



COMUNE DI MAGIONE

PROVINCIA DI PERUGLIA

REGIONE UMBRIA

PROGETTO DEFINITIVO DI UN LOTTO DI IMPIANTI AGRO-FOTOVOLTAICI
DENOMINATO "TORRE DELL'OLIVETO" DELLA POTENZA DI PICCO COMPLESSIVA
P=26'260.08 kWp E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20'700 Kw SITO IN VIA
REGIONALE 220 PIEVAIOLA NEL COMUNE DI MAGIONE (PG)

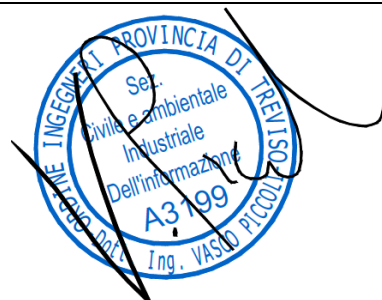
Proponente

Greencells Italia Srl

WALTHER-VON-DER-VOGELWEIDE PLATZ 8 BOLZANO

P. IVA: 03114740214

Progettazione



Preparato

Pietro Ing. Martignoni

Verificato

Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato

Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

RELAZIONE OPERE CIVILI

Elaborato N.

14RG

Data emissione

30/06/23

Nome file

RELAZIONE OPERE CIVILI

N. Progetto

Pagina

COVER

00

30/06/23

PRIMA EMISSIONE

REV.

DATA

DESCRIZIONE

Sommario

1	Introduzione	3
2	Caratteristiche dell'impianto agri-FV.....	4
3	Opere civili.....	5
3.1	Livellamenti e movimentazione di terra.....	5
3.1.1	Movimentazione terra connessa all'attività agricola	5
3.2	Strutture di Sostegno dei moduli FV (inseguitori mono-assiali).....	6
3.3	Cabine di trasformazione e locali tecnici.....	8
3.3.1	Cabine di trasformazione BT/MT, cabina PCS	9
3.3.2	Cabina di consegna	10
3.4	Cavidotti.....	11
3.4.1	Cavi in Corrente Continua (BT)	11
3.4.2	Cavi in corrente alternata (BT)	12
3.4.3	Cavi in corrente alternata (MT)	13
3.5	Viabilità interna	14
3.6	Recinzione.....	15

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Introduzione

La presente relazione costituisce parte integrante della documentazione progettuale relativa alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Torre dell'Oliveto" e ha lo scopo di descrivere le principali azioni che saranno adottate per una corretta gestione e manutenzione dell'impianto stesso.

Dopo un sintetico inquadramento della presente iniziativa progettuale e della tematica della manutenzione degli impianti fotovoltaici, viene presentato il piano di manutenzione dei principali componenti di impianto in termini di azioni da effettuare e di cadenza temporale prevista.

Tabella 1 - Principali caratteristiche dell'impianto FV

Dati generali società proponente		
Committente	Greencells Italia srl	
Luogo di realizzazione impianto		
Denominazione	Torre dell'Oliveto	
Ubicazione	Magione (PG)	
Coordinate di ubicazione	[gradi decimali]	43,060236° 12,259735°
Superficie di interesse	[Ha]	38,76
Dati elettrici generali		
Potenza di picco lato fotovoltaico DC	[kWp]	26.260,08
Potenza elettrica AC	[kW]	20.700,00
Potenza elettrica approvata dal Distributore	[kW]	20.700,00
Dati del distributore		
Codice di rintracciabilità	335360383	

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2 Caratteristiche dell'impianto agri-FV

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato nel territorio del Comune di Magione (PG) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- Coordinate espresse in gradi decimali: 43,060236° 12,259735°

In Figura 1 è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare.

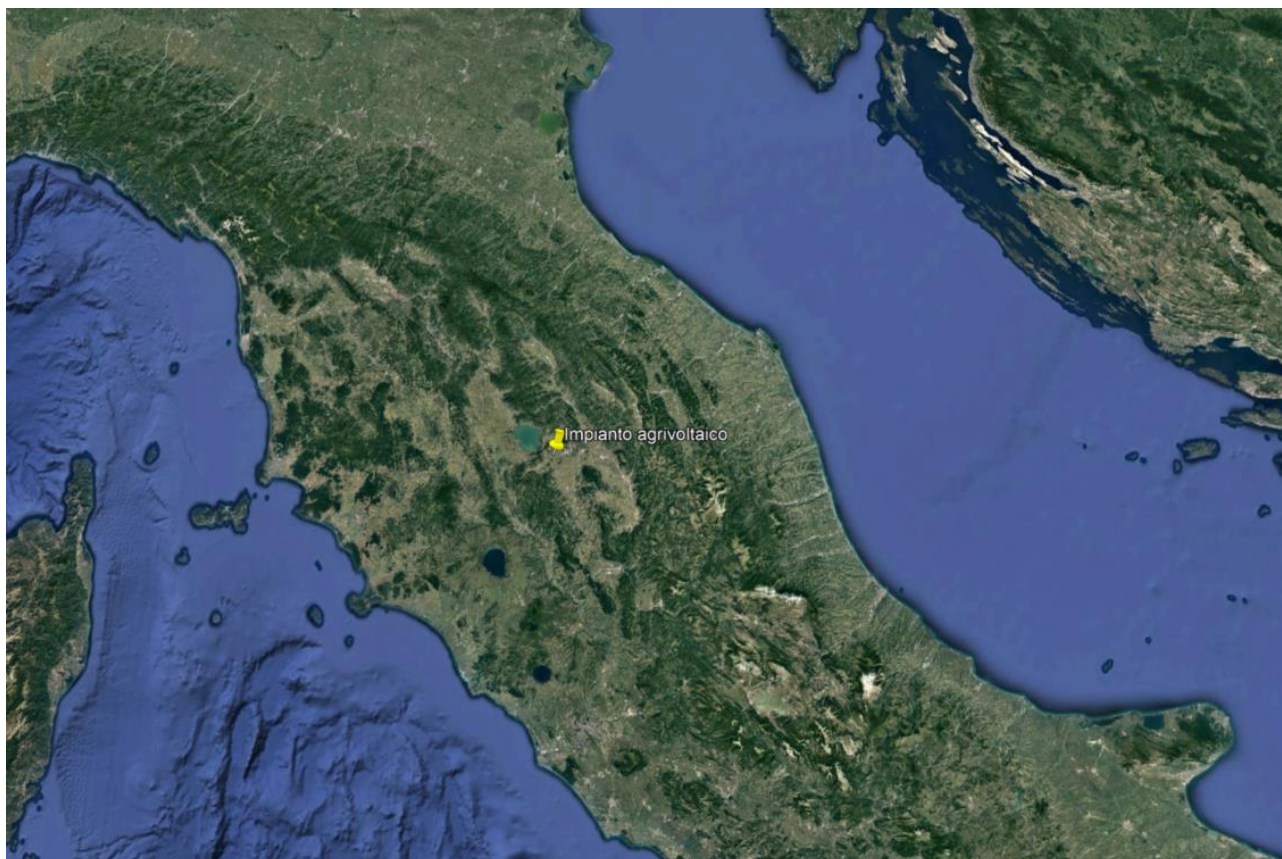


Figura 1 – Inquadramento dell'impianto FV su immagine satellitare

La potenza nominale complessiva dell'impianto agrivoltaico è determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV mentre la potenza in immissione in rete è determinata dalla potenza indicata sul preventivo di connessione. Tutti i dati sono riportati in tabella a inizio relazione.

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico a terra. I moduli fotovoltaici, realizzati in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare le stringhe, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a doppia fila con modulo disposto verticalmente (configurazione 2-P).

I moduli saranno opportunamente innalzati dal livello del terreno e le strutture di sostegno distanziate (pitch pari a 8m) in maniera tale da consentire la conduzione di attività agricole nelle interfile, anche con l'ausilio di mezzi meccanici, che per il presente progetto consisteranno nella coltivazione.

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.

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Opere civili

Le principali opere civili previste a servizio dell'impianto fotovoltaico 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. È bene precisare che l'area è già utilizzata per attività agricole si deduce che la sua preparazione iniziale di rimozione di eventuali piante infestanti sarà ridotta al minimo.

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 negli elaborati dedicati, 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.

3.1.1 Movimentazione terra connessa all'attività agricola

Si riportano di seguito le principali lavorazioni del terreno connesse all'attività agricola da effettuarsi in campo, per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati specialistici dedicati.

3.1.1.1 Campo da semina

Le lavorazioni di preparazione del terreno, consisteranno essenzialmente in:

- Rippatura del terreno con due passaggi a croce ad una profondità di 80-100cm;
- Aratura con aratro a dischi
- Fresatura per raffinare il terreno.

Dal secondo anno in poi le lavorazioni meccaniche previste consisteranno in:

- N°3 arature con vibro-cult e scalzatore;
- N°3 fresature.

Le lavorazioni del terreno dovranno essere avviate successivamente alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico (per le aree interne all'impianto) e preferibilmente nel periodo autunno-invernale. Si prevedono delle lavorazioni del terreno superficiali (20-30 cm) e da due arature seguire da successiva *fresatura* con il fine ultimo di preparare adeguato letto di semina. Le lavorazioni sopra descritte saranno effettuate solo per l'avvio dell'impianto al primo anno.

00	30-06-23	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 745 strutture. In funzione del numero di moduli installati, si individuano essenzialmente due tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	676 strutture 2Px28 (per un totale pari a 37'856 moduli)
	69 strutture 2Px14 (per un totale pari a 1.932 moduli)

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore **Soltigua**, modello *iTracker XL*, in configurazione 2P, ovvero singola fila di moduli posizionati verticalmente. Per via della natura agricola i tracker sono disposti secondo un angolo di azimut che garantisca il parallelismo con i canali irrigui esistenti.



Figura 2 - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 2P (fonte: Soltigua)

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 vengono infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in alternativa tramite avvvitamento, **per una profondità non inferiore a 2,5 m. Non è quindi prevista la realizzazione di fondazioni in cemento o altri materiali.** Tale scelta progettuale consente quindi di minimizzare l'impatto sul suolo e l'alterazione dei terreni stessi, agevolandone la rimozione alla fine della vita utile dell'impianto. 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 1,20 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che **la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 5,49 m**, sempre alla massima inclinazione.

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tabella 2 - Caratteristiche tecniche degli inseguitori mono-assiali

Tipologia di sistema ad inseguimento	Singolo asse orizzontale con backtracking
Asse di rotazione	Nord-Sud
Angolo di rotazione	$\pm 60^\circ$
Configurazione	28 moduli FV in configurazione 2xPortrait
Dimensioni	36,4 x 4,77 x 4,49 (altezza massima dal suolo)
Tipologia fondazioni	pali infissi nel terreno
Superficie moduli FV	174 m ²
Alimentazione elettrica	400/230V-50Hz
Grado di protezione	IP 55
Temperatura di funzionamento	-10°C ÷ +50°C
Altitudine massima	2000 m a.s.l.
Inclinazione massima del terreno	$\leq 15^\circ$ Nord-Sud, illimitata Est/Ovest

La movimentazione dei sistemi ad inseguimento solare è effettuata da motori elettrici alimentati in corrente alternata, uno per ciascun tracker, e controllati da apposite schede di controllo, una ogni 10 tracker. 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 nel contempo evitando il rischio che si verifichino mutui ombreggiamenti.

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata *pitch*) per il presente progetto è pari a 8 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 agricoli tra file successive nonché dei mezzi necessari per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

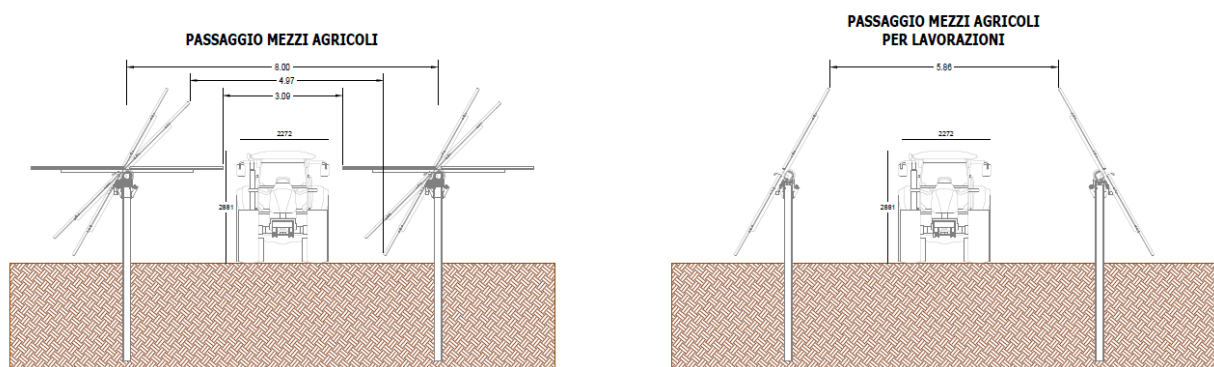


Figura 3 - Inseguitori mono-assiali: modalità di installazione e principali quotature

00	30-06-23	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 fotovoltaico e risulta indispensabile per il suo funzionamento (inverter, trasformatori, quadri elettrici, etc.).

Nello specifico è prevista l'installazione di:

- N°15 cabine elettriche di trasformazione, realizzate in soluzione containerizzata (con dimensioni pari a 6,06 x 2,44 x 2,9 m e peso pari a 20 t, trasportabili in container marino Hi-Cube da 20'') e contenenti un trasformatore BT/MT e quadri elettrici BT e MT;
- N°3 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°3 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);
- 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 O&M e sicurezza, realizzato in soluzione containerizzata (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,2 x 2,45 x 2,66 m).

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.1 Cabine di trasformazione BT/MT, cabina PCS

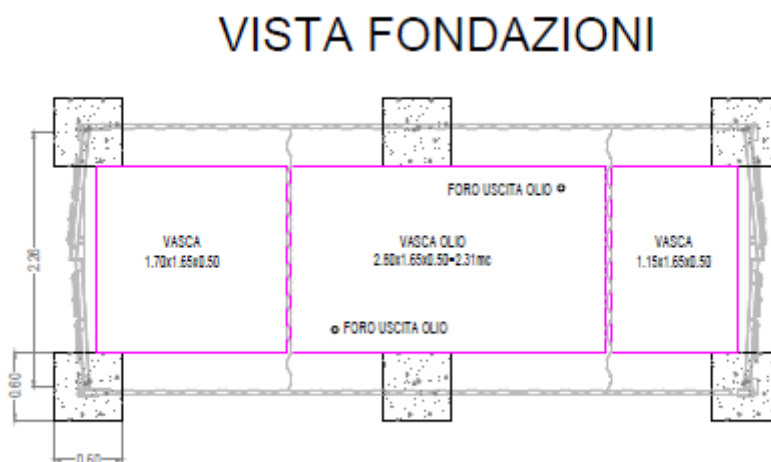
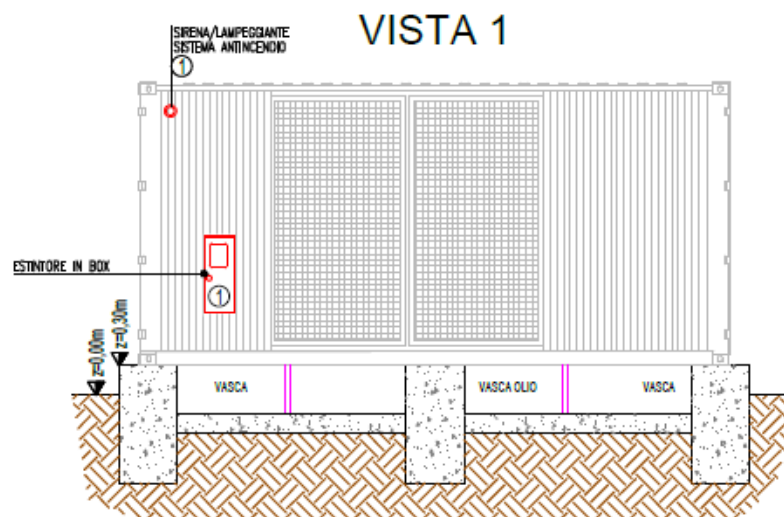
Le cabine di trasformazione e le cabine PCS sono costituite da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 20'' con dimensioni approssimative pari a 6,06 x 2,44 x 2,9 m – peso pari a circa 20 t), realizzati in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33.

Le cabine di trasformazione saranno posizionate su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale, nonché la vasca di raccolta dell'olio del trasformatore.

Le fondazioni di ciascuna cabina saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di 0,9 m rispetto al piano del suolo, complessivamente è prevista la seguente volumetria di terreno rimosso:

- 2 m³ per plinti di fondazione;
- 12.0 m³ per vasche (raccolta olio trasformatore BT/MT) e pozzetti;
- 3 m³ per pozzetti esterni (arrivo cavi in BT/CC e ripartenza MT/CA).

Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda all'elaborato dedicato.



00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3.2 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, adatta per il

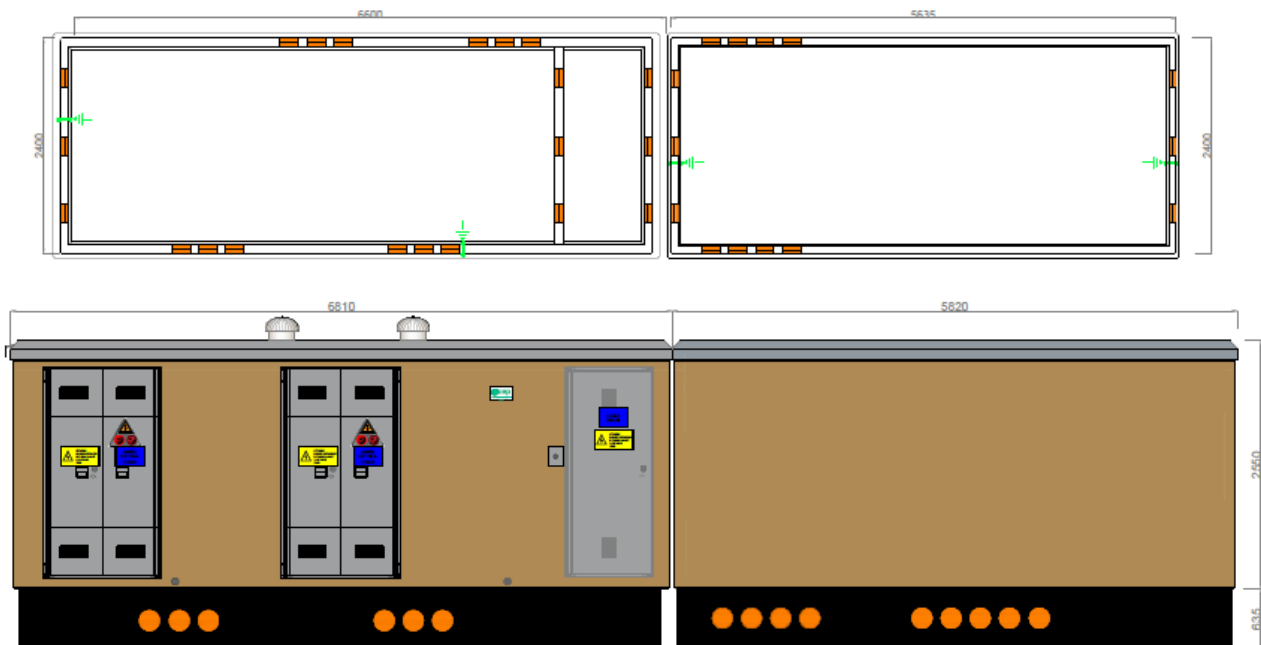
Ciascuna cabina di consegna sarà installata su apposite fondazioni, le relative opere civili sono sintetizzabili come segue:

- scavo a sezione aperta di dimensioni 45 mc
- 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 nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda all'elaborato dedicato.

CABINA DI CONSEGNA

VISTA FONDAZIONE



00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

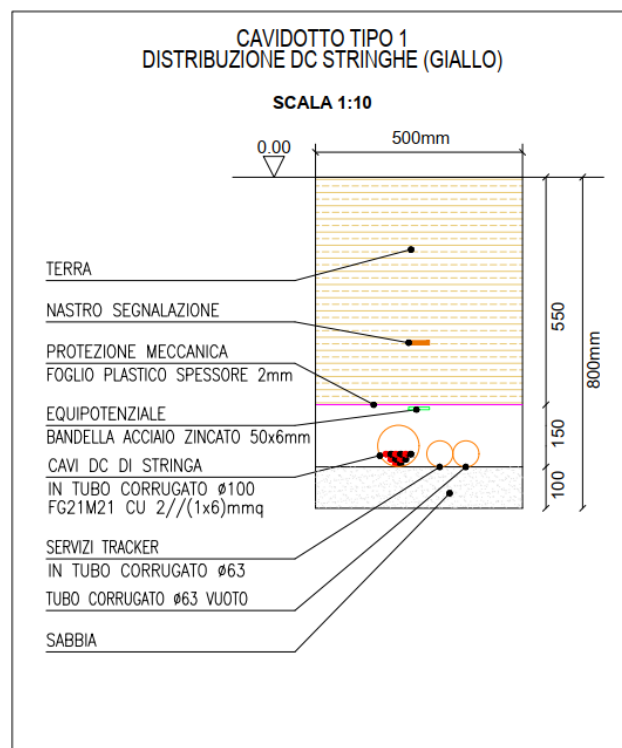
3.4 Cavidotti

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 d'impianto.

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 800mm, 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 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.

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

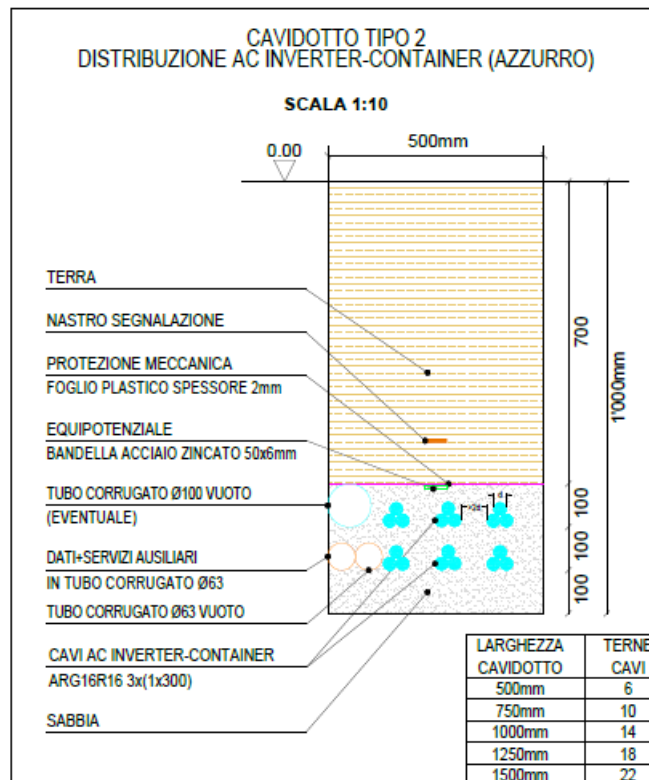
3.4.2 Cavi in corrente alternata (BT)

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:

- direttamente interrati lungo tutto il percorso, in formazione a trifoglio;
- all'interno di tubo corrugato agli estremi (un tubo per terna cavi inverter), in ingresso ed in uscita dalle varie cabine di collegamento.

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



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm e profonda 1'000mm, 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.

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

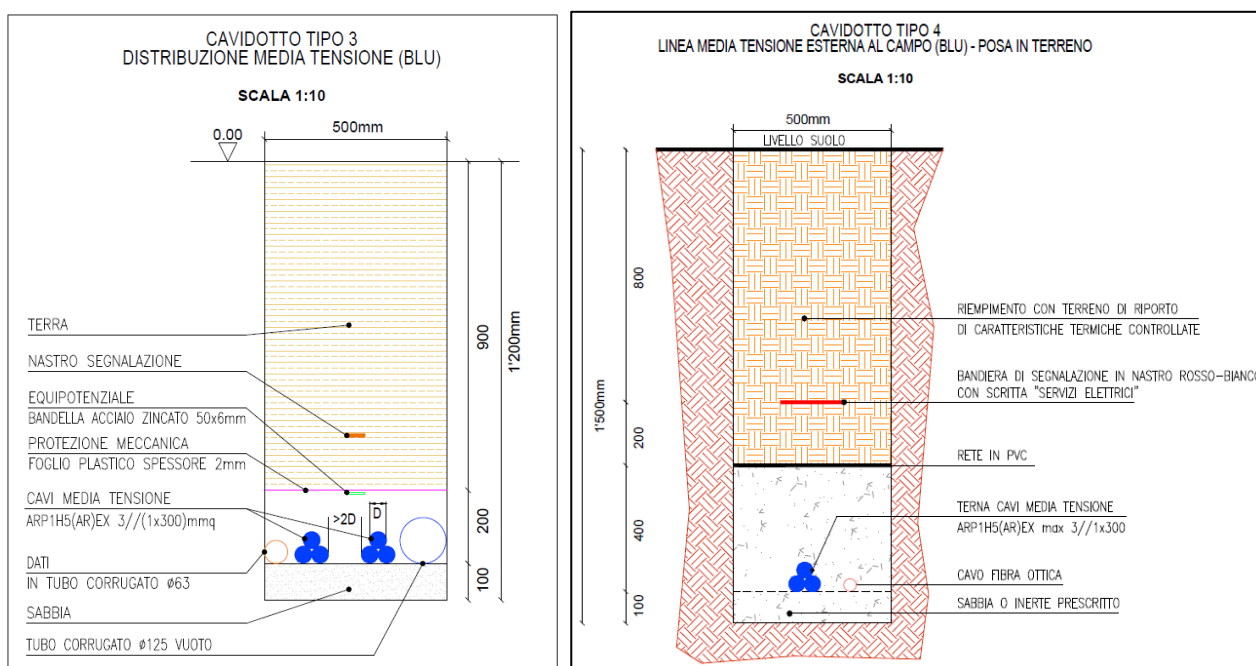
3.4.3 Cavi in corrente alternata (MT)

I cavi in Media Tensione sono necessari per collegare in parallelo le cabine di trasformazione sparse per il Campo Fotovoltaico fino a raggiungere la propria Cabina di Smistamento e poi la Cabina di Sottostazione utente AT/MT.

I cavi saranno installati:

- direttamente interrati lungo tutto il percorso, in formazione a trifoglio;
- all'interno di tubo corrugato agli estremi (un tubo per terna cavi inverter), in ingresso ed in uscita dalle varie cabine di collegamento.

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



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm e profonda 1'200mm (1'500mm per cavidotto MT esterno al campo fotovoltaico), 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 e corrugati in base alla specificità di ogni tratta; dovrà essere usata l'accortezza di posizionare i cavi MT opportunamente distanziati tra di loro ($>2D$ con D diametro del cavo MT);
- 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.

00	30-06-23	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 sia perimetrali che 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.

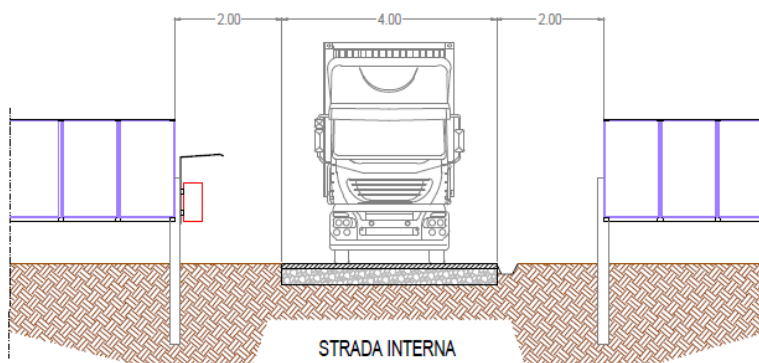
PARTICOLARE STRADA

SCALA 1:100



STRADA PRINCIPALE CON TIR TRASPORTA CONTAINER

SCALA 1:100



00	30-06-23	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 precedentemente descritti. 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 dedicato.

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 ogni 4 m verrà posizionata un'apertura 20x20cm a livello del 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 uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

00	30-06-23	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione