



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNE DI BUSETO PALIZZOLO
COMUNE DI ERICE

OGGETTO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO PER UNA POTENZA NOMINALE DI 58,113 MWp (45 MW IN IMMISSIONE) INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 36 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI BUSETO PALIZZOLO ED ERICE (TP)

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



TITOLO

RELAZIONE OPERE CIVILI

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

Collaboratori

Ing. Gioacchino Ruisi

All. Arch. Flavia Termini

Dott. Carmelo Danilo Pileri

Dott. Haritiana Ratsimba

Dott. Gabriella Raffa

CODICE ELABORATO

XB_R_14_A_D

SCALA

n° Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N. | | | | | | | | | |

NOME FILE DI STAMPA

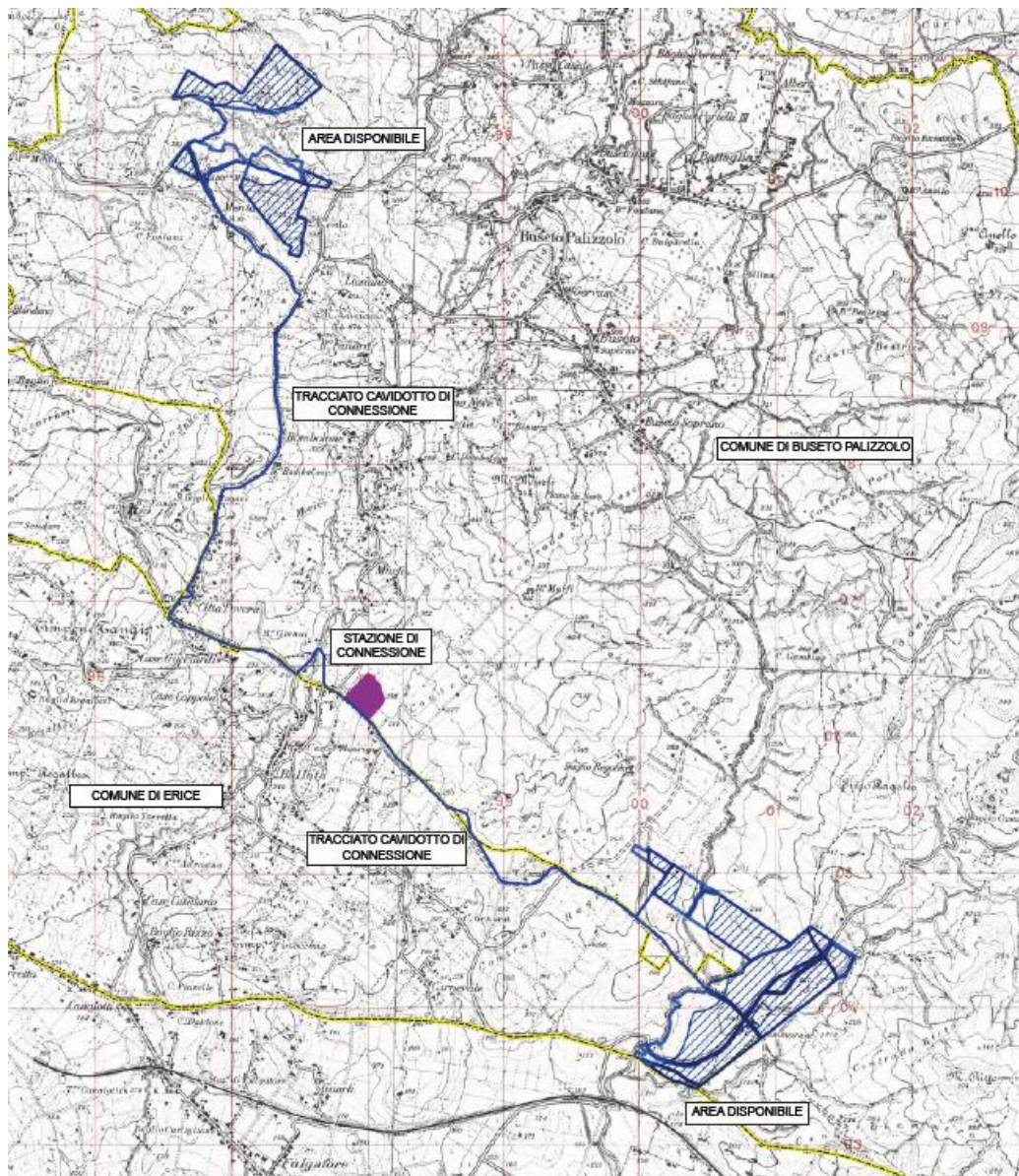
SCALA DI STAMPA DA FILE

Sommario

1. PREMESSA.....	2
1.1 Inquadramento territoriale dell'intervento	3
1.2 Breve descrizione del progetto	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
3. OPERE CIVILI	9
3.1 Cabine di campo (<i>power stations</i>)	9
3.2 Cabina principale di impianto (MTR).....	12
3.3 Cabina di controllo e sistema di accumulo	14
3.4 Magazzino Agricolo	16
3.5 Opere di fondazione	17
3.6 Serbatoi per l'irrigazione	17
3.7 Tracker monoassiali e strutture fisse	18
3.8 Viabilità interna e regimazione delle acque meteoriche	23
3.8.1 Dimensionamento dei tombini per l'attraversamento stradale di fossi e impluvi.....	26
3.9 Ingressi e recinzioni.....	29
3.10 Sistema di sorveglianza e illuminazione di emergenza	31
3.11 Cavidotti interni ed esterni all'area di impianto.....	33
3.12 Connessione alla rete elettrica nazionale	34

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Opere Civili parte integrante del Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di generazione di energia da fonte solare di tipo agro-fotovoltaico per una potenza nominale pari a 58,113 MWp (45 MW in immissione), di cui 34,2738 MWp da moduli ad inseguimento monoassiale e 23,8392 MWp da moduli su struttura fissa, integrato da un sistema di accumulo da 36 MW. L'impianto, con le relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, interessa i comuni di Erice e Buseto Palizzolo, nella provincia di Trapani.



(Inquadramento su IGM dell'intervento)

X-ELIO Energy nasce nel 2005 a Madrid ed è oggi un'azienda leader nel settore delle energie rinnovabili con uffici negli Stati Uniti, Messico, Cile, Sudafrica, Australia, Giappone, Spagna e Italia (Roma, Palermo). Attivamente impegnata nella riduzione dei gas serra e nel contrasto alla crisi climatica, X-ELIO Energy ha realizzato ad oggi più di 2 GW in impianti fotovoltaici e dispone di 25 parchi solari operativi in 10 paesi. Al fine di assicurare alti standard di qualità progettuale e di tutela e protezione dei propri operatori, della cittadinanza e dell'ambiente, X-ELIO Energy ha istituito un sistema di gestione integrato per l'ambiente, la salute, la sicurezza e il benessere dei lavoratori in accordo con gli standard ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018.

Al fine di perseguire gli obiettivi di qualità, X-ELIO Energy prevede lo sviluppo di iniziative tramite proprie società, come nel caso in oggetto con la X-ELIO Antares S.r.l. titolare del presente progetto.

1.1 Inquadramento territoriale dell'intervento

Per la realizzazione dell'impianto la società proponente ha acquisito la disponibilità di aree site in Contrada Menta, nel Comune di Buseto Palizzolo (che complessivamente verranno indicate come "Area disponibile Nord-Ovest") e in Contrada Giammarune, nei comuni di Buseto Palizzolo ed Erice (denominata "Area disponibile Sud-Est"). Il tracciato del cavidotto di connessione alla RTN interessa i territori comunali di Buseto Palizzolo ed Erice.

Le aree disponibili per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico e il tracciato del cavidotto di connessione alla RTN ricadono nelle tavolette n. 257 IV SE (Area disponibile NO) e n. 257 II NO, SO (Area disponibile SE) della cartografia IGM a scala 1:25000, e nei fogli 593130 (Area disponibile NO) e 606010 (Area disponibile SE) della Carta tecnica regionale a scala 1:10000.

Per l'inquadramento catastale dell'intervento si rimanda agli elaborati specifici.

Entrambe le aree sono raggiungibili attraverso la A29, che porta, tramite lo svincolo Fulgatore, alla Strada Statale 113. Da questa si può raggiungere tanto l'area disponibile Nord-Ovest, imboccando la SP22 e, quindi, la SP36 o la SP52, quanto l'area disponibile Sud-Est, raggiungibile attraverso la SP35 in direzione Bosco di Scorace.

L'area disponibile Nord-Ovest (NO), in Contrada Menta, è prevalentemente adibita a seminativo con presenza di campi a vigneto ed uliveto ed ha una superficie totale di circa 56 ettari. L'altimetria nel complesso varia tra 222 e 378 m s.l.m. All'interno dell'area ricadono anche incisioni vallive caratterizzate da vegetazione ripariale e affioramenti rocciosi.

L'area disponibile Sud-Est (SE), in contrada Giammarune, è quasi interamente adibita a seminativo, presentando una morfologia pianeggiante. L'area ha una superficie complessiva di circa 100 ettari. L'altimetria varia tra 283 e 163 m s.l.m. Il versante collinare ricompreso nell'area ha dolce pendenza ed è interrotto dall'incisione valliva del Fosso Binuara, ove si sviluppa vegetazione ripariale.

Il cavidotto di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, da entrambe le aree di impianto, corre interrato lungo viabilità esistente fino alla stazione utente, sita nel comune di Buseto Palizzolo in Contrada Murfi. Il tracciato interessa i territori comunali di Buseto Palizzolo ed Erice. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di inquadramento catastale.

STRADA PERCORSATA	DISTANZA (KM)
Cavidotto da Area Nord-Ovest alla stazione di connessione	
SP52	1,4
SB047	2,8
Via Frusteri	1,0
SP22	0,3
SB042	0,6
LUNGHEZZA TOTALE	6,1
Cavidotto da Area Sud-Est alla stazione di connessione	
SB042	3,9
LUNGHEZZA TOTALE	3,9

Di seguito si riporta uno schema di inquadramento territoriale dell'intervento.

LEGENDA

Area di intervento

- Area disponibile
- Cavidotto interrato di connessione
- Punto di connessione alla RTN

Sistema territoriale

- Autostrada
- Strada statale
- Strada provinciale
- Strada locale
- Ferrovia
- Corso d'acqua
- Centri abitati

Confini amministrativi

- Limiti comunali



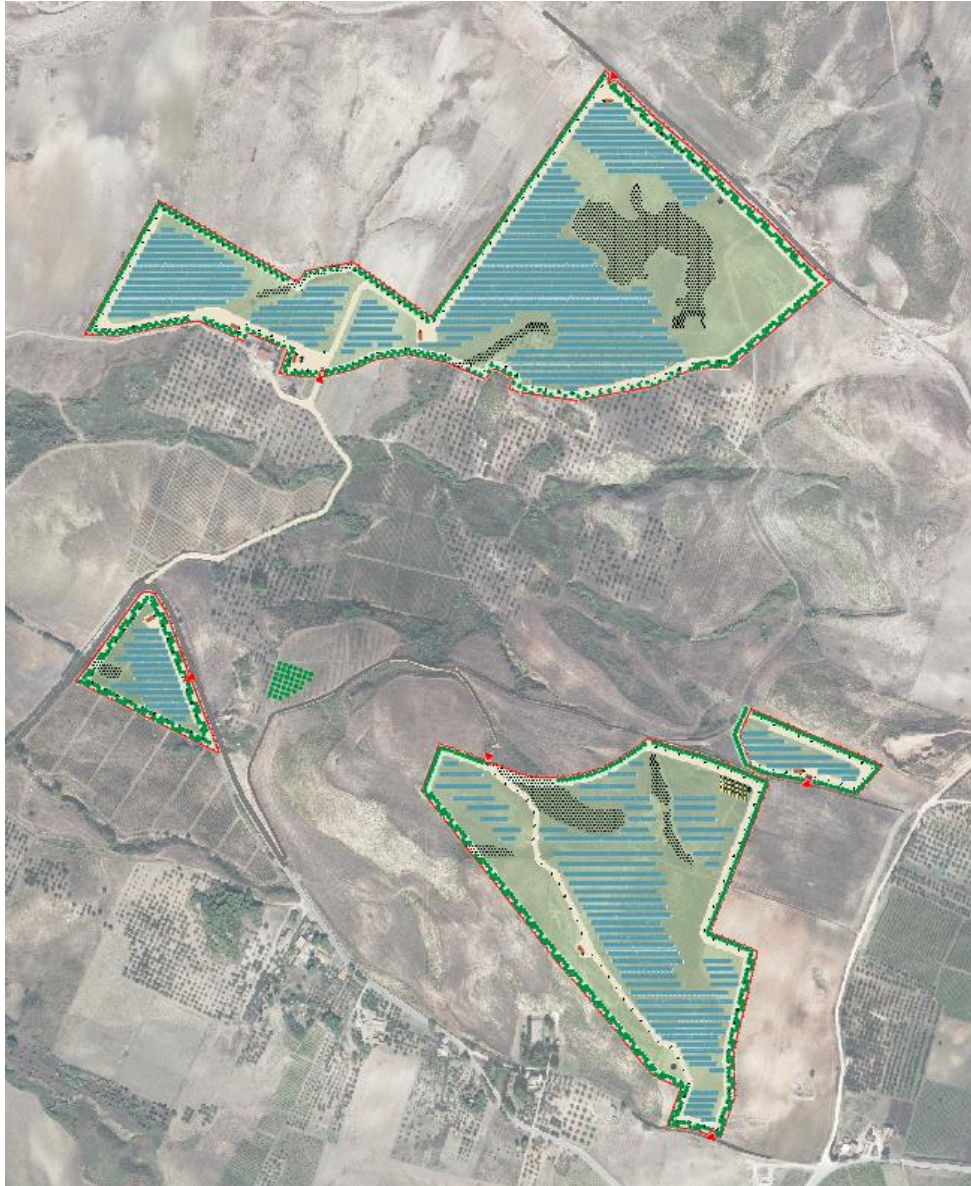
(Inquadramento territoriale dell'intervento)

1.2 Breve descrizione del progetto

L'impianto di produzione di energia elettrica fotovoltaica ha una potenza nominale di picco di 58,113 MWp, di cui 34,2738 MWp da moduli ad inseguimento monoassiale e 23,8392 MWp da moduli su strutture di tipo fisso, ed una potenza di immissione nella rete di trasmissione nazionale (RTN) di 45 MW, integrato da un sistema di accumulo da 36 MW.

A seguire si riportano il layout generale di progetto e una tabella riassuntiva delle componenti principali dell'impianto di produzione energetica. All'impianto fotovoltaico è associato un programma agronomico che prevede la coltivazione di foraggiere, il mantenimento di prati-pascolo e l'introduzione dell'apicoltura (agrivoltaico). Inoltre, lungo il perimetro dell'impianto verrà piantumata una fascia di mitigazione ampia almeno 10 metri utilizzando specie arboree e arbustive autoctone e tipiche del paesaggio locale.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo e allo Studio di impatto ambientale.



LEGENDA		
▼ Ingressi di impianto	☐ Zona container accumulo	🌳 Alberi
⤴ Recinzione	🏠 Cabina MTR con cabina partenza linea	🌿 Siepi aromatiche
• Palo servizi ausiliari	🏢 Magazzino	🐝 Arnie
🛤 Piste e Piazzali	📏 Stringa da 30 moduli	🌱 Fascia di mitigazione
🛤 Viabilità	📏 Stringa da 60 moduli	🌿 Colture foraggere
🏠 Cabina ausiliaria	☐ Struttura mobile	🌿 Erbacee spontanee basse
🏠 Power station	☐ Struttura fissa	🌿 Vegetazione spontanea
☐ Control room		🌿 Arbustive
● Cisterna		

(Layout generale di impianto su ortofoto, Area Nord-Ovest)



LEGENDA		
	Ingressi di impianto	
	Recinzione	
	Palo servizi ausiliari	
	Piste e Piazzali	
	Viabilità	
	Cabina ausiliaria	
	Power station	
	Control room	
	Struttura mobile	
	Struttura fissa	

(Layout generale di impianto su ortofoto, Area Sud-Est)

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AREA NORD-OVEST	<ul style="list-style-type: none"> • N. 22.890 moduli fotovoltaici montati su strutture fisse; • N. 6 cabine di campo o power stations: ricevono i cavi provenienti dai moduli FV interconnessi convertendo l'energia elettrica da essi prodotta da corrente continua a corrente alternata tramite inverter ed elevando la tensione da bassa a media; • N. 1 cabina principale di impianto (Main Technical Room – MTR) nella quale sono convogliate tutte le linee di media tensione provenienti dalle power stations; • N. 1 Control room che ospita un locale a ufficio e i servizi igienici per il personale e un locale separato a magazzino; • N. 1 magazzino per l'attività agricola; • N. 2 cisterne per irrigazione; • Viabilità interna di servizio; • Recinzione e sistemi di illuminazione di emergenza e di sorveglianza.
IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AREA SUD-EST	<ul style="list-style-type: none"> • N. 51.930 moduli fotovoltaici montati su strutture ad inseguimento solare monoassiale (trackers); • N. 13.230 moduli fotovoltaici montati su strutture fisse; • N. 16 cabine di campo o power stations: ricevono i cavi provenienti dai moduli FV interconnessi convertendo l'energia elettrica da essi prodotta da corrente continua a corrente alternata tramite inverter ed elevando la tensione da bassa a media; • N. 1 cabina principale di impianto (Main Technical room – MTR) nella quale sono convogliate tutte le linee di media tensione provenienti dalle power stations; • N. 1 control room che ospita un locale a ufficio e i servizi igienici per il personale e un locale separato a magazzino; • N. 48 “container energia” con le batterie di accumulo, serviti da 6 <i>power station</i> dotata di 2 inverter ciascuna; • N. 2 magazzini per l'attività agricola; • Viabilità interna di servizio; • Recinzione e sistemi di illuminazione di emergenza e di sorveglianza.
OPERE DI CONNESSIONE	<ul style="list-style-type: none"> • Una linea interrata in media tensione (30 kV) per la connessione dell'impianto nell'Area NO alla rete elettrica nazionale, della lunghezza di circa 6,1 km giacente lungo viabilità esistente; • Una linea interrata in media tensione (30 kV) per la connessione dell'impianto nell'Area SE alla rete elettrica nazionale, della lunghezza di circa 3,9 km giacente lungo viabilità esistente; • Un punto di connessione alla RTN comune alle due aree di produzione fotovoltaica, ricadente in territorio di Buseto Palizzolo.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- DLgs 81/08 - Testo Unico in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro;
- Lavori civili e strutturali: Norme UNI-EN, Norme dell'Ente Nazionale di Unificazione, NTC 2018, EC.

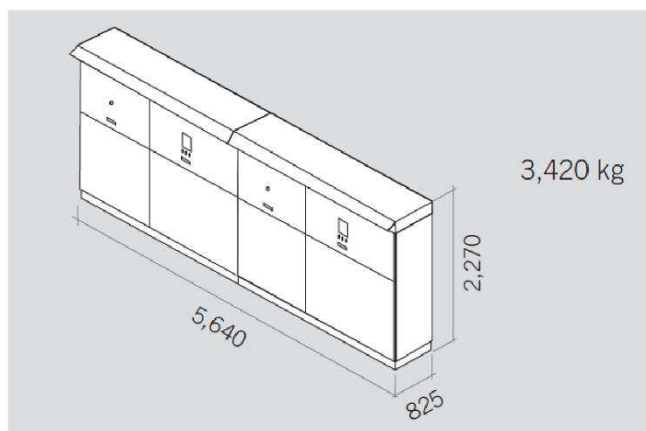
3. OPERE CIVILI

3.1 Cabine di campo (*power stations*)

Le cabine di campo o *power stations* hanno la duplice funzione di convertire la corrente in entrata dai moduli fotovoltaici di ciascun campo da continua (CC) in alternata (AC) tramite una serie di *inverter* e di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT) mediante trasformatore.

Ogni cabina di campo è costituita dai seguenti elementi:

- Da 2 a 4 inverter centralizzati in corrente continua; ciascun inverter lavora su un proprio sistema di "inseguimento del punto di massima potenza" (MPPT) dal lato di ingresso che consente di estrarre la massima quantità di energia dalla fonte in ingresso. Ogni power station ha quindi da 2 a 4 MPPT distinti. Gli inverter utilizzati sono idonei all'installazione in esterno; in base al numero di inverters la potenza massima della power station varierà tra 3586 KVA (2 inverter) e 7172 KVA (4 inverter);

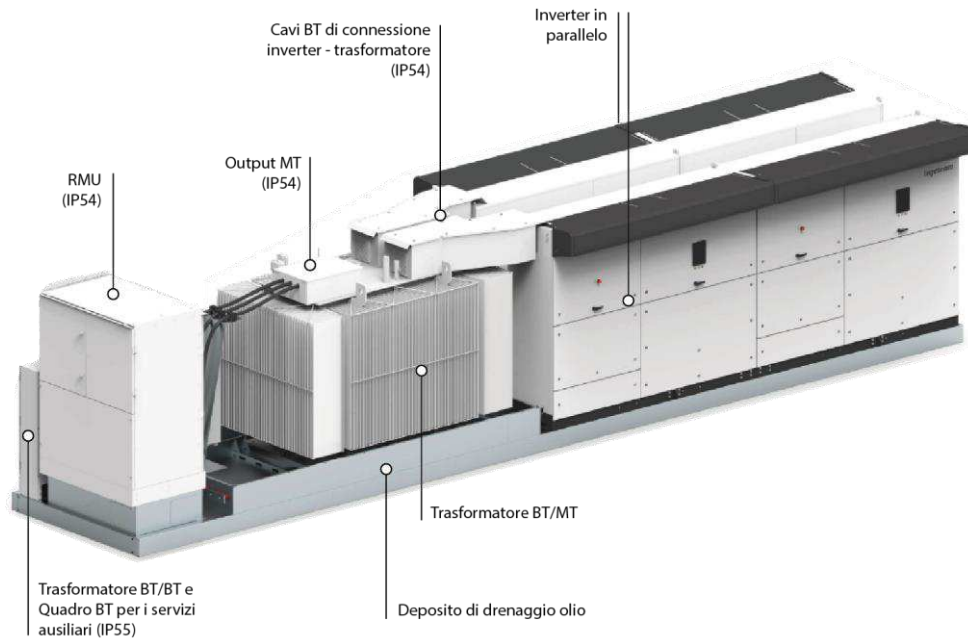


(Inverter modulare modello "Ingecon Sun" e assemblaggio tipico di una coppia di inverter – tutte le misure in mm)

- Un trasformatore BT/MT del tipo ad olio, con raffreddamento ONAN, chiuso ermeticamente e collocato al di sopra di una vasca per la raccolta di olio da sversamenti accidentali. Il trasformatore è idoneo all'installazione in esterno. Esso verrà opportunamente protetto per impedire l'accesso alle parti in tensione;
- Un quadro di parallelo BT: ad esso sono collegati in parallelo gli inverter per la protezione dell'interconnessione tra gli inverter stessi e il trasformatore; il quadro consente il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore. Il quadro BT è protetto da una apposita cabina in acciaio zincato a caldo con porte ad apertura esterna, con grado di protezione IP54 o IP55.
- Un quadro MT o *Ring Main Unit* (RMU) composto da:
 - N. 1 unità di arrivo (sezionatore e sezionatore di terra)
 - N. 1 unità di protezione (sezionatore e fusibile)
 - N. 1 unità di partenza (sezionatore e sezionatore di terra).

Anche il quadro MT è protetto da una cabina di caratteristiche analoghe a quella del quadro BT;

- Quadri BT per i servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti, composto dalle seguenti parti:
 - Sezione in ingresso;
 - Sezione ordinaria, cui sono collegate tutte le utenze utili ma non essenziali al funzionamento della *power station*;
 - Sezione protetta, cui le utenze sono connesse mediante UPS;
- Trasformatore BT/BT dedicato all'alimentazione dei quadri BT per i servizi ausiliari.
- Sistema di controllo delle apparecchiature e sistema di comunicazione.



(Configurazione tipica di una power station modello "Ingecon Sun")

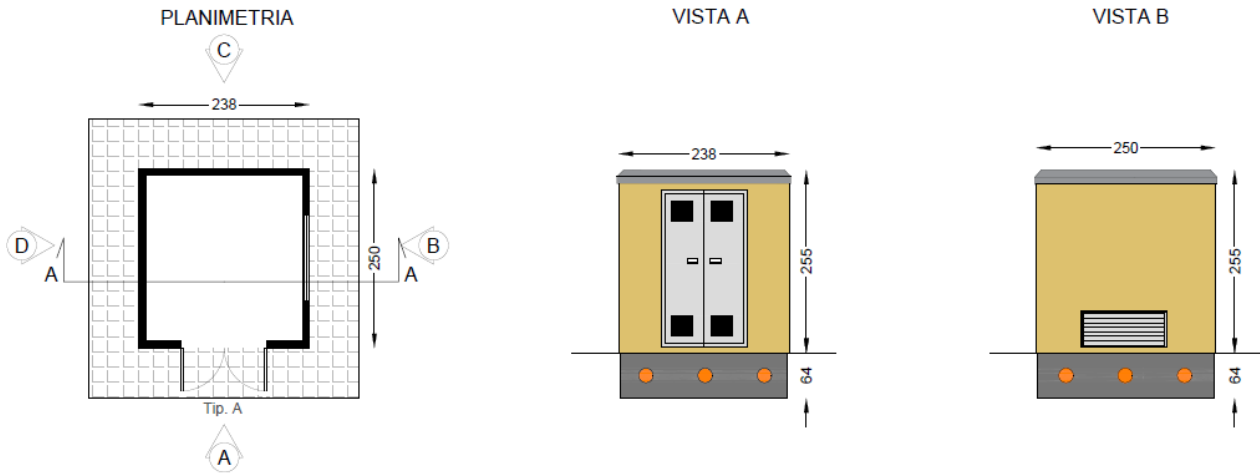
L'immagine sopra mostra la configurazione finale dei componenti assemblati nella *power station*. La stazione è totalmente prefabbricata e l'assemblaggio delle componenti avviene *in situ* previa predisposizione di un basamento in calcestruzzo dello spessore di 30 cm. Ciascuna *power station* sarà affiancata da una cabina elettrica ausiliaria.

La cabina ausiliaria è realizzata in calcestruzzo armato vibrato prefabbricato, addizionato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti che permettono di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno. La cabina sarà composta da:




- Un monoblocco pavimentato e pareti cabina;
- Un monoblocco tetto;
- Un monoblocco vasca di appoggio, interrato per una profondità di 64 cm.

La cabina ausiliaria avrà dimensioni pari a 2,38 x 2,55 metri; sarà rifinita sia internamente che esternamente, e tinteggiata con pitture murali tali da assicurare il perfetto ancoraggio sul manufatto e la resistenza agli agenti atmosferici, il colore sarà scelto in modo da generare il minimo impatto visivo. Per il montaggio degli infissi vengono utilizzati appositi controtelai.

La cabina ausiliaria, come si può osservare dalla figura seguente, è caratterizzata da un infisso di dimensione 1,20 x 2,40 metri, e da una griglia di aerazione di dimensione 1,20 x 0,50 metri.



(Pianta e vista frontale e laterale della cabina ausiliaria – tutte le misure in cm)

Facciate esterne <i>External walls</i>	RAL 1011	
Tetto <i>Roof</i>	RAL 7001	
Pareti e soffitti interni <i>Inside walls and ceilings</i>	RAL 9010	
Pavimento interno <i>Inside floor</i>	RAL 7001	

(Possibile scheda cromatica cabina MTR)

Per evitare interferenze legate ad eventuali piogge, i piazzali di installazione saranno sopraelevati di circa 20 cm. I piazzali destinati alle *power stations* dovranno essere accessibili da mezzi pesanti per le necessarie operazioni di installazione, ispezione, manutenzione o eventuale sostituzione, assicurando raggi di curvatura di 12,16 metri e spazi di manovra adeguati. All'infuori di questa esigenza specifica, la viabilità di impianto sarà discreta e poco invasiva.

3.2 Cabina principale di impianto (MTR)

La cabina principale di impianto o MTR (*Main Technical Room*) ospita i quadri di media tensione per il collettamento dell'energia proveniente dalle diverse *power stations*, al fine di convogliarla verso il punto di connessione alla RTN. La cabina MTR ospita anche un quadro di bassa tensione per il fabbisogno energetico degli impianti ausiliari, quali illuminazione, sorveglianza, ventilazione, monitoraggio e sistemi di controllo SCADA.

La cabina principale sarà realizzata in calcestruzzo armato vibrato prefabbricato e sarà rifinita e tinteggiata con pitture murali tali da assicurare il perfetto ancoraggio sul manufatto e la resistenza agli agenti atmosferici. Colore e finiture esterne sono personalizzabili e saranno scelti in modo da generare il minimo impatto visivo

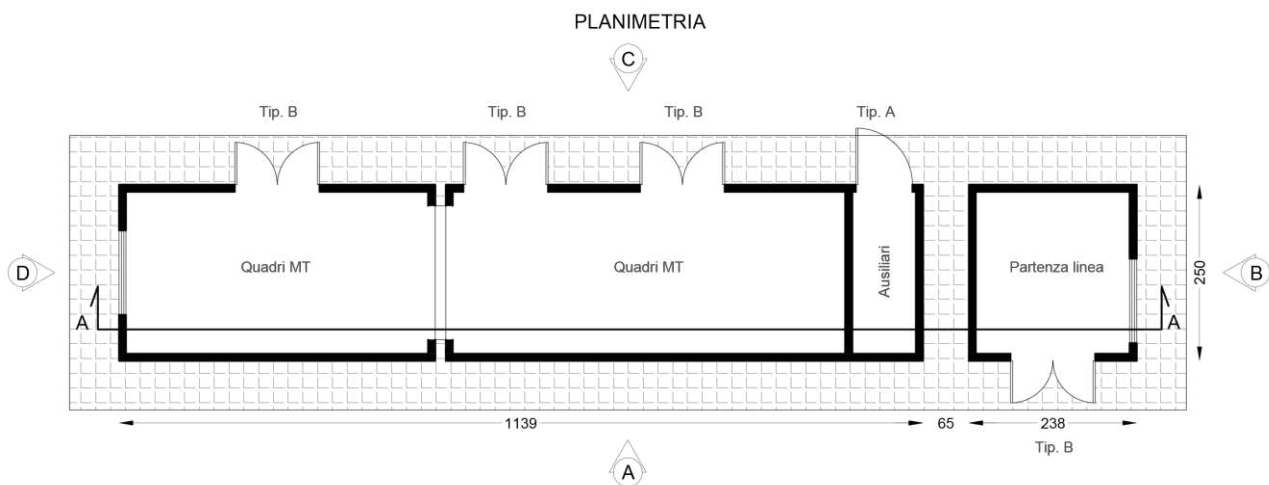
La cabina prevede:

- Un monoblocco pavimento e pareti cabina;
- Un monoblocco tetto;
- Un monoblocco vasca di appoggio, interrato rispetto al piano campagna di 64 cm.

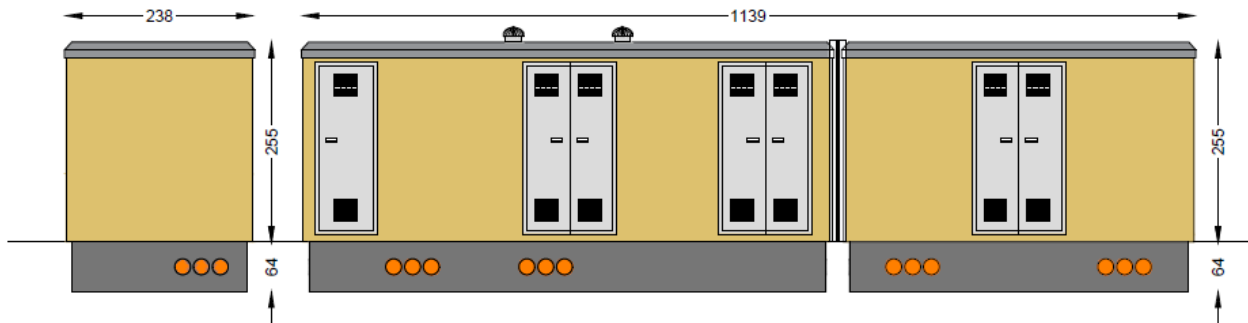
La cabina MTR, come si osserva dalla planimetria riportata di seguito, è caratterizzata da:

- Una cabina di dimensione 4,48 x 2,55 metri, costituita da un infisso di dimensione 1,20 x 2,20 metri e una griglia di aerazione di dimensione 1,20 x 0,50 metri, destinata ai quadri MT;
- Una cabina di dimensione 6,67 x 2,55 metri, costituita da un'area destinata ai quadri MT, alla quale si accede attraverso due infissi di dimensione 1,20 x 2,20 metri, e un'area per gli ausiliari, alla quale si accede da un infisso di dimensione 0,80 x 2,20 metri.

La cabina MTR prevede anche un'area destinata alla partenza linea di dimensione 2,38 x 2,55 metri, caratterizzata da un infisso di dimensione 1,20 x 2,20 metri e da una griglia di aerazione di dimensione 0,50 x 1,20 metri.



(Planimetria generale della cabina MTR – tutte le misure in cm)



(Prospetti della cabina MTR – tutte le misure in cm)

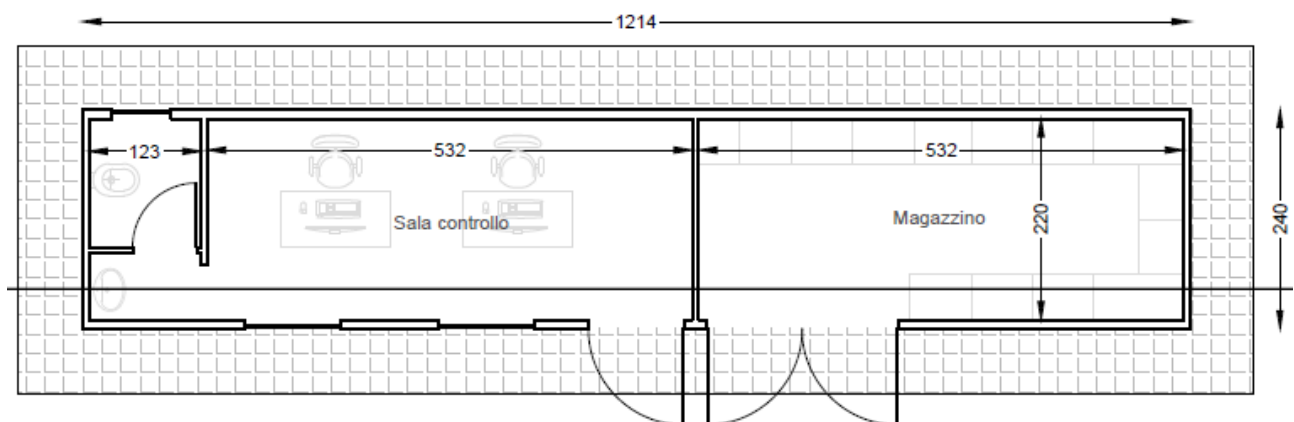
Per evitare interferenze legate al verificarsi di eventi di pioggia, i piazzali di installazione saranno sopraelevati di circa 20 cm.

3.3 Cabina di controllo e sistema di accumulo

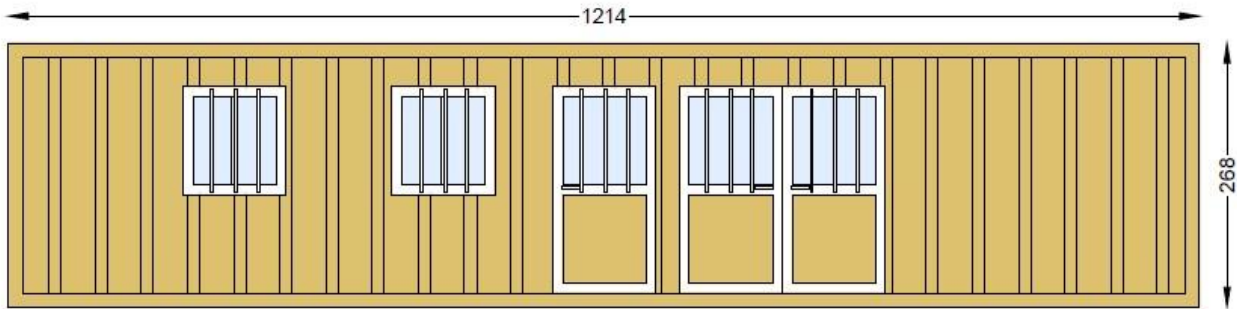
La cabina di controllo o *control room* ospita un ufficio dotato di interfaccia sul sistema di controllo e monitoraggio dell'impianto. Dal momento che l'impianto avrà un presidio di 1 o 2 addetti, la cabina sarà dotata anche di un servizio igienico con antibagno.

La *control room*, è posta accanto alla cabina MTR e ne ricalcherà colore e aspetto esterno pur nella diversità di materiali adoperati.

La cabina, di dimensione pari a 12,14 x 2,68 metri, ospiterà un servizio igienico, una sala controllo e un magazzino, e sarà costituita da due porte di dimensioni rispettivamente di 2,10 x 2,10 metri e 1,05 x 2,10 metri e due finestre, entrambe di dimensione 1,05 x 1,10 metri.



(Planimetria della Control room – tutte le misure in cm)



(Prospetto tipico di una Control room – tutte le misure in cm)

La struttura della *control room* è in acciaio preverniciato, le pareti interne ed esterne e il tetto sono realizzate in pannelli coibentanti, composti da supporti secondo norme UNI EN 10169.

L'impianto ospiterà infine un sistema di accumulo dell'energia prodotta da 6,66 MW. Le batterie di accumulo verranno allocate all'interno di appositi *container*. L'ingombro di ciascun *container* sarà di 6,7 x 2,9 x 2,4 metri. I *container* verranno poggiati su travi o plinti in calcestruzzo interrati per assicurarne la stabilità e orizzontalità e saranno serviti da una *power station* del tutto analoga a quelle utilizzate per i sottocampi.



(Immagine esemplificativa di container per le batterie di accumulo)

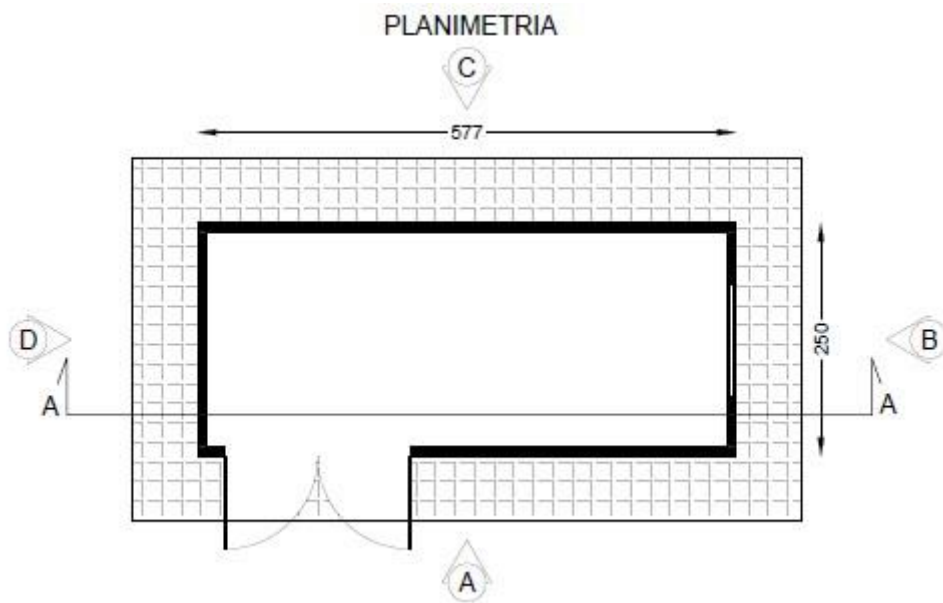
3.4 Magazzino Agricolo

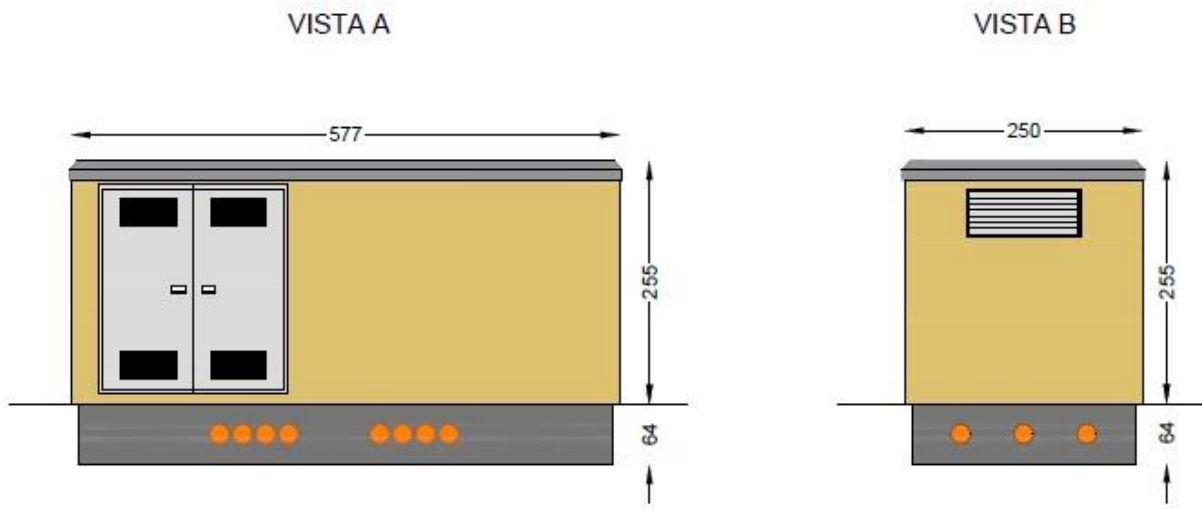
Il progetto prevede anche la realizzazione di un magazzino agricolo per il deposito dell'attrezzatura e dei mezzi agricoli. Il magazzino agricolo, di dimensione 5,77 x 2,55 metri, è accessibile da un portellone di dimensione 2,00 x 2,20 metri e presenta una griglia di aerazione di dimensione 1,20 x 0,50 metri.

Il magazzino agricolo è realizzato in calcestruzzo armato vibrato prefabbricato, addizionato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti che permettono di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno. Colore e finiture esterne sono personalizzabili e saranno scelti in modo da generare il minimo impatto visivo.

Come per le cabine viste in precedenza, per evitare interferenze legate al verificarsi di eventi di pioggia, i piazzali di installazione saranno sopraelevati di circa 20 cm.

Il magazzino agricolo svolge una funzione destinata a conservare oggetti, attrezzi e mezzi utili per l'attività agricola, dove, al contempo non si ha permanenza umana, se non nelle fasi di carico e scarico.





(Vista laterale e frontale del magazzino agricolo – tutte le misure in cm)

3.5 Opere di fondazione

Come si è detto, i tracker non richiederanno plinti di fondazione essendo i pali infissi direttamente nel terreno mediante battitura o trivellazione a seconda delle caratteristiche del substrato. In questa fase della progettazione non si può tuttavia escludere la necessità di ricorrere a fondazioni. Le uniche opere in calcestruzzo riguarderanno pertanto i basamenti per la collocazione delle *power stations*, e della cabina MTR, della Control room e dei container di accumulo. I basamenti verranno realizzati previo scavo di sbancamento e posa di un magrone in calcestruzzo leggero. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo.

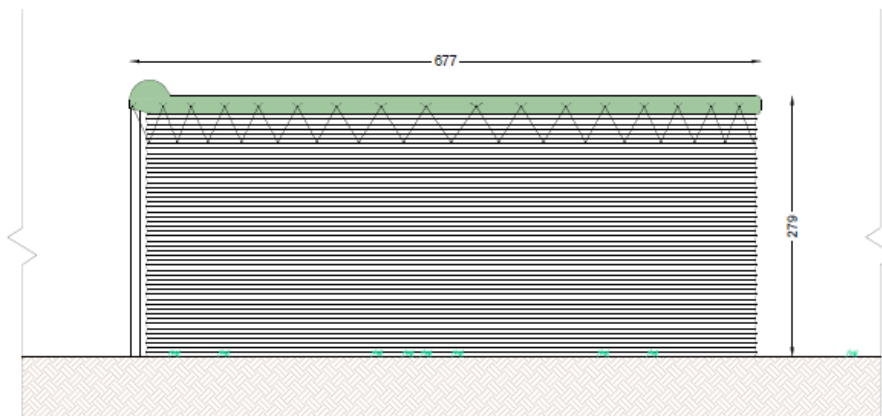
3.6 Serbatoi per l'irrigazione

La configurazione scelta di progetto è stata quella di una vasca in acciaio zincato provvista di un telo di copertura in tensione fissato alla struttura in acciaio a mezzo di elastici che vanno bloccati a delle rondelle precedentemente installate. Le vasche sono complessivamente due, entrambe posizionate nell'area Nord-Ovest, nei punti che hanno maggiore quota; hanno una capienza di 99 m³. La copertura in tensione è installabile, per questioni di resistenza strutturale, su vasche con un diametro massimo di 7,28 metri, oppure è possibile optare per soluzioni galleggianti o appoggiate su strutture di supporto.

Il telo evita che i raggi UV penetrino nell'acqua, in tal modo le alghe non si formano e l'interno della vasca resta pulito, al riparo anche da foglie e altri detriti. L'acqua piovana, invece, entra in vasca: si tratta di una rete in tensione permeabile. In questo modo il serbatoio resta chiuso, anche per gli

animali selvatici. Ove possibile, è preferibile far poggiare la struttura di acciaio su una solida base di cemento con rete elettrosaldata di almeno 25 cm. In alternativa, si possono usare piastrelloni posati sulla terra, massetto in c.l.s. o dei comuni mattoni, purché il fondo sia liscio, ben livellato e in bolla.

È possibile forare la rete per permettere il passaggio delle tubazioni, oppure lo si può anche evitare, facendole passare da sotto confinando il foro con apposite flange. È possibile dotare la vasca di alcuni dispositivi quali piastra antivortice, scaldiglia, Controllo di livello, plastificazione completa (interna ed esterna) delle lamiere, flange laterali, dispositivi galleggianti e dispositivo del troppo pieno.



(Particolari serbatoi per l'irrigazione – tutte le misure in cm)

3.7 Tracker monoassiali e strutture fisse

L'impianto proposto utilizza due tipologie di strutture di sostegno per i moduli fotovoltaici.

I *trackers* sono strutture di supporto dei moduli dotate di motore per consentire la rotazione monoassiale dei moduli intorno all'asse Nord-Sud (inseguimento solare monoassiale di rotolamento) al fine di seguire il sole lungo la volta celeste nel suo percorso quotidiano, a prescindere dalla stagione, di massimizzare la frazione di radiazione solare intercettata e minimizzare di conseguenza l'estensione dell'impianto a parità di energia prodotta. I software per la programmazione dell'inseguimento prevedono anche accorgimenti per minimizzare l'ombra portata da un pannello solare sull'altro. A mezzogiorno e durante la notte i moduli FV sono orientati parallelamente al suolo.

Le strutture fisse invece sono permanentemente orientate a mezzogiorno. Se, pertanto, le file di tracker monoassiali si dispongono lungo la direttrice Nord-Sud, quelle delle strutture fisse si disporranno lungo la direttrice Est-Ovest.

Entrambe le tipologie di struttura sono in acciaio zincato, fondate su pali infissi o trivellati nel terreno a seconda delle caratteristiche dello stesso. La vita utile della struttura supera quella della componente fotovoltaica.



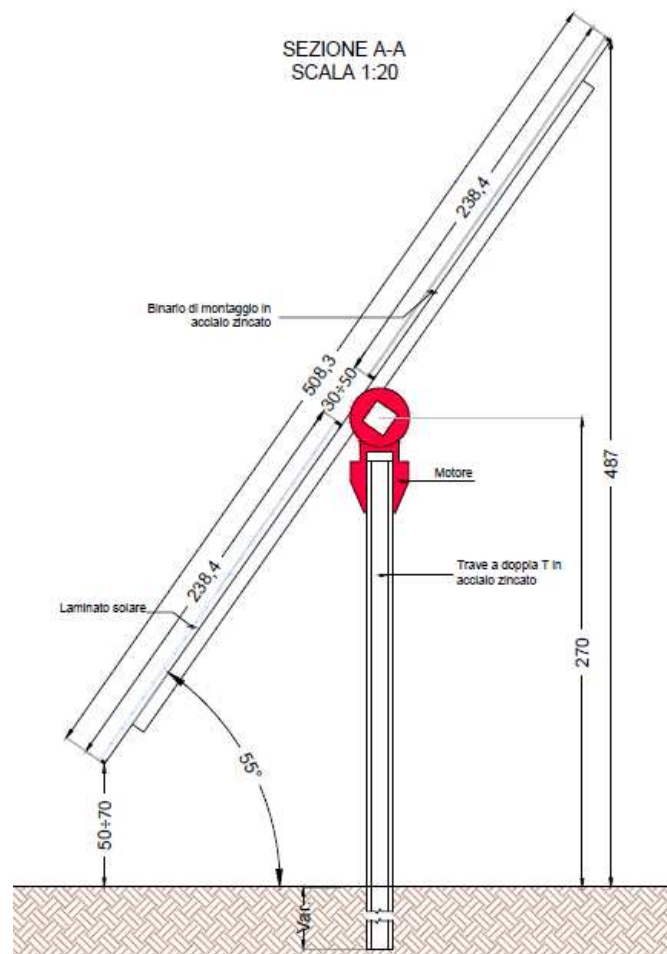
(Esempio di tracker monoassiale montante moduli bifacciali: si scorge in rosso il motore per l'inseguimento solare)

La distanza tra i pali di ancoraggio è di 4-5 m, mentre la distanza tra file di trackers è di 10,30 m, leggermente maggiore di quella strettamente necessaria a evitare l'ombreggiamento reciproco dei moduli (questi valori potranno subire variazioni in caso di cambio della tecnologia). L'altezza massima da terra della struttura montante il modulo è di 4,87 metri, misurati rispetto al piano orizzontale quando i moduli sono all'inclinazione massima di 55° sullo stesso. In questa configurazione di massima inclinazione, l'altezza minima del modulo da terra è tra i 50 e i 70 cm. Quando i moduli sono disposti parallelamente al suolo l'altezza da terra (piano orizzontale) della struttura con il modulo è di 2,9 metri.

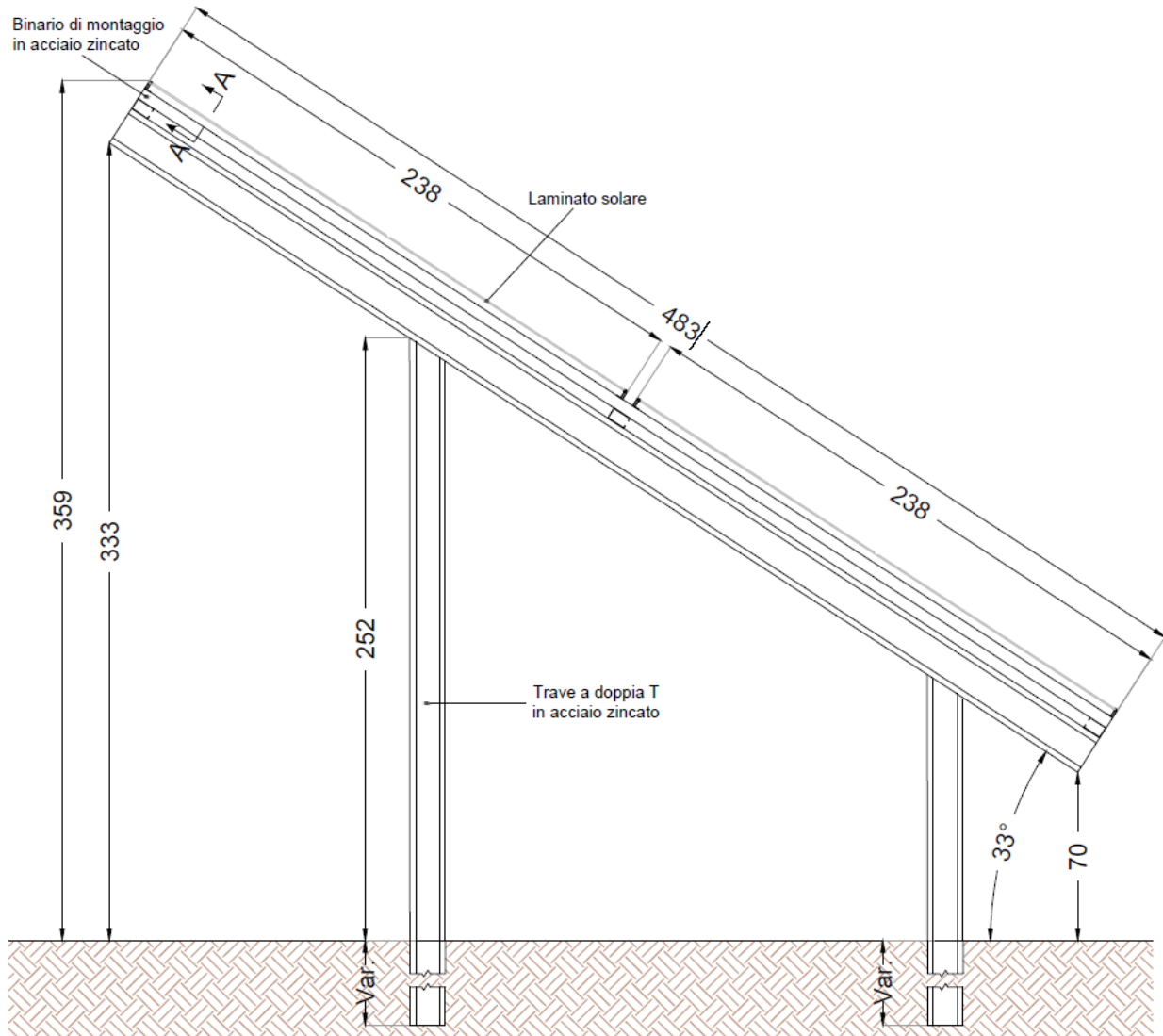
La distanza tra i pali di ancoraggio delle strutture fisse è anch'essa di 4-5 m, mentre le file di moduli montati su struttura fissa distano tra loro almeno 9,50 m (anche in questo caso tali valori potranno subire variazioni in caso di cambio della tecnologia). I moduli sono permanentemente

inclinati di 33° rispetto all'orizzontale. In questa configurazione le altezze massima e minima del modulo fotovoltaico da terra (piano orizzontale) sono rispettivamente 3,57 m e 0,7 m.

Tali grandezze assicurano la compatibilità dell'impianto con la conduzione del progetto agronomico ad esso associato.



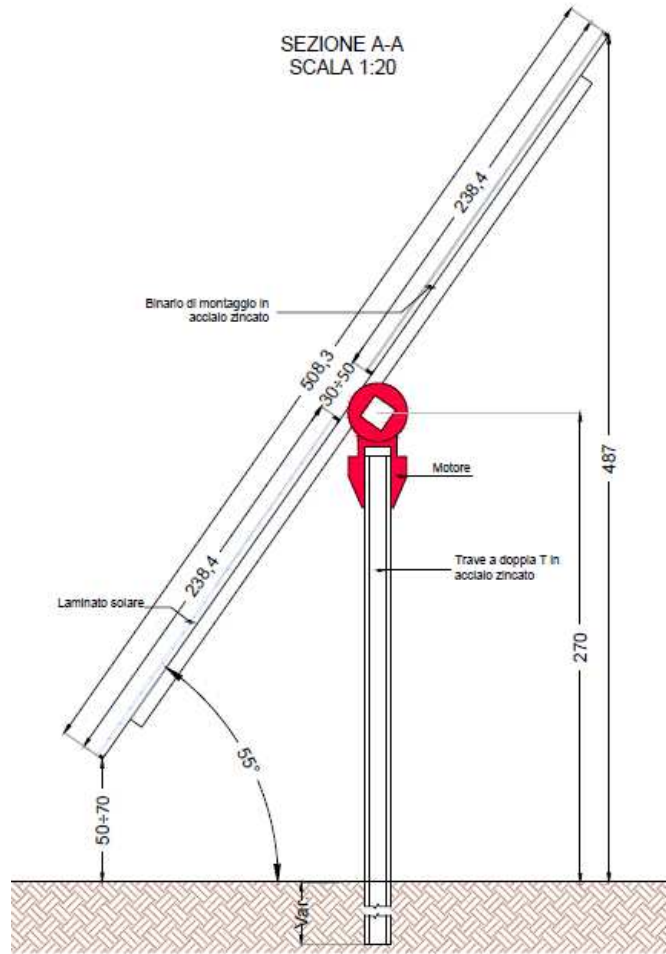
(Sezione tipo di tracker con inclinazione a 55° - misure in cm)



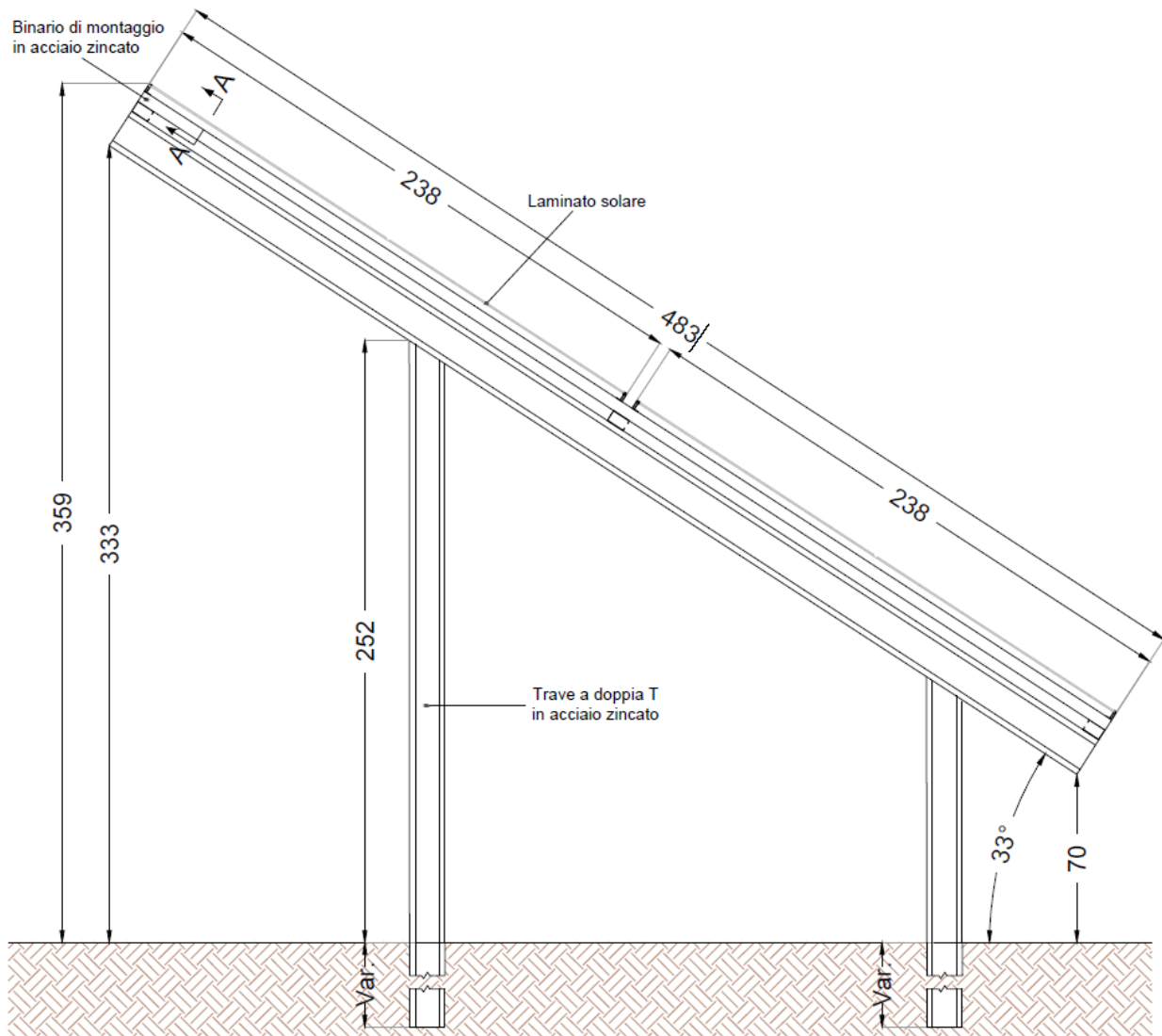
(Sezione tipo di struttura fissa – misure in cm)

I moduli vengono montati sulle strutture di sostegno - sia a rotazione monoassiale che fisse - su doppia fila a formare “stringhe” da 30 moduli (corrispondenti a due file da 15). Le stringhe possono essere accoppiate in un’unica struttura da 60 moduli. Le due configurazioni utilizzate hanno le caratteristiche dimensionali riportate in tabella.

Configurazione dei moduli	Lunghezza della struttura
Stringa singola - 30 moduli (2x15)	Max. 20 metri
Doppia stringa - 60 moduli (2x30)	Max. 40 metri



(Sezione tipo di tracker con inclinazione a 55° - misure in cm)



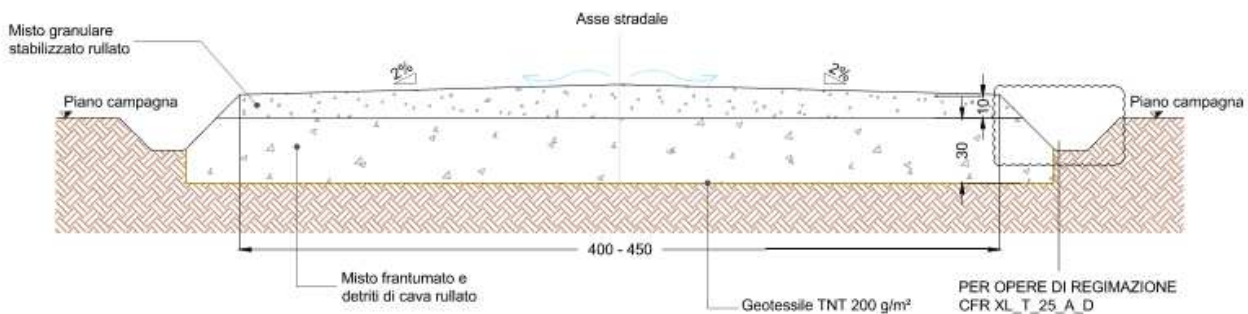
(Sezione tipo di struttura fissa – misure in cm)

3.8 Viabilità interna e regimazione delle acque meteoriche

La viabilità interna all'impianto è costituita da strade bianche di nuova realizzazione. Il diverso allineamento del campo fotovoltaico rispetto alla vecchia maglia colturale non rende infatti possibile il recupero integrale dei vecchi tracciati generati dal passaggio delle macchine agricole. Vista la configurazione del terreno e la necessità di ridurre al minimo i movimenti terra, alcune piste di impianto potranno avere pendenze superiori al 10%. Queste saranno utilizzate per la manutenzione dell'impianto mentre le piste che adducono alle power stations e ai locali principali avranno pendenza contenuta entro il 10%.

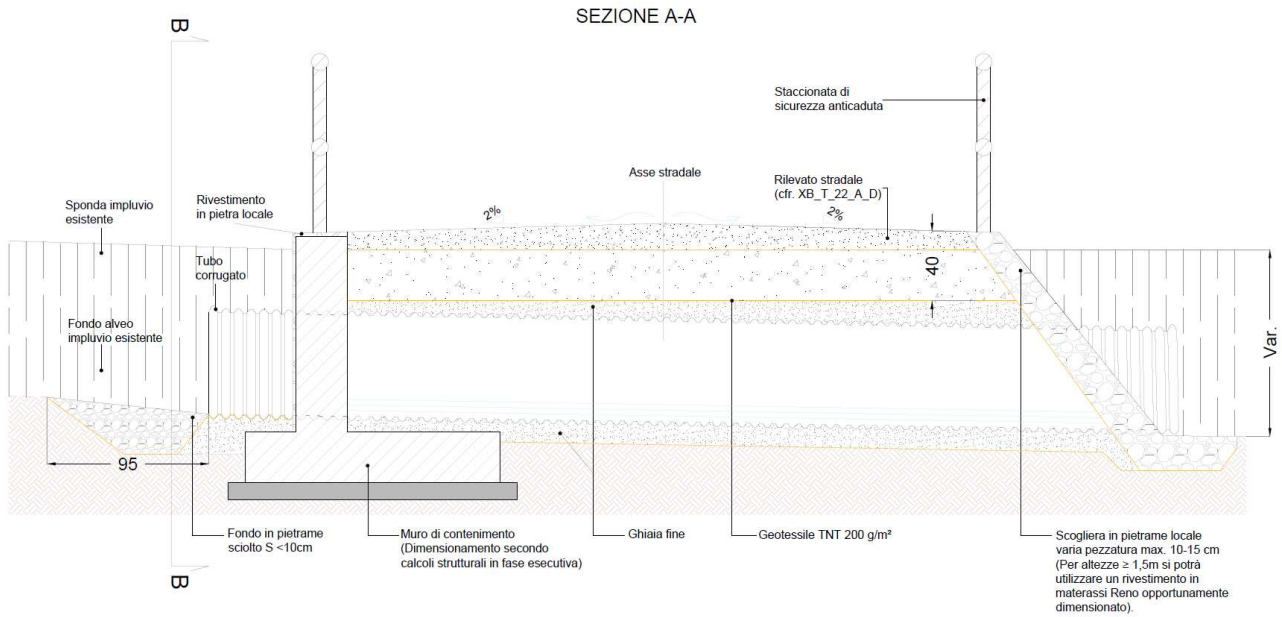
La sistemazione viaria comprende anche i piazzali per l'ubicazione delle cabine di campo, della cabina MTR, della *control room*, e dei container per batterie. Tipicamente, le piste saranno larghe 4,5 m, con una sezione di 30 cm di misto di cava opportunamente costipato ed uno strato di finitura di spessore di 10 cm con misto granulare stabilizzato e rullato, per uno spessore complessivo di circa 40 cm. Le piste verranno realizzate secondo la seguente procedura:

- Asportazione dello strato superficiale del terreno vegetale, per uno spessore di 30 cm;
- Compattazione a rullo del fondo di scavo;
- Posa di geotessile TNT da 200 g/m²;
- Formazione della fondazione stradale in misto frantumato di cava per 30 cm e rullatura;
- Posa della finitura di superficie in misto granulare stabilizzato per uno spessore di 10 cm;
- Formazione di una cunetta laterale in terra per la regimazione delle acque meteoriche. Le cunette drenanti, a sezione trapezoidale potranno avere un fondo in pietrame e/o una protezione in geotessile a seconda delle esigenze sito-specifiche.

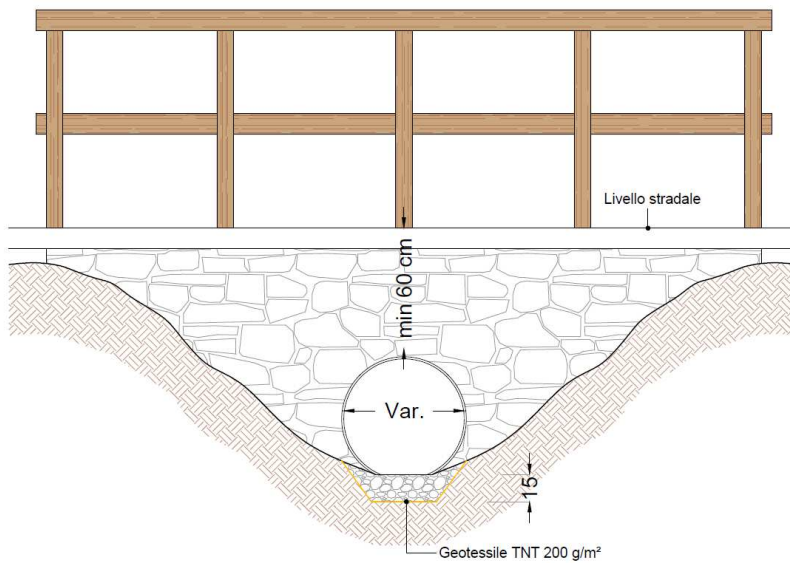


(Sezione tipo di strada bianca di impianto – tutte le misure in cm)

L'attraversamento di fossi o impluvi da parte della viabilità di impianto avverrà a mezzo di tombino realizzato con un tubo corrugato opportunamente dimensionato ($T_r = 50$ anni). Le opere in muratura, così come le parti esposte del rilevato stradale in corrispondenza dell'attraversamento, verranno rivestite in pietra locale per minimizzare l'impatto visivo, come da dettaglio sotto riportato. Per ulteriori dettagli sui tombini per l'attraversamento stradale si rimanda al paragrafo 3.7.1.



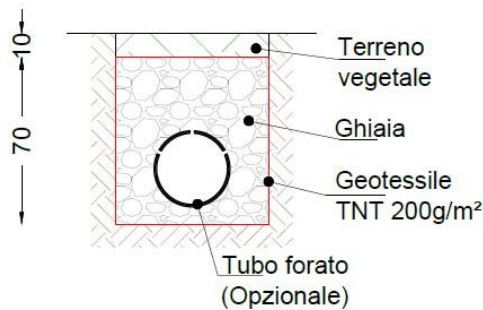
SEZIONE B-B



(Sezioni tipo dell'attraversamento stradale di un impluvio – tutte le misure in cm)

Contestualmente verranno realizzate le opere di regimazione delle acque superficiali, anche non associate alla viabilità interna, dimensionate per smaltire le acque di deflusso per un evento meteorico con tempo di ritorno di 50 anni. In nessun caso si altererà il normale deflusso delle acque. Inoltre, non è previsto che l'orografia dell'area di impianto sia alterata per consentire un'installazione piana dei *tracker*, che di fatto saranno posizionati in modo tale da seguire il normale andamento orografico dell'area.

In particolare, in corrispondenza delle cabine, si potrà provvedere alla realizzazione di trincee drenanti per l'infiltrazione delle acque di gronda nel sottosuolo evitando un eccessivo scorrimento superficiale che potrebbe danneggiare i piazzali. Tali trincee avranno una profondità di circa 80 cm. Una volta rivestito lo scavo con geotessile TNT di grammatura superiore a 200 g/m², esso verrà riempito con ghiaia o pietrisco per circa 70 cm. A completamento, verranno posti 10 cm di terreno vegetale recuperato dallo scavo. All'occorrenza, la capacità di ritenzione e smaltimento delle acque potrà essere aumentata includendo nel volume di pietrisco un tubo forato rivestito di geotessile.



(Sezione tipo di trincea drenante – tutte le misure in cm)

Per i particolari costruttivi delle opere idrauliche si rimanda alla tavola XB_T_25_A_D_ “Particolari costruttivi opere idrauliche”. Ulteriori informazioni sono rinvenibili nella Relazione Geologica.

3.8.1 Dimensionamento dei tombini per l'attraversamento stradale di fossi e impluvi

I tombini sono opere che hanno la funzione di consentire l'attraversamento del corpo stradale alle acque meteoriche raccolte mediante canalizzazioni naturali (impluvi) ed artificiali (fossi di guardia e cunette); solitamente, essi vengono posizionati in corrispondenza alle linee di impluvio del terreno.

Si presentano sotto varie forme (tubolare a piattabanda, a volta o scatolare) e perciò la scelta va fatta in funzione della natura dei terreni di posa, dei sovraccarichi e della portata di acqua che deve essere smaltita. Ogni tombino deve avere, nella parte a monte, un pozzetto per la raccolta delle acque, allo scopo di lasciare depositare i detriti trascinati dalla corrente, ed evitare che venga ostruita la canna.

La pendenza da assegnare al fondo del condotto deve essere sufficiente ($1 \div 4\%$) per consentire lo smaltimento delle acque torbide; nel caso in cui la pendenza superi il $20 \div 25\%$ conviene ridurre la pendenza per mezzo di una gradonatura.

Nel dimensionamento della sezione idraulica, bisogna evitare che essa risulti eccessivamente larga perché in tal caso la sedimentazione dei materiali solidi trasportati dalla corrente potrebbe determinare un'ostruzione della corrente; d'altra parte, un'altezza eccessiva d'acqua a parità di altre condizioni, darebbe luogo a notevoli velocità ed a forti azioni di trascinamento.

La realizzazione del tombino sarà necessaria ad evacuare le acque raccolte in corrispondenza degli impluvi per gli attraversamenti stradali. I tombini saranno realizzati in opera mediante struttura in cemento armato e sarà opportunamente raccordato con gli impluvi naturali.

Per valutare il dimensionamento del tubo di deflusso da utilizzare, è stata calcolata la portata di massima piena (Q_{max}) per assegnati tempi di ritorno (T_r); il calcolo è stato eseguito valutando per prima cosa i valori morfometrici dell'asta fluviale e del sottobacino considerato alla sezione di chiusura, che si vanno ad intersecare con l'attraversamento stradale.

Per tracciare digitalmente il percorso idraulico ed il sottobacino dentro cui questo defluisce, è stato utilizzato il software Google Earth Pro e la C.T.R. a scala 1:10000 dell'area (vedi figura sottostante).

È stata quindi tracciata l'asta e lo spartiacque del sottobacino considerato. I valori tenuti in considerazioni, ricavati tramite un tool disponibile sul software e trasferiti successivamente sul foglio di calcolo, sono riportati di seguito.



DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)
Superficie del Bacino	S = 0,20 Km ²	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 0,46$ </div> { Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$
Lunghezza percorso idraulico principale	L = 0,69 Km	
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} = 308,00 m (s.l.m.)	
Altitudine min percorso idraulico	H₀ = 208,00 m (s.l.m.)	
Pendenza media percorso idraulico	P = 0,14 (m/m)	
Altitudine max bacino	H_{max} = 326,00 m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	H₀ = 208,00 m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	H_m = 267,00 m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ = 59,00 m	

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto più lontano, a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame; questo varia in funzione delle caratteristiche topografiche, pedologiche e geologiche del bacino e degli usi del suolo attuati sullo stesso. In questo caso, per calcolarne il valore in ore, è stata utilizzata la *formula di Giandotti*, che nell'equazione tiene conto dei dati morfometrici del bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata.

Inserendo i dati nel foglio Excel, è stato quindi possibile calcolare il tempo di corrivazione (t_c) e quindi la portata massima del sottobacino in esame, attraverso la *formula del metodo razionale*. Tenuto conto della pendenza media del suolo, della portata massima e della velocità del flusso, con i valori ottenuti è stato calcolato il diametro massimo che può avere il tubo, che è di circa 80 cm, per un tempo di ritorno (T_r) di 50 anni, e di 70 cm per un tempo di ritorno di 30 e 10 anni.

I calcoli effettuati sul foglio Excel sono riportati nell'immagine seguente.

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO
(FORMULA del METODO RAZIONALE)

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t, T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h_(t,T)** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km²)
- t_c** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m³/sec

RISULTATI

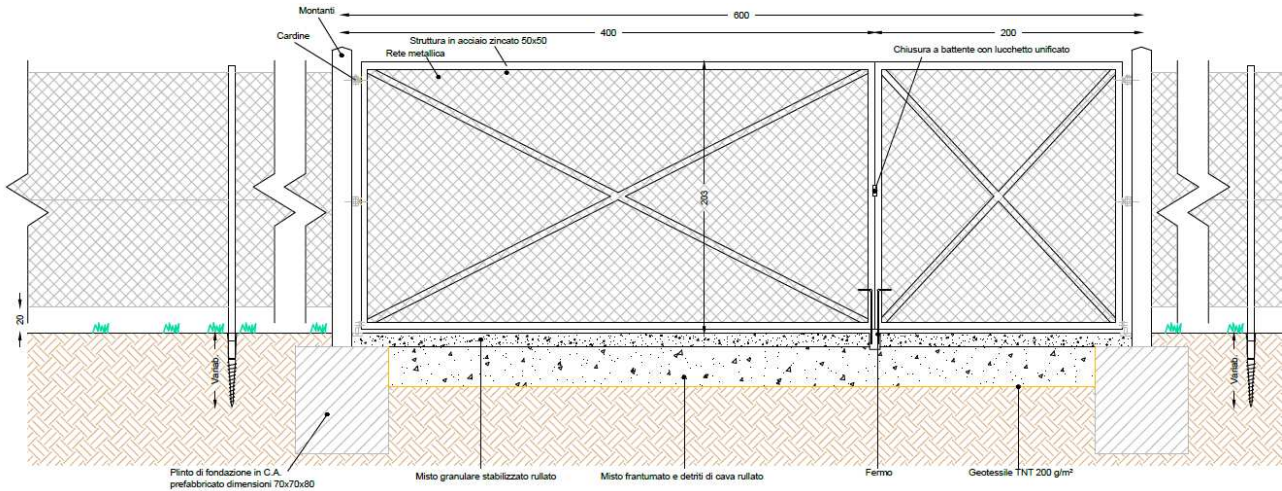
Deflusso c =	0,50	S (km ²) =	0,20	t_c (ore) =	0,46
---------------------	-------------	-------------------------------	-------------	------------------------------	-------------

Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h _(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)
10	44,0502	0,1934	0,46	37,90	2,29
30	55,8475	0,1764	0,46	48,69	2,94
50	61,2403	0,1706	0,46	53,63	3,24
100	68,5193	0,1641	0,46	60,31	3,65
200	75,7762	0,1587	0,46	66,98	4,05

3.9 Ingressi e recinzioni

L'ingresso all'impianto avverrà mediante un cancello a due battenti di cui uno, di minori dimensioni, per l'accesso pedonale. I montanti del cancello verranno ancorati a un plinto in calcestruzzo. Il cancello è costituito da un telaio in acciaio zincato cui è fissata una rete metallica. La stessa rete è utilizzata per la recinzione dell'impianto, fissata a pali in acciaio zincato e infissi direttamente nel terreno a vantaggio della reversibilità dell'intervento.

Si riporta di seguito una vista frontale della recinzione proposta e del cancello per l'accesso pedonale e carrabile all'impianto. La rete sarà sollevata da terra di 20 cm lungo tutto il perimetro dell'impianto per consentire piena libertà di attraversamento del fondo a mammiferi, anfibi e altri animali normalmente presenti in questo tipo di ambiente agricolo.



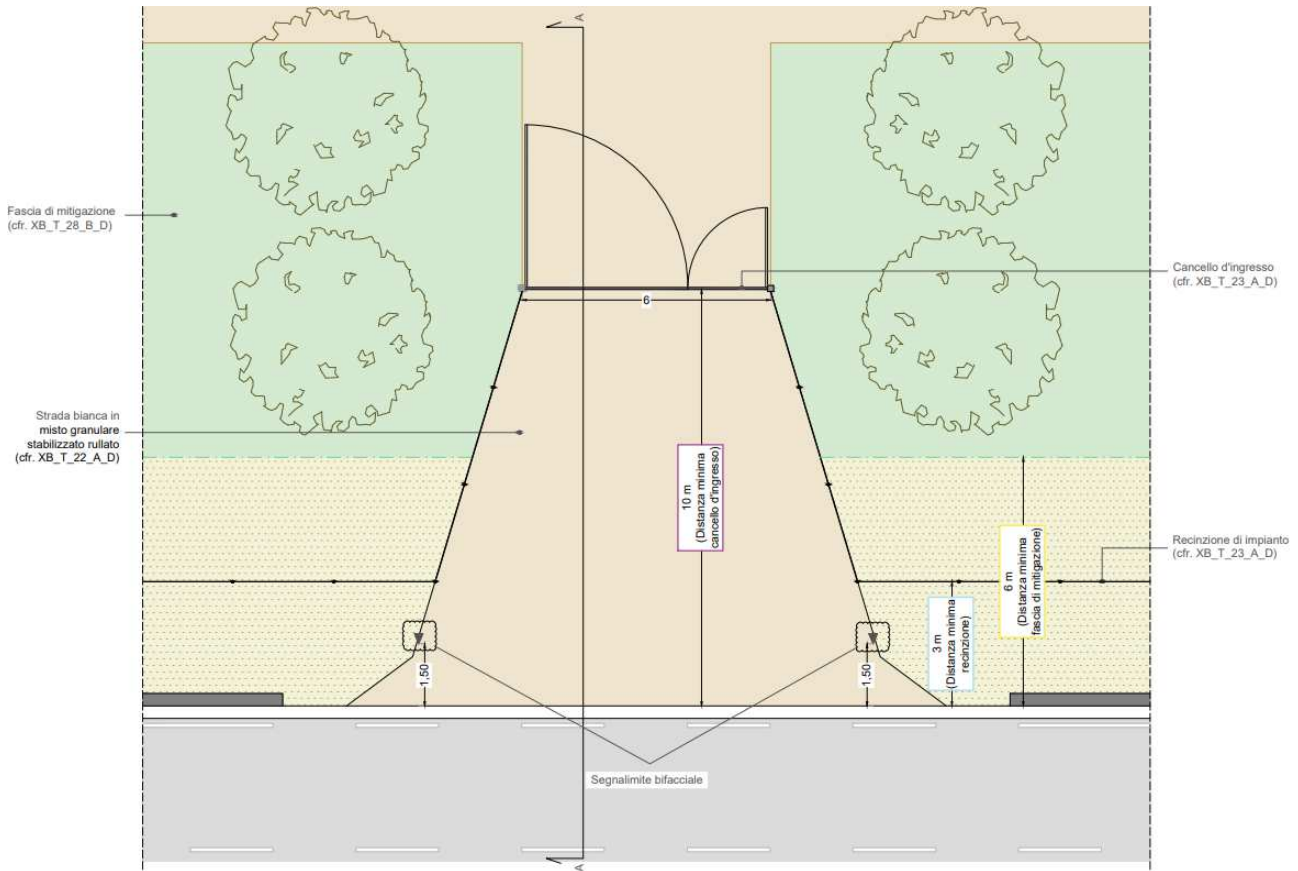
(Particolare costruttivo della recinzione del cancello di ingresso – tutte le misure in cm)

Quando l'accesso all'impianto avviene da Strada provinciale, questo verrà opportunamente arretrato insieme alla fascia arborata di mitigazione in modo tale da favorire la rapida immissione dei veicoli nella proprietà laterale e la sosta fuori dalla carreggiata di un veicolo in attesa di ingresso (art. 46 regolamento attuativo C.d.S. e Art. 22 C.d.S.). Di seguito si riporta la configurazione tipo dell'ingresso da strada provinciale rimandando all'elaborato XB_T_22_B_D per ulteriori dettagli e prescrizioni.

La presenza dell'ingresso verrà opportunamente segnalata a mezzo di segnalimite bifacciali catarifrangenti omologati del tipo illustrato nella figura seguente o similare secondo le indicazioni dell'Ente gestore della strada.



(Segnalimite europeo a 2 gemme 5x18cm bianco e rosso rifrangente omologato)



(Tipologica planimetria ingresso – tutte le misure in metri)

3.10 Sistema di sorveglianza e illuminazione di emergenza

L'area dell'impianto fotovoltaico sarà dotata di un sistema di videosorveglianza TVCC che potrà essere affiancato da sensori antintrusione opportunamente dislocati. L'impianto TVCC si basa su un sistema di telecamere collocate su pali in acciaio zincato alti 3 metri. Ove possibile, telecamere e corpi ottici per l'illuminazione di emergenza utilizzeranno lo stesso supporto al fine di evitare l'effetto *cluster*. Le immagini riprese dalle telecamere saranno visualizzabili sia da un terminale video posto nella *Control room* sia da remoto su qualsiasi dispositivo abilitato e connesso alla rete internet.

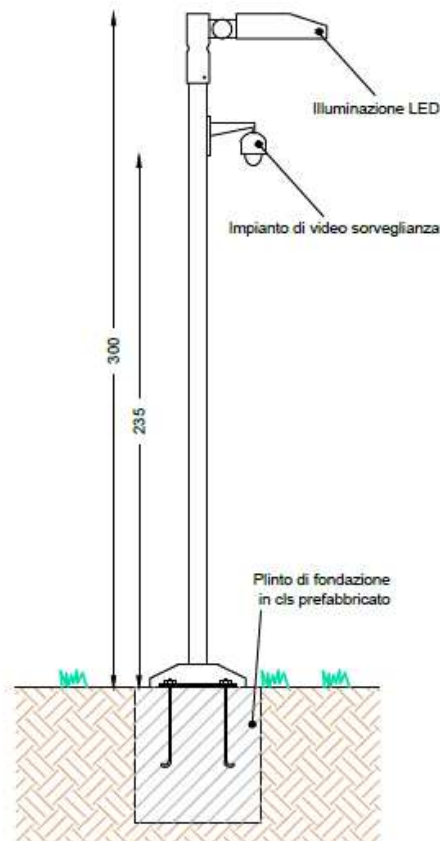
Ad ulteriore protezione, la *Control room* e la cabina MTR potranno essere dotate di sensori di contatto installati presso gli accessi e sensori volumetrici installati in ambienti sensibili.

Un sistema di illuminazione di emergenza verrà disposto lungo il perimetro dell'impianto fotovoltaico e nei piazzali e attivato solo in occasione di:

- Intrusione da parte di persone non autorizzate rilevata dal sistema di sorveglianza;
- Interventi straordinari di manutenzione in condizioni di scarsa luminosità.

L'illuminazione pertanto sarà normalmente spenta per evitare fenomeni di contaminazione luminosa dell'ambiente e conseguente disturbo alla fauna. Quando accesi, i corpi illuminanti non saranno visibili dalla linea d'orizzonte o da angolatura superiore (lampade *full cut-off*) in modo da prevenire l'inquinamento luminoso del cielo notturno. Il livello di illuminazione sarà inoltre contenuto al minimo indispensabile e la luce sarà di colore caldo, in quanto di minore impatto sul comportamento e sull'orientamento notturno di insetti ed altri animali secondo studi condotti in aree naturali.

Le lampade e il sistema di sorveglianza saranno collocate su pali di altezza pari a 3 m ancorati a plinti di fondazione in calcestruzzo prefabbricati.



(Dettaglio tipico di integrazione tra illuminazione e sistema di videosorveglianza nell'impianto agro-fotovoltaico – tutte le misure in cm)

3.11 Cavidotti interni ed esterni all'area di impianto

All'interno dell'area di impianto andranno realizzati cavidotti interrati di bassa e media tensione.

I cavidotti in BT serviranno sia per il collegamento tra le stringhe e le *string box* sia per il collegamento delle *string box* alle *power stations*. Ad essi vanno aggiunti i cavidotti in bassa tensione per l'alimentazione di servizi ausiliari all'impianto come i sistemi di illuminazione e sorveglianza e per l'alimentazione di attrezzature elettriche ed elettroniche di varia natura.

I cavidotti in MT invece collegheranno le *power stations* (opportunamente raggruppate per rami distinti) tra loro e, quindi, alla cabina principale di impianto (MTR). In particolare, le *power stations* sono collegate l'una all'altra in entra-esce con una linea di cavo interrato da 30 kV a sezione crescente dalla prima stazione fino alla connessione con la MTR. La prima delle *power stations* è anche collegata direttamente alla MTR in modo che eventuali guasti alla *power station* intermedia non pregiudichino il recapito dell'energia proveniente dalle altre due.

Tale cavidotto sarà costituito da n. 2 terne MT da 30 kV in parallelo di cui la seconda sussidiaria alla prima per garantire continuità di esercizio in caso di guasti, con formazione dei cavi 3x1x630 mm² che saranno oggetto di specifico dimensionamento durante la fase progettuale esecutiva. Il tracciato del cavo MT è individuato nella tavola XB_T_15_A_D "Planimetria percorso cavi MT".

Tutti i cavi utilizzati per i collegamenti interni ed esterni all'impianto saranno di tipo schermato con conduttore in alluminio. Ai fini di questo Studio è importante sottolineare che tutti i cavidotti, interni ed esterni all'impianto, di bassa e media tensione sono previsti, per la quasi totalità, completamente interrati e pertanto di impatto nullo sull'ambiente circostante. Essi, inoltre, correranno in via preferenziale lungo il tracciato delle piste di impianto e della rete stradale esterna. Le profondità di posa garantiscono la non interferenza dei cavidotti con l'attività agricola, qualora il tracciato dovesse attraversare zone di coltivazione.

Tutte le interferenze verranno risolte mantenendo il cavidotto interrato, ad esempio mediante l'uso di posa teleguidata (TOC) per l'aggiramento di ostacoli in sotterraneo.

Per ulteriori dettagli sulla risoluzione delle interferenze tra cavidotto ed altri elementi si rimanda agli elaborati XB_R_05_A_D "Relazione sulle interferenze" e XB_T_06_A_D "Individuazione delle interferenze su CTR" e all'elaborato XB_T_16_B_D "Tipici risoluzione interferenze".

3.12 Connessione alla rete elettrica nazionale

X-Elio è titolare di una Soluzione Tecnica Minima Generale di Connessione (STMG) rilasciata da Terna Spa (pratica 202101149) che prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in doppio entra-esce alle due linee RTN 150 kV Buseto Palizzolo-Fulgatore e Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo previa:

- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la SE Buseto e la Cabina Primaria di Ospedaletto;
- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore – Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;

Ai fini della connessione alla RTN andranno realizzati:

1. Una stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV, di proprietà di X-Elio (SE Utente) da realizzarsi nel Comune di Buseto Palizzolo;
2. Un sistema di connessione a 150 kV condiviso tra X-Elio ed altri operatori (sbarre comuni, stallo arrivo linea e tratto di linea aerea) per la connessione della SE Utente e delle stazioni utente di altri operatori allo stallo arrivo produttore.