteria

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.5 PCS

All'interno del campo fotovoltaico saranno ubicate 4 cabine PCS, una per lotto, realizzate su strutture di tipo skid, principalmente costituite da:

- Trasformatore MT/BT;
- Quadro di media tensione;
- Quadro BT: quadro di parallelo inverter, quadro ausiliari, UPS.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in Corrente Alternata proveniente dai container batteria e innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 690V a 15'000V).

Le cabine saranno costituite da strutture prefabbricate containerizzate, con dimensioni di 6,06x2,44x3,0 m e saranno realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54.

Il permesso di costruire verrà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, che ricade all'interno del procedimento PAUR.

Le cabine verranno installate su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che verrà realizzato e depositato presso il Genio Civile competente in fase di progettazione esecutiva.

Le fondazioni di ciascuna cabina saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di circa 0,9 m rispetto al piano del suolo. All'interno di ciascuna fondazione sarà ubicata una vasca adeguatamente impermeabilizzata al fine di raccogliere l'eventuale sversamento dell'olio contenuto nei trasformatori MT/BT (evento la cui probabilità è ad ogni modo molto contenuta). Il volume della vasca sarà superiore al volume di olio minerale contenuto all'interno dei trasformatori stessi.

I PCS saranno inoltre posizionati su una piazzola dedicata al sistema di accumulo, che sarà rialzata, rispetto al piano di campagna, in modo tale da non essere interessato da fenomeni alluvionali.

Per maggiori dettagli sull'innalzamento delle cabine si rimanda all'elaborato grafico "RNE22.PD.T.21.00 - Disegno architettonico container batterie e PCS".

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

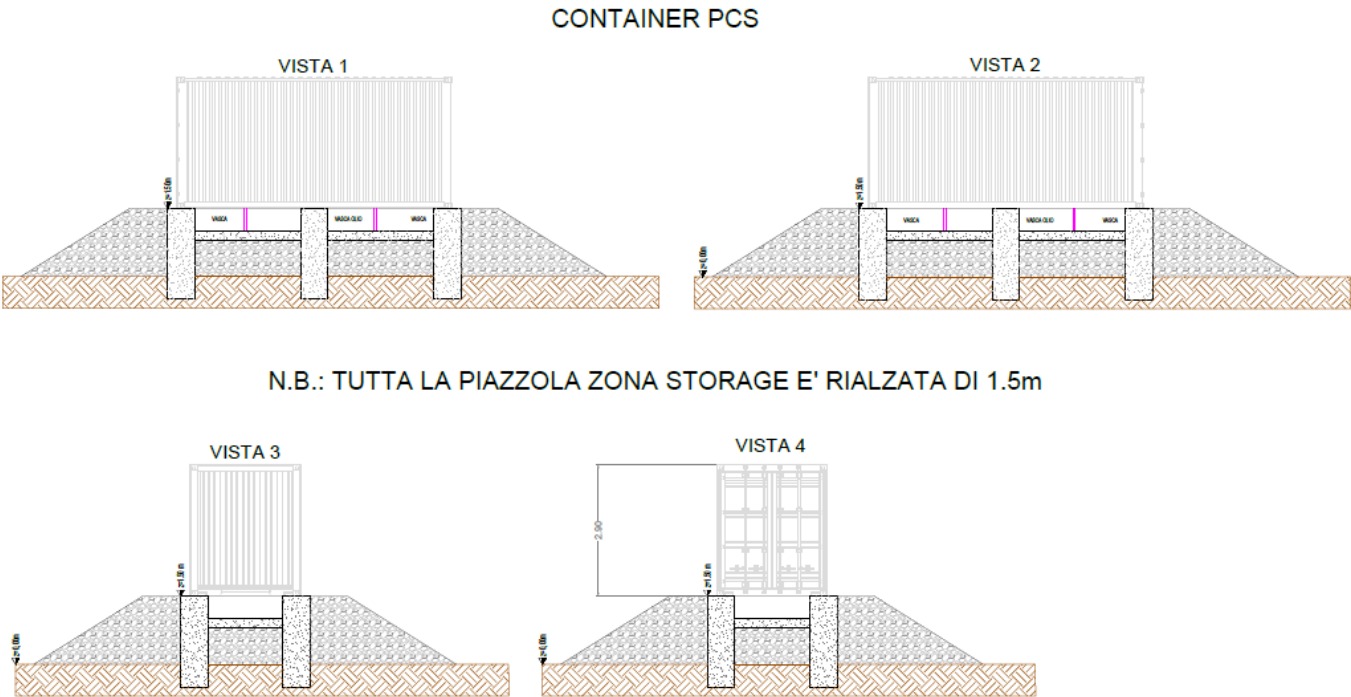


Figura 10: PCS

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.6 Cabina di consegna

Ciascuna cabina di consegna sarà una cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. Monoblocco Omologata Enel Mod. DG2061 Ed.09 realizzata in conformità alle vigenti normative e disposizioni ENEL.

Ciascuna cabina di consegna sarà installata su apposite fondazioni, le cui opere civili sono sintetizzabili come segue:

- scavo a sezione aperta di dimensioni 9300x5100x500 mm
- preparazione del fondo mediante compattazione al 90% Proctor
- realizzazione di fondo in magrone (cls Rck 25) per posa vasca di fondazione cabina. Preliminarmente alla posa in opera del box, sul sito prescelto verrà interrato il basamento di appoggio prefabbricato in c.a.v., realizzato in monoblocco o ad elementi componibili in modo da creare una vasca stagna sottostante tutto il locale dello spessore netto di almeno 50 cm (compresi eventuali sostegni del pavimento).
- posa maglia di terra con picchetti come da progetto elettrico
- posa in opera di rete metallica elettrosaldata a maglia quadra di qualsiasi dimensione per armature di conglomerato cementizio lavorata e tagliata a misura.

Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni si rimanda agli elaborati “RNE21.PTO.T.4.00 - Cabina di consegna MT 1”, “RNE21.PTO.T.5.00 - Cabina di consegna MT 2”, “RNE21.PTO.T.6.00 - Cabina di consegna MT 3”e “RNE21.PTO.T.7.00 - Cabina di consegna MT 4”.

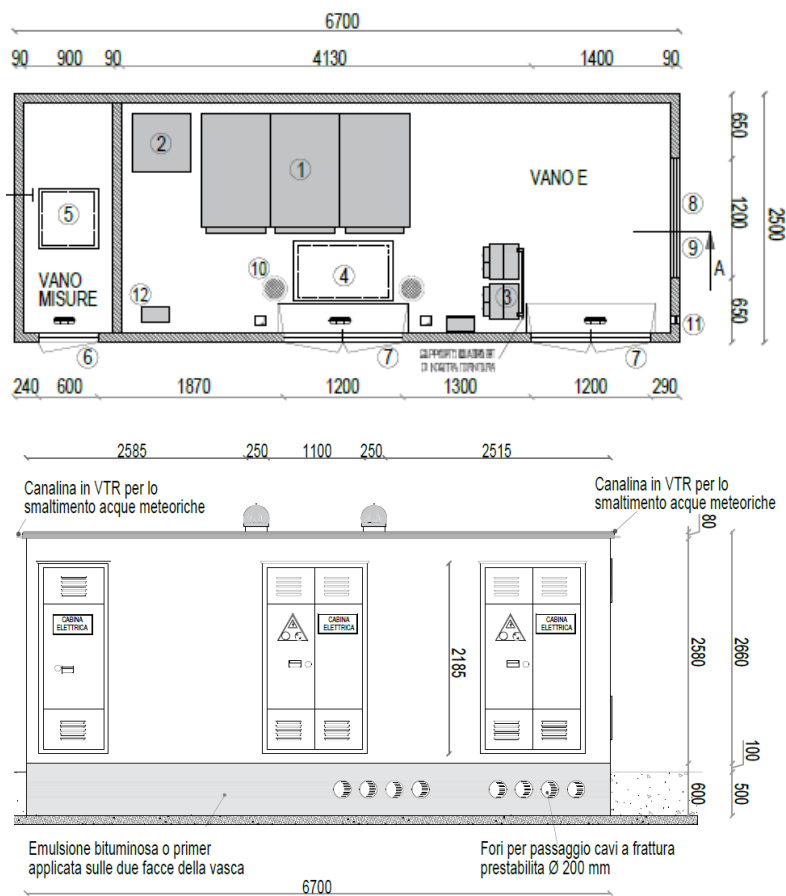


Figura 11: Cabina di Consegna

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.7 Locale Utente

A fianco di ciascuna Cabina di Consegna sarà ubicata una cabina adibita a locale utente.

La cabina è una cabina prefabbricata monoblocco in c.a.v, con dimensioni approssimative pari a 4,00 x 2,50 x 2,66 m. Questo box prefabbricato CEP è identificato come un monoblocco tridimensionale prefabbricato a unico getto in conglomerato cementizio armato vibrato.

Il permesso di costruire per le suddette cabine, in conformità all'art. 134, comma 1, lettera b della LR 65/2014 e successive modifiche, sarà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, mentre il progetto delle fondazioni sarà depositato presso il Genio Civile prima dell'inizio dei lavori.

Le opere civili sono sintetizzabili come segue:

- scavo a sezione aperta di dimensioni 6600x5100x500 mm
- preparazione del fondo mediante compattazione al 90% Proctor
- realizzazione di fondo in magrone (cls Rck 25) per posa vasca di fondazione cabina
- posa maglia di terra con picchetti come da progetto elettrico
- posa in opera di rete metallica elettrosaldata a maglia quadra di qualsiasi dimensione per armature di conglomerato cementizio lavorata e tagliata a misura.

Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni si rimanda agli elaborati "RNE21.PTO.T.4.00 - Cabina di consegna MT 1", "RNE21.PTO.T.5.00 - Cabina di consegna MT 2", "RNE21.PTO.T.6.00 - Cabina di consegna MT 3" e "RNE21.PTO.T.7.00 - Cabina di consegna MT 4".



Figura 12: Locale Utente

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

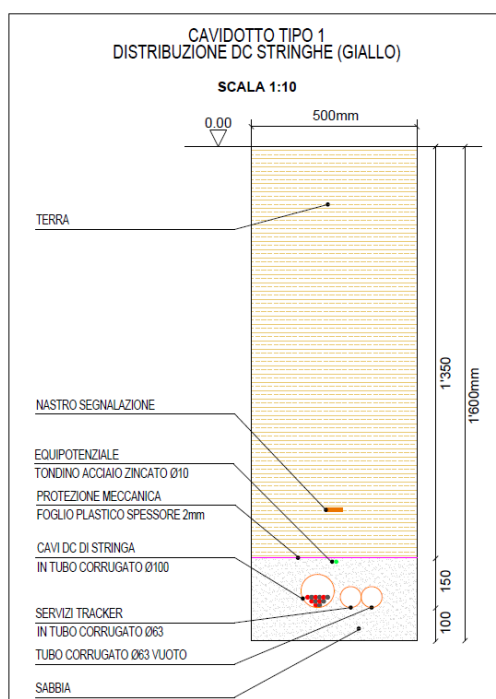
3.4 Cavidotti

3.4.1 Cavi in Corrente Continua (BT)

I cavi in corrente continua sono necessari per collegare in serie tra loro un determinato numero di moduli fotovoltaici (detto stringa) e connettere quindi le stringhe agli inverter di stringa.

I cavi avranno tratti sia all'aperto (tipicamente lungo la struttura fotovoltaica di sostegno dei moduli fotovoltaici), sia sottoterra per il raggiungimento dell'inverter.

Dato che il cavo avrà tratti in cui verrà esposto all'irraggiamento diretto è necessario che il cavo sia adatto a questo tipo di funzionamento. Dal punto di vista termico analizziamo la situazione più gravosa, ovvero l'installazione sottoterra, riportando un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm e profonda 1'600mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
 - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
 - uno spessore pari a circa 150mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

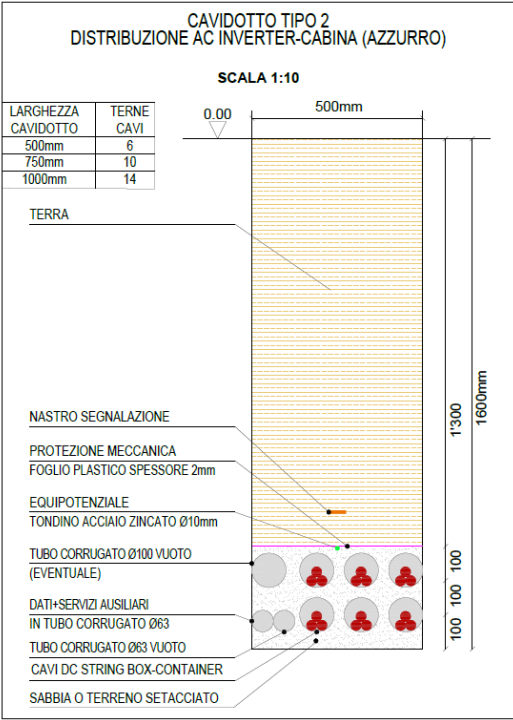
01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4.2 Cavi in corrente alternata (BT)

I cavi in corrente alternata in bassa tensione sono necessari per collegare gli inverter di stringa alle cabine di trasformazione, al fine di consentirne il collegamento ai quadri elettrici di parallelo in BT.

I cavi saranno installati all'interno di tubi corrugati.

Si riporta di seguito un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga da 500 a 1000mm e profonda 1'600mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
 - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
 - uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi SB e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4.3 Cavi in corrente alternata (MT)

I cavi in Media Tensione sono necessari per:

- collegare in parallelo le cabine di trasformazione sparse per il Campo Agrivoltaico fino a raggiungere la cabina di raccolta e dalla cabina di raccolta alla propria Cabina di Consegna;
- collegare i PCS alla cabina di raccolta e dalla cabina di raccolta alla propria Cabina di Consegna.

Essendo l’impianto un lotto di quattro impianti, saranno presenti quattro cavidotti di Media Tensione che collegheranno rispettivamente a cabina di raccolta alla rispettiva cabina di consegna.

I cavi saranno installati direttamente all’interno di tubi corrugati (un tubo per terna cavi inverter).

Si riporta di seguito un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti.

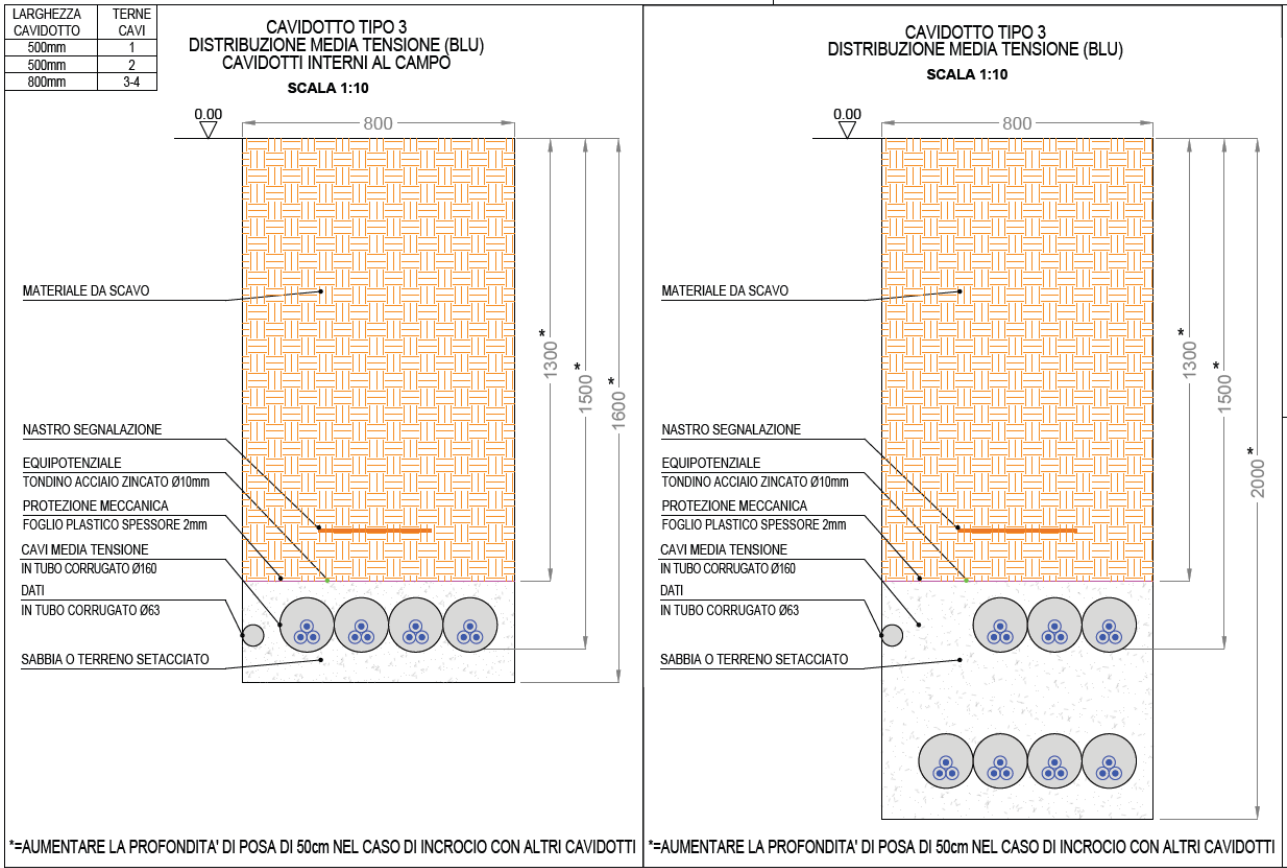


Figura 13: Cavidotti MT interni al campo

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

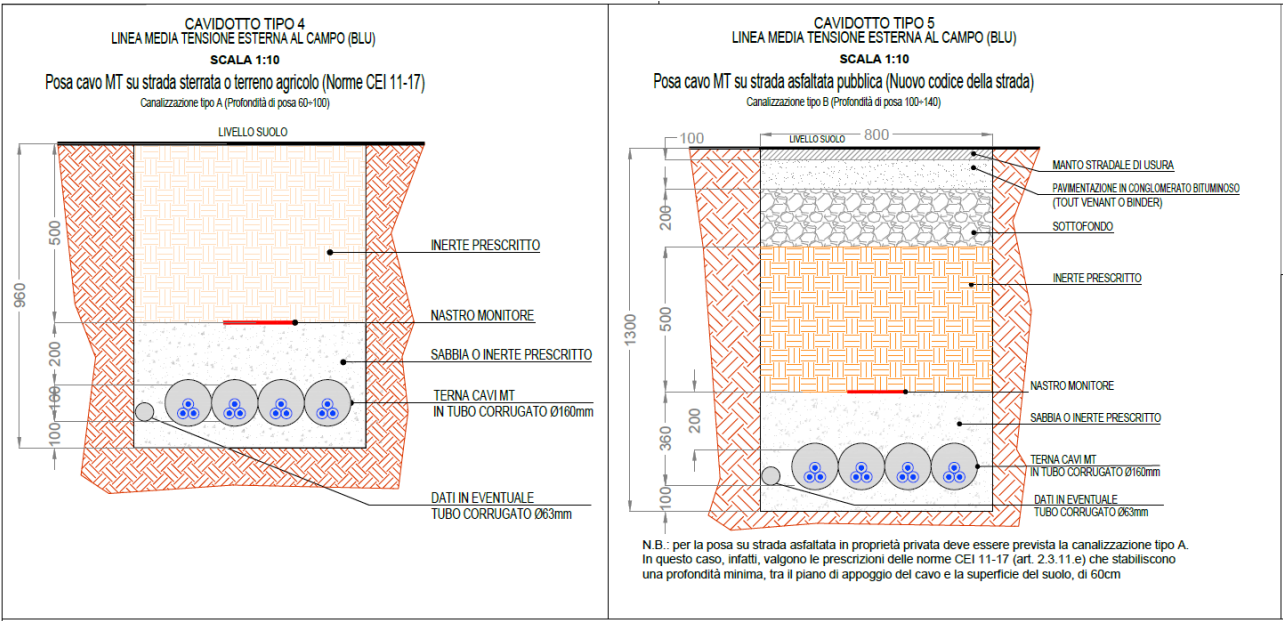


Figura 14: Cavidotti MT Esterni al campo

La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 800mm e profonda da 1'600/2'000mm per i cavi interni al campo, 960mm per i cavi esterni su terreno agricolo/strada sterrata e 1300mm per i cavi esterni su strade asfaltate, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
 - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
 - uno spessore pari a circa 200/7000mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

Nel caso di posa su strada asfaltata si provvederà a riempire lo scavo:

- 200 mm di sottofondo;
- 100 mm di pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- 40 mm di manto stradale.

Si precisa che il rifacimento del manto stradale avverrà secondo le prescrizioni dell'ente gestore.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.5 Viabilità interna

Al fine di garantire l'accessibilità dei mezzi di servizio per lo svolgimento delle attività di installazione e manutenzione dell'impianto, verrà predisposta una rete di viabilità interna.

Le strade di servizio saranno interne ai campi stessi, ed il loro posizionamento è stato studiato in considerazione dell'orografia e della conformazione dei terreni disponibili, in maniera tale da evitare raggi di curvatura troppo "stretti" o pendenze elevate che potrebbero comportare rischi per la sicurezza per la circolazione degli automezzi in fase di installazione (es. posa delle cabine elettriche) e manutenzione (es. verifica inverter o pulizia moduli FV). Lungo i bordi delle strade di servizio verranno interrate le linee di potenza (BT e/o MT) e di segnale.

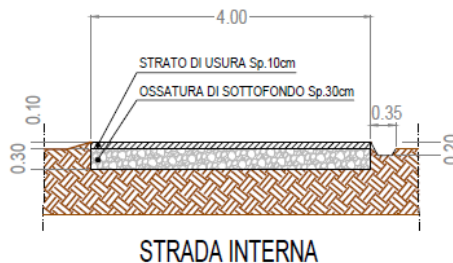
Le strade di servizio saranno ad un'unica carreggiata e sarà assicurata la loro continua manutenzione. La larghezza delle strade viene contenuta nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli, e per il presente progetto è stata stabilita pari a 4 metri, mantenendo su ciascun lato una distanza dalle strutture dei moduli FV non inferiore ad un metro.

Al fine di minimizzare l'impatto sul terreno, la viabilità interna all'impianto sarà realizzata in terra battuta, con uno spessore pari a 10 cm posizionato su uno strato di pietrisco di spessore pari a 30 cm per facilitare la stabilità della stessa.

Per ulteriori dettagli in merito al posizionamento delle strade interne ad ogni campo FV si rimanda agli specifici elaborati grafici "RNE21.PD.T.21.01 - Viabilità interna - percorsi e dettagli".

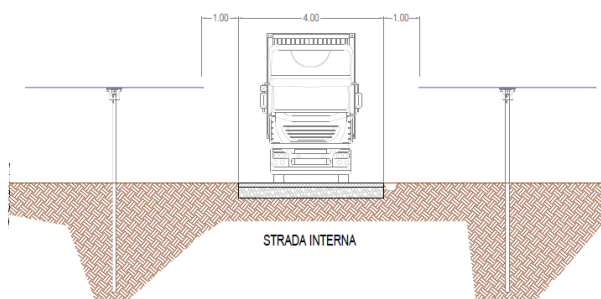
PARTICOLARE STRADA

SCALA 1:100



STRADA INTERNA CON TIR TRASPORTA CONTAINER

SCALA 1:100

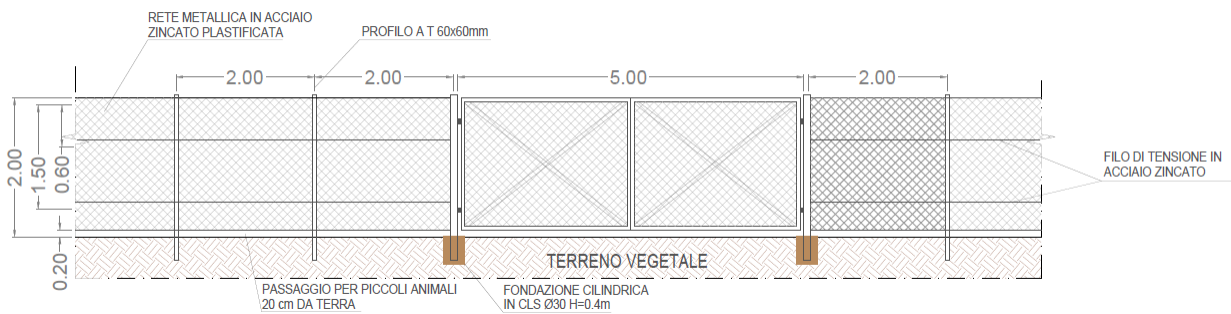


01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.6 Recinzione

Al fine di impedire l’accesso all’impianto FV a soggetti non autorizzati, l’intera area di pertinenza di ciascun campo sarà delimitata da una recinzione metallica, integrata con i sistemi di video-sorveglianza ed illuminazione. Essa costituisce un efficace strumento di protezione da eventuali atti vandalici o furti, con un minimo impatto visivo in quanto ubicata all’interno della fascia di mitigazione ambientale.

I particolari dimensionali delle recinzioni sono riportati nell’elaborato grafico “RNE21.PD.T.16.01 - Particolari struttura FV e dettagli”, di cui si riporta un estratto di seguito:



La recinzione perimetrale sarà costituita da una rete metallica in acciaio zincato, plastificata e di colore verde, mantenuta in tensione da fili in acciaio zincato posizionati lungo le estremità superiore e inferiore.

Il sostegno sarà garantito da pali verticali che saranno ancorati al terreno tramite fondazioni cilindriche realizzate in CLS, infisse nel terreno per una profondità non superiore a 40cm.

L’altezza massima della recinzione sarà pari a 2 m, mentre sarà rialzata, per tutta la sua lunghezza, di 20 cm rispetto il suolo al fine di consentire il libero transito alla fauna selvatica di piccole dimensioni.

In prossimità dell’accesso principale di ciascun campo sarà predisposto un cancello metallico per gli automezzi avente larghezza di 5 m e altezza 2 m e un cancello pedonale.

01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.7 Attraversamento del Fiume Reno con Trivellazione Orizzontale Controllata

L’attraversamento è stato progettato tenendo in considerazione le condizioni geologiche locali, con riferimento all’elaborato “RNE21.VA.R.05.01 - Relazione Geologica”, che fornisce un quadro dettagliato delle caratteristiche stratigrafiche e idrogeologiche del sito anche grazie ai riscontri delle analisi geognostiche effettuate.

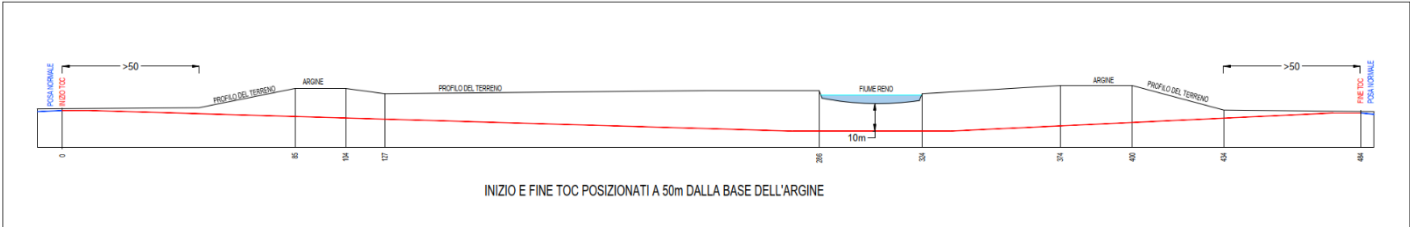
Al fine di garantire la sicurezza dell’opera e minimizzare l’impatto sull’ambiente circostante, si è provveduto a integrare nella progettazione tutte le prescrizioni trasmesse dalla **Protezione Civile**, come riportate di seguito:

- La necessità di realizzare l’attraversamento con un tracciato il più possibile perpendicolare al corso del fiume.
- Il posizionamento dei pozzetti di inizio e fine TOC a una distanza minima di **50 metri dagli argini**.
- La profondità minima dell’attraversamento a **10 metri sotto il fondo dell’alveo** per evitare interferenze con le strutture idrauliche e garantire la stabilità del suolo.

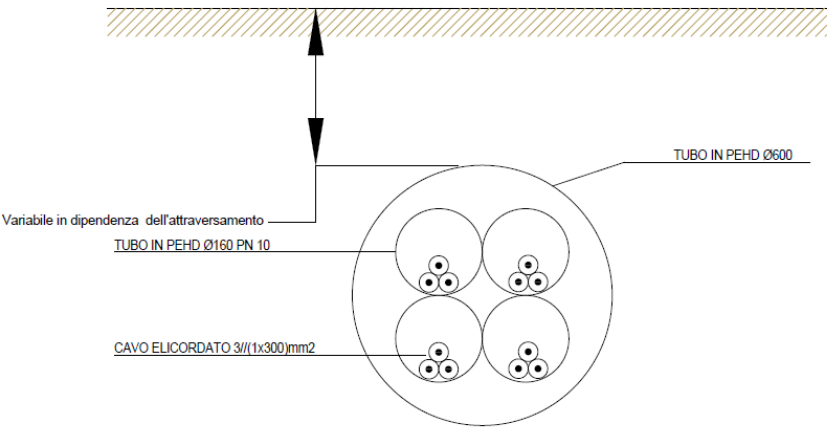
L’opera sarà dimensionata con una lunghezza di circa 470 m e un diametro del tubo camicia di circa 600 mm che sarà in grado di contenere 4 elettrodotti da 160 mm di diametro.

Durante le operazioni di scavo e posa, si dovranno adottare tutte le precauzioni necessarie per evitare la messa in comunicazione di corpi idrici superficiali e prevenire interferenze con le infrastrutture esistenti (rete idrica, telefonica, fibra ottica, etc.). Eventuali occupazioni o attraversamenti di terreni appartenenti al Demanio Idrico saranno oggetto di specifica autorizzazione in conformità alla normativa vigente.

INTERFERENZA 10 - ATTRAVERSAMENTO SOTTO FIUME RENO (TOC)



SEZIONE TIPO ATTRAVERSAMENTO CAVI



01	05-02-2025	Prima Revisione
00	10-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione