





**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**  
**COMUNE DI DECIMOPUTZU**  
**Provincia del Sud Sardegna (SU)**



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO**  
**DENOMINATO DECIMOPUTZU**

**Loc. "Mitza Canna" e "Coddu Serra Gureu", Decimoputzu (SU) - 08020, Sardegna, Italia**

**Potenza Nominale: Impianto FV 18'589,22 kWp -- Sistema di accumulo 8'250,00 kW**

	<b>Committente - Sviluppo progetto FV:</b>  <b>Apollo Decimoputzu S.r.l.</b> Viale della Stazione n. 7 - 39100 Bolzano (BZ) P.IVA 03168500217, PEC: apollodecimoputzu@legalmail.it	<b>Gruppo di lavoro - VIA (La SIA S.p.A.)</b>  Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Alberto Mossa - Archeologo Simone Manconi - Geologo Francesco Paolo Pinchera - Biologo
	<b>Coordinamento Progettisti</b>  <b>Innova Service S.r.l.</b> Via Santa Margherita n. 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it	<b>Progettazione Agronomica (La SIA S.p.A.)</b>  Agr. Franco Milito - Agronomo Agr. Rita Bosi - Agronomo Agr. Stefano Atzeni - Agronomo  <b>Progettazione Elettrica</b>  Ing. Silvio Matta – Ing. Elettrico
	<b>Coordinamento gruppo di lavoro VIA</b>  <b>La SIA S.p.a.</b> Viale Luigi Schiavonetti n. 286 – Roma (RM) P.IVA 08207411003, PEC: direzione.lasia@pec.it	

**Elaborato**

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI**

<b>Codice elaborato</b>		<b>REL_TC_EL</b>		<b>Scala</b>	<b>Formato</b> A0
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>ESEGUITO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>	
00	Gennaio 2024	Ing. S. Matta			

Note



---

## SOMMARIO

<b>1)</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2)</b>	<b>UBICAZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>6</b>
	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>6</b>
	<b>INQUADRAMENTO CATASTALE</b>	<b>7</b>
<b>3)</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO</b>	<b>8</b>
<b>4)</b>	<b>IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RTN:</b>	<b>9</b>
<b>5)</b>	<b>IMPIANTO DI ACCUMULO:</b>	<b>20</b>
<b>6)</b>	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO AGRIVOLTAICO:</b>	<b>21</b>
	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI</b>	<b>21</b>
	<b>COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO</b>	<b>25</b>
	MODULI FOTOVOLTAICI	25
	STRUTTURE DI SOSTEGNO PER I PANNELLI FV (TRACKER)	26
	SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC (INVERTER)	27
	TRASFORMATORI DI POTENZA	28
	CABINE DI RACCOLTA DI AREA	28
	CABINA DI RACCOLTA GENERALE	28
	SISTEMI DI MISURA	29
	QUADRI ELETTRICI IN BT	30
	QUADRI ELETTRICI IN AT	30
	CAVI IN CORRENTE ALTERNATA – AT	30
	CAVI IN CORRENTE ALTERNATA – BT	31
	CAVI IN CORRENTE CONTINUA – BT	31
	CAVIDOTTI	31
	<b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE</b>	<b>33</b>
	DISPOSITIVO GENERALE [DG]	33
	DISPOSITIVO DI INTERFACCIA [DDI]	34
	DISPOSITIVI DEI GENERATORI [DDG]	34
	<b>CONTRIBUTO ALLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO</b>	<b>34</b>
	<b>SERVIZI AUSILIARI</b>	<b>35</b>
	<b>IMPIANTO DI CONTROLLO E SUPERVISIONE</b>	<b>35</b>

---

<b>7)</b>	<b>SICUREZZA DELL'IMPIANTO</b>	<b>35</b>
	<b>SICUREZZA ELETTRICA</b>	<b>36</b>
	PROTEZIONE DA SOVRACORRENTI SUL LATO CC	36
	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI LATO CC	36
	PROTEZIONE DAI SOVRACORRENTI SUL LATO CA	36
	PROTEZIONE DAI CONTATTI ACCIDENTALI SUL LATO CA	36
	RETE DI TERRA	37
	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE	37
	PREVENZIONE INCENDI	38
	<b>PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI</b>	<b>38</b>
	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA</b>	<b>39</b>
<b>8)</b>	<b>IRRAGGIAMENTO SOLARE E STIMA DI PRODUCIBILITA'</b>	<b>40</b>
<b>9)</b>	<b>DIMENSIONAMENTI</b>	<b>43</b>
<b>10)</b>	<b>COLLAUDO, GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>43</b>
<b>11)</b>	<b>ASPETTI REALIZZATIVI - CRONOPROGRAMMA</b>	<b>44</b>
<b>12)</b>	<b>DISMISSIONE IMPIANTO</b>	<b>44</b>
<b>13)</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>45</b>

---

## 1) PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Tecnico-descrittiva per gli IMPIANTI ELETTRICI del Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto **Fotovoltaico Agrivoltaico**, con potenza complessiva installata di **18'589.22 kWp**, potenza nominale di **17'750.00 kW**, potenza in Immissione su RTN pari a **17'750 kW**, e con un sistema di Accumulo dell'energia elettrica in forma elettrochimica (BESS) della potenza di **8'250 kW** ed energia pari a **22'000 kWh**, che sarà ubicato in località 'Mitza Canna e Coddu Serra Gureu', nel territorio del Comune di DECIMOPUTZU (SU), ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

L'impianto fotovoltaico Agrivoltaico è a tutti gli effetti una centrale per la produzione di energia elettrica in cui, a parte il lentissimo movimento delle strutture ad inseguimento (in questo caso particolare) su cui saranno montati i pannelli fotovoltaici, **non vi sono parti in movimento** e **non vi è necessità alcuna di approvvigionare l'impianto con materie prime** da trasformare in energia elettrica in quanto la stessa viene prodotta sfruttando la fonte inesauribile di energia che quotidianamente viene irraggiata dal sole. Questo fa sì che l'impianto abbia un impatto davvero minimo sull'ambiente in cui verrà installato, e permette inoltre, in questo caso e per questa tipologia, la coesistenza dello stesso con alcune attività di produzione agricola.

L'impianto sarà esercito in parallelo alla rete elettrica di distribuzione (RTN) in Alta Tensione di TERNA, poiché ad essa verrà collegato tramite apposito cavidotto, e l'energia prodotta sarà immessa in rete nel rispetto delle condizioni per la connessione definite nella soluzione tecnica minima generale (preventivo STMG).



## 2) UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

### INQUADRAMENTO TERRITORIALE

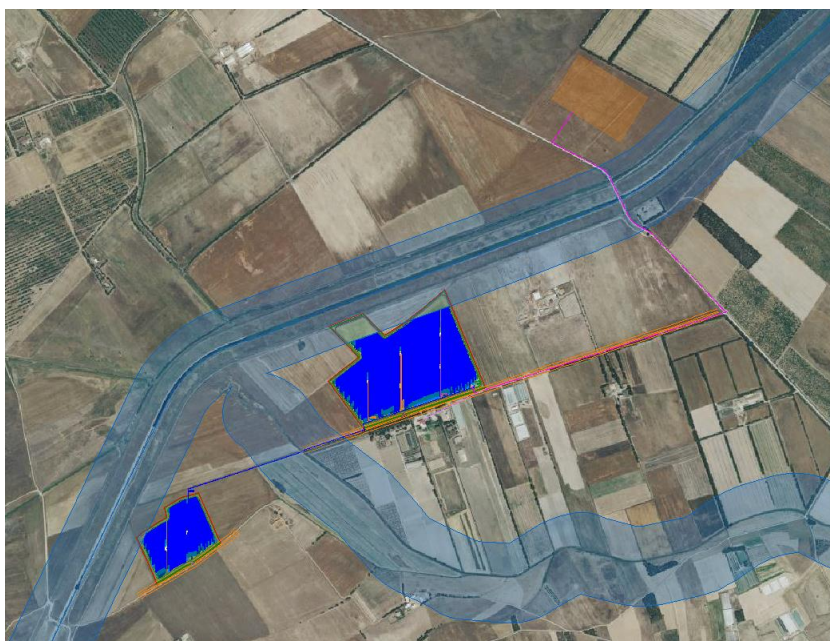
La posizione individuata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico agrivoltaico in oggetto ricade presso una vasta area agricola nei pressi del Comune di DECIMOPUTZU (SU), in località 'Mitza Canna e Coddu Serra Gureu', non distante dal centro abitato (circa 2,5 km); l'area dell'impianto, di cui una quota parte viene utilizzata anche per il posizionamento dei pannelli fotovoltaici e relative opere funzionali all'impianto di produzione dell'energia elettrica, e presenta le seguenti caratteristiche di identificazione geografica e tecniche:

COORDINATE GEOGRAFICHE DEL SITO	
Latitudine (N):	39.3652765
Longitudine (E):	8.8641107
Quota s.l.m. (m):	28



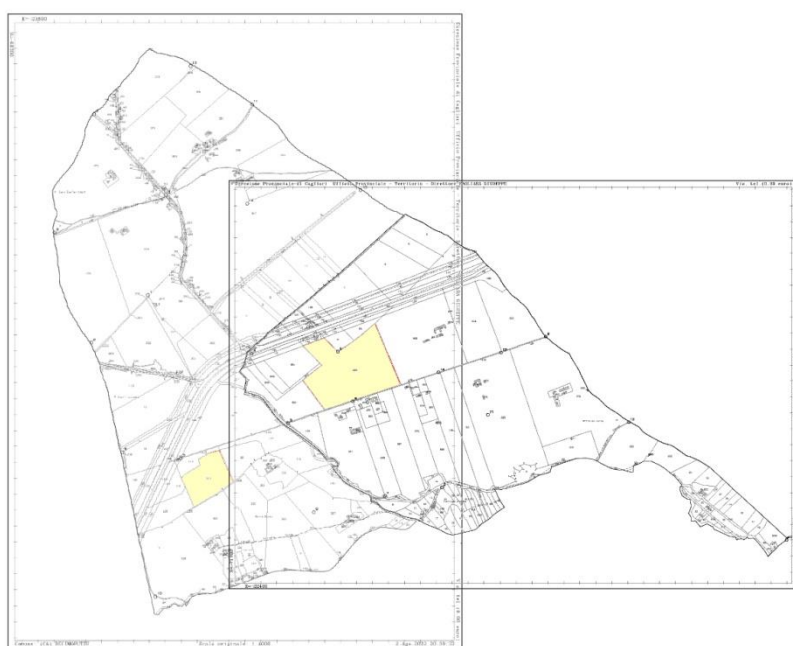
CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO:	VALORE:	U.M.
Potenza complessiva installata:	18'589.22	kWp
Potenza in uscita dagli inverter (ac):	17'750.00	kW
Potenza in immissione alla RTN:	17'750.00	kW
Singolo pannello FV	710	Wp
Numero di pannelli FV installati:	26'182	
Numero di pannelli FV per stringa:	26	
Numero di Inverter utilizzati:	60	
Tipo/Potenza degli inverter utilizzati:	300, 175	kW
Tipologie di strutture utilizzate:	Tracker, 1x26P, 1x13P, 1x7P, 1x6P	
Distanza di Pitch:	5.5	m
Numero di Cabine di Raccolta interne:	7	
Numero di linee in AT interne:	3	
Sistema di Accumulo – Potenza:	8'250	kW
Sistema di Accumulo – Energia:	22'000	kWh
Tensione in uscita dagli inverter:	800	V
Tensione in uscita dalla Cabina di Consegna	36	V
Corrente in uscita dalla Cabina di Consegna	299.65	A
Lunghezza della linea di connessione stimata:	2'169	m





## INQUADRAMENTO CATASTALE

L'area interessata dall'intervento è situata nella zona a sud del centro abitato di DECIMOPUTZU (SU), su un insieme di terreni adiacenti e appartenenti ai fogli del Catasto Terreni del Comune di DECIMOPUTZU (SU), come meglio illustrato anche nella relativa tavola di "Inquadramento Catastale – Piano Particellare" allegata al presente progetto. L'insieme dei terreni coinvolti va a delineare il perimetro dell'impianto fotovoltaico Agrivoltaico, così come qui sotto rappresentato.



---

### **3) DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO**

L'impianto Agrivoltaico in progetto si compone di 3 parti principali, tra loro interconnesse elettricamente, ciascuna delle quali assolve a un compito ben specifico ed essenziale per il funzionamento complessivo dell'impianto, e ciascuna ha le sue specifiche caratteristiche:

- IMPIANTO FOTOVOLTAICO (PANNELLI E CATENA DI TRASFORMAZIONE dc -> ac)
- IMPIANTO DI IMMAGAZZINAMENTO DI ENERGIA ELETTRICA (STORAGE / BESS)
- IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RTN (LINEA IN AT)

Andremo ora ad illustrare, in ordine inverso, ciascuna di queste sezioni.



---

## 4) IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RTN:

### PREMESSA

L'energia elettrica prodotta dai pannelli FV viene veicolata e convogliata alla RTN tramite apposita linea di connessione in AT, capace di **veicolare una potenza complessiva di 17'750 kW** ad una tensione di 36 kV.

La linea di connessione in progetto è un'opera necessaria per consentire all'impianto fotovoltaico Agrisolare di poter immettere in rete l'energia elettrica prodotta durante il suo funzionamento.

In base alla STMG ricevuta e accettata (codice Terna: 202203595), il nuovo impianto fotovoltaico agrivoltaico **"verrà collegato collegata in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV "Tuili – Villasor" e "Taloro – Villasor"**, al fine di poter riversare l'energia elettrica prodotta nella RTN di TERNA.

Nello schema unifilare dell'impianto fotovoltaico, per la sezione in AT, sono stati indicati tutti i dispositivi necessari -secondo quanto indicato dall'allegato A.02 del codice di rete - che sono stati previsti nella presente ipotesi di connessione iniziando da quelli che, dentro la Cabina di Raccolta Generale, ricevono le linee a 36 kV (AT) dalle diverse Cabine di Raccolta di Area, fino all'interruttore generale dell'impianto fv (e relativa protezione di interfaccia).

### CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO

Il percorso del cavidotto è stato studiato per minimizzare, per quanto possibile, la sua lunghezza e l'interazione con l'ambiente circostante; la distanza tra la Cabina di Raccolta Generale di Impianto fotovoltaico (C-00) e la S.E. di TERNA a cui ci si conetterà è di circa **2'169** metri.

La scelta del tracciato del cavidotto scaturisce da un processo di valutazione che ha cercato limitare ed ove possibile eliminare gli oneri ambientali legati alla realizzazione dell'opera. Il percorso del cavidotto è stato dunque studiato per minimizzare, per quanto possibile, la sua lunghezza e l'interazione con l'ambiente circostante. In particolare, la scelta ha cercato di coniugare i seguenti principi:

- evitare interferenze con ambiti tutelati ai sensi dei vigenti piani urbanistico-territoriali-paesaggistici-ambientali;
- minimizzare la lunghezza dei cavi al fine di ottimizzare il layout elettrico d'impianto,
- garantire la massima efficienza, limitare e contenere gli impatti indotti dalla messa in opera dei cavidotti;
- limitare i costi sia in termini ambientali che monetari legati alla realizzazione dell'opera;
- utilizzare, ove possibile, la viabilità esistente, al fine di limitare l'occupazione territoriale;
- garantire la sicurezza dei cavidotti, in relazione ai rischi di spostamento e deterioramento dei cavi;
- garantire la fattibilità della messa in opera limitando i disagi legati alla fase di cantiere.

Per tutti gli ulteriori dettagli riguardanti le analisi dei luoghi, dei vincoli e delle eventuali interferenze lungo il percorso del cavidotto si rimanda ai relativi elaborati specialistici di progetto.

---

## AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell' elettrodotto; nel caso specifico esse hanno un'ampiezza di 1.5 m dall' asse linea per parte per il tratto in cavo interrato.

Il vincolo preordinato all' esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate", che equivalgano alle zone di rispetto di cui all' art, 52 quater, comma 6. del Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

Ad una prima analisi, da confermare poi in fase di progettazione esecutiva, l'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di 4.00 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato in AT. Pertanto, ai fini dell' apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Le "fasce di rispetto" sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all' interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore. da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008. Il tracciato del cavidotto non intercetta centri abitati. Nel suo percorso lungo gli assi stradali incontra insediamenti ascrivibili alla categoria edificato in aree agricole. Trattasi di strutture funzionali alle attività agricole e non residenziali.

Per quanto concerne le infrastrutture tutto il tracciato del cavidotto, come già scritto, si sviluppa lungo le strade esistenti, sia di penetrazione agraria, sia comunali.

## QUADRO NORMATIVO

La realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, protezioni, segnaletica) è disciplinata dalla Norma CEI 11-17. Nello specifico, la norma stabilisce che al fine di garantire l'integrità dei cavi, nel caso di cavi MT posati a profondità inferiori a 1 m, sia predisposta una robusta protezione meccanica in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto).

Il Nuovo Codice della Strada prescrive che la profondità minima di posa per le strade di uso pubblico ricada ad 1 m dall'estradosso della protezione:

- Per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato la norma CEI 11-17 stabilisce la profondità minima di posa in 0,6 m (su terreno privato) e 0,8 m (su terreno pubblico).
- In aggiunta alle prescrizioni normative, è buona pratica attenersi ai seguenti principi informativi:

- i cavidotti, anche se posati a profondità superiore a 60 cm, siano sempre dotati di una protezione meccanica supplementare (tegolo o lastra);
- i cavidotti posati a profondità compresa fra 40 cm e 60 cm siano annegati in un getto di calcestruzzo (cemento magrone con dosaggio inferiore a 150 kg/m<sup>3</sup>);
- i cavidotti posati a profondità inferiore a 40 cm o comunque transitanti all'interno dell'edificio servito (detto percorso dovrà sempre essere il più breve possibile) siano installati all'interno di un tubo in acciaio dotato di una protezione meccanica supplementare (tegolo o lastra);
- il percorso dei cavidotti dovrà essere tale da consentire un'agevole stesura dei cavi possibilmente senza dover ricorrere all'uso di pozzetti rompitratta;
- qualora fosse necessario ricorrere a pozzetti rompitratta, questi dovranno presentare dimensioni idonee (indicativamente 600 x 600 mm o 1000x1000 mm).

Qualunque sia la profondità di installazione dei cavidotti, è sempre prevista la posa di un nastro monitoro ad una distanza di circa 20-30 cm sopra la tubazione in modo da segnalarne la presenza durante eventuali scavi.

## PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO

L'impianto fotovoltaico in progetto ha una potenza in uscita dalla Cabina di Raccolta Generale C-00 che è pari a **17'750 kW**, mentre la sua distanza stimata dal punto di connessione alla RTN TERNA indicata in STMG è di **2'169 km**.

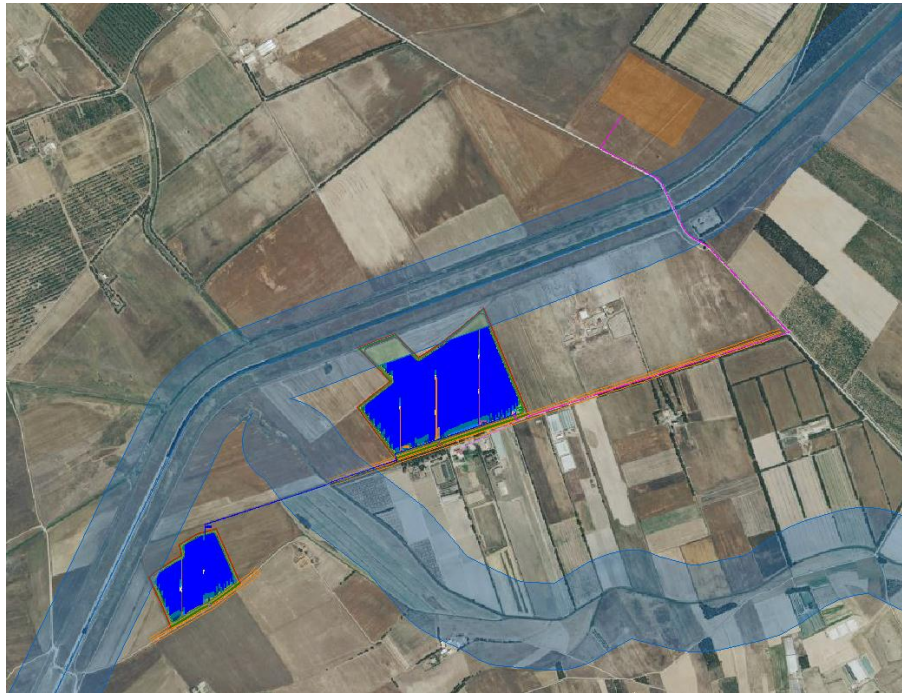
Il livello di tensione in uscita dall'impianto fotovoltaico è stato fissato a **36 kV (AT)**.

La potenza in transito nella linea è pari alla massima potenza dell'impianto fotovoltaico da essa servito, poichè il sistema di storage annesso sarà dotato di un sistema di gestione e controllo tale da impedire che la potenza immessa in rete superi quella autorizzata da TERNA in STMG. Dunque, il sistema di storage sarà capace di controllare la potenza totale da veicolare sulla connessione.

Da osservare inoltre che, cautelativamente, la potenza indicata in progetto è la somma delle potenze in uscita dagli inverter e pertanto la potenza reale in uscita sarà inferiore a causa delle perdite di trasformazione e delle perdite di trasmissione lungo le linee AT interne.

L'elettrodotto completo sarà costituito da una linea elettrica in cavo interrato, i cui dati salienti possono essere così riassunti:

	Lunghezza (m)	Potenza (kW)	Tensione (kV)	Tipo:	Corrente: (A)
Tratto A	2'169	17'750	36	AT	299.65



Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto in modo continuativo.

Se si considera che l'impianto erogherà una potenza di **17'750 kW** alla tensione di 36 kV, assumendo un funzionamento a  $\cos \varphi = 0.95$  avremo:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi}$$

Ossia la corrente massima è pari a: **I = 299.65 A**

Considerando che il cavo verrà posato su cavidotto interrato, avremo le seguenti condizioni di posa:

- il cavo verrà posato direttamente nel terreno, su letto di sabbia;
- Il cavo avrà una formazione unipolare con posa a triangolo;
- la profondità di posa è di 1.50 m;
- la temperatura del terreno è stimata in  $T_G = 10^\circ \text{C}$ ;
- la temperatura esterna è valutata in  $T_o = 30^\circ \text{C}$ ;
- la resistività termica del terreno è stimata in 1.2 Km/W;
- dati i valori di corrente si stimano 2 corde per fase in posa a terra (posa tipo D2);

Sono stati scelti dei valori piuttosto cautelativi. In conseguenza alle ipotesi di progetto, da una tabella di portata di cavo TRIPOLARE in alluminio (ad esempio quella della Trathos HV, per cavi in alluminio in AT) si ricava che la corrente riparametrata può essere trasportata dalla seguente formazione:

**3x(1x240) mmq su linea tripolare pura.**

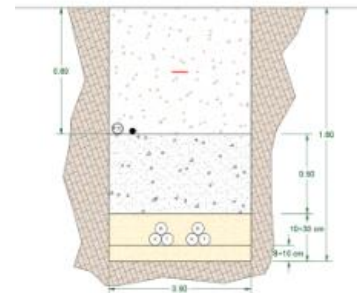
---

Il cavo scelto risulta capace di trasportare la corrente riparametrata con un buon margine rispetto alla massima portata del cavo stesso.

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti pertanto i seguenti componenti:

**Tratto in AT:**

- Cavo unipolare in alluminio, tipo TRATHOS 26/45 kV;
- Formazione della linea: 3x(1x240) mmq;
- Modalità di posa del cavo a triangolo;
- Cavo in fibra ottica per telecomunicazioni;
- Nastro segnalatore;
- Profondità di posa per cavidotto interrato:  $\geq 1.50$  m.



## MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità che dipende dal livello di tensione delle linee che vi transitano, come indicato in precedenza, con disposizione delle fasi a trifoglio/triangolo se il cavo è unipolare.

Tutti i cavi verranno alloggiati su letto di sabbia e ricoperti ancora con sabbia, e subito sopra con terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar".

I cavi saranno inoltre protetti e segnalati superiormente da un nastro segnaletico interrato a minore profondità, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 4-6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o in tubazioni metalliche contenitive potranno essere adottate per attraversamenti specifici o in caso di particolari criticità e/o esigenze particolari che –pur non essendo esplicitamente indicate nel presente progetto- potrebbero emergere in fase esecutiva.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, essi saranno posati in più tempi in modo da poter destinare al transito veicolare, in qualsiasi condizione, almeno una metà della carreggiata qualora essa dovesse essere interessata da tagli e/o scavi. In alternativa, e per casi particolari, potrà essere utilizzato il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata (TOC), che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni da adottare.

---

In alcuni tratti del percorso dei cavidotti, a causa delle problematiche riscontrate già in sede progettuale, è stato previsto l'utilizzo della Trivellazione Orizzontale Controllata (o teleguidata) per evitare tagli stradali, disservizi e altre situazioni problematiche di passaggio dei cavi.

Questa tecnica permetterà di effettuare il passaggio dei cavi in maniera invisibile e senza creare interruzioni al traffico (caso di tagli stradali) o altri disservizi.

### *Temperature di posa*

Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, la loro temperatura - per tutta la loro lunghezza per tutto tempo in cui essi possono venire piegati raddrizzati non deve essere inferiore a -25° C.

### *Raggi di curvatura dei cavi*

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi. Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, se non altrimenti specificato dalle norme particolari o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere inferiori ai seguenti:

- cavi sotto guaina di alluminio, con o senza altri tipi di rivestimento metallico: 30 D;
- cavi senza guaina di alluminio, sotto guaina di piombo, con o senza altri tipi di rivestimento metallico: 16 D;
- cavi senza guaina di alluminio o di piombo, ma dotati di altro rivestimento metallico quale armatura, conduttore concentrico, schermatura a fili o nastri (inclusi i nastri sottili longitudinali placati o saldati): 14 D;
- cavi senza alcun rivestimento metallico: 12 D;

Dove D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati, il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1.5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior diametro. Nel caso di cavi senza alcun rivestimento metallico, il raggio minimo di curvatura sopra indicato vale per conduttori di classe 1 e 2 (definita secondo la Norma CEI 20-29); per cavi con conduttori di classe 5 e 6 (sempre secondo la Norma CEI 20-29) tale raggio può essere ridotto del 25%.

Nel caso di posa in condizioni favorevoli, i raggi di curvatura sopra indicati possono essere ridotti per arrivare fino alla metà per curvatura finale eseguita su sede sagomata e con temperatura non inferiore a 15° C, salvo diversa indicazione del fabbricante.

### *Sollecitazione a trazione*

Durante l'installazione i cavi saranno soggetti a sforzi permanenti di trazione, pertanto si adotteranno cavi (autoportanti con organo portante) in grado di sopportare la trazione. Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non vanno applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori, per i quali d'altronde sarà garantito di non superare mai una sollecitazione di 18 kN per conduttori di rame e 9 kN per conduttori di alluminio.

---

Se il cavo è provvisto di un'armatura, a fili o piattine, necessaria quando il previsto sforzo di tiro supera il valore sopportabile dai conduttori come detto sopra, la forza di tiro va applicata all'insieme dei conduttori e dell'armatura, ma non deve superare del 25% le sollecitazioni ammissibili sui conduttori di cui al capoverso precedente. Si adotteranno accorgimenti tali da impedire la rotazione del cavo sul proprio asse quando è sottoposto a tiro.

### *Cavi interrati*

I cavi interrati saranno muniti di guaina protettiva. I cavi non muniti di armatura metallica o di altra protezione meccanica equivalente come sopra saranno posati con una protezione meccanica supplementare. I componenti e i manufatti adottati per tale protezione saranno progettati per sopportare, in relazione alla profondità di posa, le prevedibili sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo.

Le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo per le modalità di posa saranno, in funzione della tensione delle linee che vi corrono, le seguenti:

- BT: 80 cm
- MT: 100 cm
- AT: 150 cm

Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possono essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche, da valutare caso per caso.

I percorsi interrati dei cavi saranno segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi. Rispondono a tale scopo:

- le protezioni meccaniche supplementari suddette:
- i nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0,2 m al di sopra dei cavi.

### *Cavi muniti di guaina*

Quando un cavo è soggetto a carico variabile, esso subisce dilazioni e contrazioni che assai difficilmente si distribuiscono lungo tutto il percorso e che provocano movimenti longitudinali e trasversali del cavo. Specialmente nel caso dei cavi unipolari, tali movimenti, soprattutto se concentrati in pochi punti del percorso, possono provocare la fessurazione della guaina metallica per fenomeni di fatica. Pertanto, quando un cavo munito di guaina metallica è posato in modo tale che i suoi movimenti non risultano impediti lungo tutto il percorso, saranno presi opportuni accorgimenti per distribuire e controllare l'ampiezza di tali movimenti (onde evitare il verificarsi degli inconvenienti sopra richiamati).



---

## PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

### *Effetti Termici*

Il riscaldamento dovuto ad una sovracorrente provoca dilatazioni tra i vari componenti metallici e non metallici del cavo le quali, sovrapponendosi alle condizioni di ridotta resistenza dei materiali riscaldati, possono causare lesioni o invecchiamenti tali da rendere inutilizzabile il cavo. Le protezioni contro le sovracorrenti saranno previste in maniera tale da contenere le temperature massime dei conduttori entro i limiti stabiliti in questo caso i valori delle temperature massime di esercizio e di cortocircuito nel caso dell'isolante in cavo di polietilene reticolato XLPE (E4) max temperatura di esercizio 90° C e max temperatura di c.to c.to 250° C che danno un valore del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori di rame 143 e di alluminio 192.

### *Effetti Dinamici*

Per i cavi unipolari e per i cavi multipolari ad elica visibile, gli effetti dinamici sono assorbiti dai dispositivi di fissaggio dei cavi che devono essere conseguentemente dimensionati e distanziati.

### *Dispositivi di Protezione*

Nelle linee in cavo i conduttori attivi devono essere protetti mediante installazione di uno o più dispositivi di interruzione automatica, tra loro coordinati, contro i sovraccarichi e contro cortocircuiti che assicurino l'interruzione dei conduttori di fase. Tali dispositivi possono assicurare:

- a) unicamente la protezione contro sovraccarichi;
- b) unicamente la protezione contro i cortocircuiti;
- c) la protezione contro entrambi i tipi di sovracorrente.

Nel caso a) essi possiedono generalmente un potere di interruzione inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nell'impianto, ma devono essere in grado di sopportare tale corrente per la durata richiesta per il funzionamento dei dispositivi di protezione contro cortocircuito; nel caso b) essi devono possedere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono stati installati; nel caso c) essi devono sopportare e interrompere ogni corrente compresa tra il valore della loro corrente convenzionale di funzionamento ed il valore della corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono installati.

### *Protezione contro le Correnti di Cortocircuito*

Le linee in cavo devono essere di norma protette contro le correnti di cortocircuito da dispositivi situati a monte della linea, con tempi di intervento sufficientemente rapidi da evitare danni non accettabili al cavo. Ad evitare il deterioramento dell'isolamento, il tempo di intervento deve essere tale che la temperatura dei conduttori non superi il limite massimo ammesso per qualunque valore di sovracorrente risultante da un cortocircuito in ogni punto del cavo protetto.

---

### ***Protezione contro le Correnti di Sovraccarico***

La protezione dei cavi contro i sovraccarichi avrà lo scopo di prevedere la loro interruzione prima che si possano verificare effetti nocivi sia ai componenti del cavo, sia alle connessioni, sia all'ambiente esterno limitrofo. Le protezioni saranno situate sia a monte che a valle del cavo, in corrispondenza dei punti di prelievo del carico.

### ***PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI***

#### ***Uso dei rivestimenti metallici dei cavi come protezione contro i contatti diretti e indiretti***

Le guaine metalliche, i conduttori concentrici, gli schermi metallici e le armature, se rispondenti alle prescrizioni delle norme relative, sono mezzi di protezione sufficienti contro i contatti diretti, purché siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) il rivestimento metallico sia posto sotto una guaina non metallica qualora esista pericolo di danneggiamento chimico meccanico;
- b) sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorso del cavo;
- c) il rivestimento metallico sia messo a terra rispettando le disposizioni;
- d) la resistenza elettrica del rivestimento metallico insieme con quella dei relativi collegamenti a terra e di continuità sia tale da rispondere ai requisiti.

Nel caso di terne di cavi unipolari, la continuità dei rivestimenti metallici sarà assicurata anche quando si ricorra alla loro trasposizione ciclica su tre tratti di lunghezza praticamente uguale in modo da annullare la tensione complessiva indotta nella guaina o schermo metallico.

#### ***Messa a terra del rivestimento metallico dei cavi***

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento, per collegamenti di grande lunghezza sarà inserita a messa a terra del rivestimento metallico in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km.

Per collegamenti corti, in genere non superiore al Km, è pure consentita la messa a terra del rivestimento metallico in un sol punto purché vengano adottate le seguenti precauzioni:

- in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni attive ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma CEI 11-1;
- la guaina non metallica di protezione del cavo deve essere in grado di sopportare la massima tensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

Per i sistemi di Alta Tensione dove il neutro è francamente collegato a terra e le correnti di guasto a terra sono molte elevate, sarà raccomandabile installare parallelamente ai cavi un conduttore di terra di sezione adeguata a sopportare le correnti di guasto e ridurre le sovratensioni transitorie di sequenza zero.

---

Dove il cavo ha più rivestimenti metallici, essi saranno connessi in parallelo, salvo nel caso di cavi appartenenti a circuiti di misura o segnalamento. Per il collegamento tra il rivestimento metallico del cavo ed il conduttore di terra, verrà ammesso l'impiego di adeguati connettori a compressione; inoltre, per i cavi con rivestimento metallico nastri o a tubo, è anche ammessa la saldatura dolce o la brasatura. In ogni caso occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche delle guaine o dei rivestimenti metallici, i loro collegamenti a terra, incluse le connessioni, siano tali da escludere il proprio danneggiamento e quello delle guaine rivestimenti metallici per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

### ***Lavori su linee in cavo***

Quando si fanno lavori lungo un cavo con rivestimento metallico, occorre premunirsi da eventuali trasferimenti di tensioni pericolose di terra o collegando il rivestimento metallico del cavo stesso a tutte le altre masse metalliche accessibili o prendendo precauzioni per isolare gli operatori dalle parti pericolose.

### ***Messa a terra delle parti metalliche delle canalizzazioni***

Tutte le parti metalliche destinate a sostenere o contenere cavi di energia ed i loro accessori verranno elettricamente collegate tra loro a terra secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-1. Per i collegamenti in cavo in AT, con neutro francamente a terra, si dovranno mettere a terra le parti metalliche.

## ***MISURE DI PROTEZIONI DEI CAVI***

### ***Protezione meccanica base***

Le canalizzazioni devono essere scelte in modo da prevenire danni aventi origine da azioni meccanica esterna. Nelle installazioni fisse, quando esiste il pericolo di danneggiamento meccanico, la protezione può essere fornita dal cavo stesso o dal metodo di installazione o dalla combinazione dei due moduli di protezione. Una protezione meccanica adeguata può ritenersi realizzata in condizioni ordinarie in caso di:

- cavi con rivestimento metallico conforme alla prescrizioni;
- cavi installati in tubi metallici, in materiale plastico, in condotto, in cunicolo o in canale;

tutti gli altri tipi di canalizzazione devono essere installati in posizioni tali da escludere la possibilità di danneggiamento meccanico, oppure devono essere protetti contro il danno meccanico con mezzi adatti che offrano un grado equivalente di protezione.

### ***Protezione contro le vibrazioni***

Le canalizzazioni sostenute o fissate a strutture o ad apparecchiature soggette a vibrazioni saranno di tipo adatto a sopportare tale sollecitazione. Precauzioni verranno prese in particolare nell'impiego di conduttori massicci, guaine metalliche, ecc.

---

### ***Protezione contro le sollecitazioni termiche esterne***

I cavi non verranno installati nei luoghi in cui la temperatura ambiente possa eccedere la massima temperatura di servizio dei cavi indicata nelle rispettive Norme diminuita di -5°C. Le canalizzazioni dovranno essere installate a distanza sufficiente da sorgenti di calore ad alta temperatura, o devono essere separate da tali sorgenti per mezzo di schermi isolati termici ed eventualmente raffreddate.

### ***Esposizione all'acquale condizioni di esposizioni all'acqua nelle quali i diversi tipi di cavo possono essere impiegati.***

Per quanto riguarda i cavi ad isolamento estruso destinati a sistemi con tensione nominale di 10 kV o superiore, la loro idoneità a funzionare in luoghi umidi dipende da vari fattori, quali il tipo di isolante, la tecnologia costruttiva, il gradiente elettrico di dimensionamento ed il rischio di perforazione accettabile dall'utilizzatore. Una guaina metallica, adeguatamente protetta contro il pericolo di corrosione, impedisce l'infiltrazione di umidità nell'isolante.

Nelle condizioni di esposizione all'acqua tutto il materiale metallico delle canalizzazioni deve essere adeguatamente protetto contro la corrosione interna ed esterna con una copertura di materiale resistente alla corrosione e non deve essere posto in contatto con altri metalli che possono dare origine a coppie elettrolitiche. Gli accessori devono essere a tenuta stagna; inoltre gli isolatori delle terminazioni devono avere una linea di fuga adeguata e devono essere costruiti con materiale resistente all'erosione superficiale causata dalle correnti di fuga.

### ***Drenaggi***

La condensa o penetrazione di acqua sarà prevenuta o eliminata mediante adatti accorgimenti di installazione o adatti dispositivi di drenaggio. I cunicoli, qualora la stagnazione di acqua possa determinare corrosioni, avranno il fondo leggermente inclinato, in modo da permettere l'evacuazione dell'acqua.

### ***Esposizione alla presenza di flora***

Canalizzazioni esposte alla prevedibile presenza di flora saranno scelte e installate in modo da ridurre la possibilità di danneggiamento, in particolare ci si deve premunire dagli effetti meccanici dovuti allo sviluppo di radici, dagli effetti coibenti termici dovuti a depositi o ricoprimenti vegetali, nonché dagli effetti corrosivi degli umori vegetali.

### ***Esposizione alla presenza di fauna***

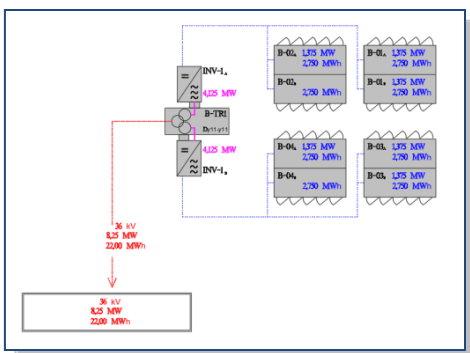
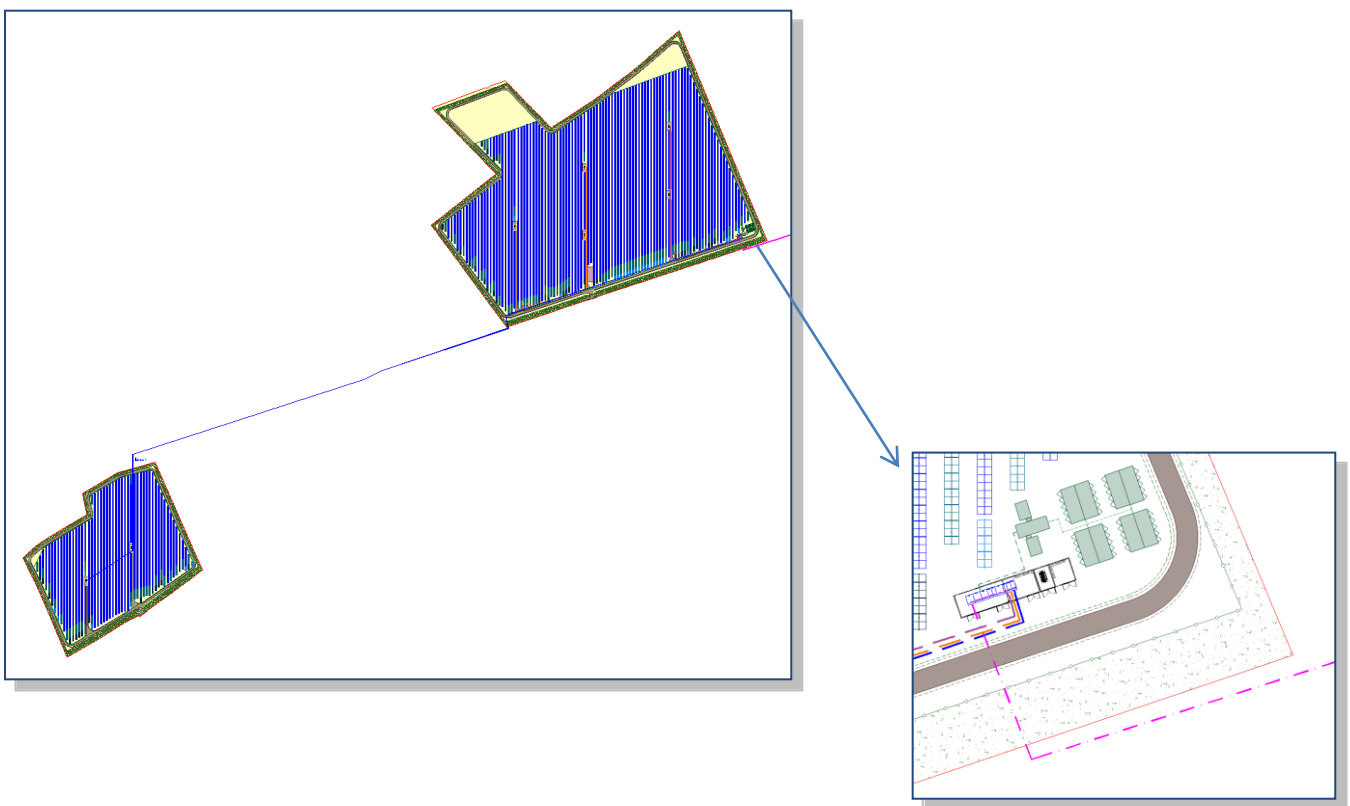
Canalizzazione esposte alla prevedibile presenza di fauna saranno scelte e installate in modo da ridurre al minimo la possibilità di danneggiamento.

Se è prevedibile la presenza di roditori, i cavi saranno protetti da ricopertura metallica o da un equivalente protezione estera; se è prevedibile la presenza di termiti, i cavi saranno protetti con una guaina appropriata o con una equivalente protezione esterna; sarà prevista la presenza di animali aggredenti il piombo, questo sarà protetto da apposito rivestimento.

## 5) IMPIANTO DI ACCUMULO:

L'impianto di accumulo di tipo elettrochimico (BESS) della potenza di **8'250 kW** ed energia pari a **22'000 kWh** sarà ubicato nella parte sud-ovest dell'impianto, nelle vicinanze della Cabina di Raccolta GENERALE, al fine di ridurre il più possibile la lunghezza dei collegamenti elettrici e minimizzare così le perdite per effetto Joule sui cavi, dovute alla forte potenza che potrà transitare su quelle linee. Inoltre, l'area identificata permette di effettuare una "segregazione" dell'impianto di Storage rispetto al resto dell'impianto. Per il dimensionamento e le caratteristiche principali dell'impianto si rimanda al relativo elaborato di progetto

(RELAZIONE STORAGE).



---

## 6) IMPIANTO FOTOVOLTAICO AGRIVOLTAICO:

L'impianto fotovoltaico Agrivoltaico del presente progetto è di tipo "grid-connected", con una potenza dei pannelli fotovoltaici installati pari a **18'589.22 kW<sub>p</sub>**, una potenza in immissione alla RTN (P.O.I.) pari a **17'750kW**, una producibilità di energia elettrica stimata in **34'707'386 kWh/anno** (vedi capitolo relativo alla producibilità) con una producibilità specifica di **1'867.07 kWh/KW<sub>p</sub>**, e sarà dotato di un sistema di accumulo di tipo elettrochimico (BESS) della potenza di **8'250 kW** e con energia accumulata pari a **22'000 kWh**, che permette alla sezione di accumulo di erogare la piena potenza per circa 3 ore o di assorbire la massima potenza di produzione dell'impianto FV per circa un'ora.

### CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Il presente progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico agrivoltaico a terra con pannelli FV posizionati su Tracker monoassiali ad asse N-S, con formazione 1P, azimut=0°, Tilt= ±60°, distanza tra le carpenterie pari a 1 m, e distanza tra le file (Pitch) pari a 5.5 m.

L'impianto prevede l'utilizzo di pannelli fotovoltaici monocristallini con potenza di **710 Wp**, di tipo bifacciale (*RECOM-RCM-710-8DBHM -710 Wp HJT Bifacial - 132 cells*), collegati elettricamente in stringhe da 26 pannelli, che meccanicamente saranno alloggiati in strutture Tracker, con angolo di inclinazione di 23°, e utilizzate in quattro formati:

- Tracker 1x26 P, configurato per movimentare ciascuno n° 26 moduli fotovoltaici (1 stringhe);
- Tracker 1x13 P, configurato per movimentare ciascuno n° 13 moduli fotovoltaici (1/2 stringa);
- Tracker 1x7 P, configurato per movimentare ciascuno n° 7 moduli fotovoltaici (1/4 stringa);
- Tracker 1x6 P, configurato per movimentare ciascuno n° 7 moduli fotovoltaici (1/4 stringa);

Complessivamente saranno posizionati e connessi elettricamente **26'182 pannelli fotovoltaici** a formare 1'007 stringhe di 26 pannelli ciascuna, la cui energia sarà convertita dalla forma "continua" a quella "alternata" mediante 60 inverter trifase tipo HUAWEI-SUN2000-330KTL-H1 da 300 kVA, dislocati all'aperto in apposita struttura di supporto e posizionati in maniera baricentrica rispetto alle aree da essi servite.

Un numero elevato di pannelli in serie ha il vantaggio di elevare la tensione di stringa e ridurre, di conseguenza, sia la corrente di stringa che le perdite sui relativi cavi in corrente continua.

---

L'impianto è internamente suddiviso in 7 aree, contenenti ciascuna la propria "Cabina di Raccolta di Area" (o Cabina di Campo) con al suo interno di un trafo da **2.70 MVA** (Cabina Tipo I) o da **2.90 MVA** (Cabina Tipo II e Tipo III) o da **1.40 MVA** (Cabina Tipo III) che raccoglierà l'energia prodotta dagli inverter della relativa area, e ne eleverà la tensione a 36 kV.

La potenza complessiva installata a terra risulta pari a 18'589.22 kWp, la potenza nominale in uscita dagli inverter è di 17'750.00 kW e la potenza in Immissione (a fine linea) su RTN è pari a 17'750 kW.

Date le notevoli dimensioni e la particolare conformazione dell'impianto, esso è stato elettricamente suddiviso in 7 aree, contenenti ciascuna una Cabina di Raccolta di Area (Power Station) e tra loro interconnesse tramite linee interrato con cavidotto in AT a 36 kV per il trasporto dell'energia verso la Cabina di Raccolta Generale, ubicata a nord dell'impianto.

Sono previste 3 linee dorsali in AT a 36 kV, su cavidotto interrato, per il collegamento delle 7 Power Station tra loro e verso la Cabina di Raccolta Generale (C00).

Le stringhe saranno a loro volta connesse elettricamente agli ingressi degli inverter tramite cavi solari, appositi per corrente continua e per queste particolari installazioni all'aperto e ad esposizione diretta/indiretta dei raggi UV. I collegamenti elettrici da ciascuna stringa al relativo inverter saranno posati su apposita canaletta a rete metallica, fissata alla struttura stessa in posizione appena sotto le strutture di supporto ai pannelli fv (vele), così da essere anche protetta dall'irraggiamento diretto. In alcuni tratti tuttavia, in cui si passa da una fila di pannelli a quella successiva, i cavi andranno a passare su cavidotto interrato.

Gli inverter saranno disposti all'aperto, in posizione tale da ottimizzarne i collegamenti delle stringhe che vanno a raccogliere e dunque per quanto possibile saranno baricentrici rispetto alle aree servite.

A loro volta gli inverter saranno collegati al relativo quadro di raccolta BT, contenuto all'interno della Cabina di Raccolta di Area, tramite linee trifase (linea trifase pura) ad 800 V / 50 Hz che passeranno all'interno di cavidotti interrati, con profondità di posa di almeno 80 cm dal livello del suolo, secondo quanto indicato nelle relative tavole di progetto.

Le 7 "macro aree" in cui è stato suddiviso l'impianto sono "servite" ciascuna da una **Cabina di Raccolta di Area** di tipo compatto (Smart Transformer Station), prefabbricata e pre-assemblata, che al suo interno contiene tutti i dispositivi di sezionamento e protezione delle linee che gli arrivano dagli inverter di campo, i sistemi di controllo accessori e un trasformatore elevatore di tipo BT/AT da 0.8/36 kV necessario per adeguare i parametri di tensione e corrente in arrivo dagli inverter a valori più adatti per trasmettere su lunghe distanze la grande quantità di energia raccolta.

La posizione di ciascuna cabina viene scelta, in analogia a quanto già detto per gli inverter di campo, in modo tale che risulti quanto più possibile baricentrica rispetto alle potenze elettriche da essa raccolte.

Infine le Cabine di Raccolta di Area saranno collegate tra loro tramite delle linee elettriche in AT a 36 kV, passanti su cavidotto interrato (dorsali interne all'impianto fv), e sono state raggruppate in modo da ottimizzare le potenze raccolte da ciascuna linea.



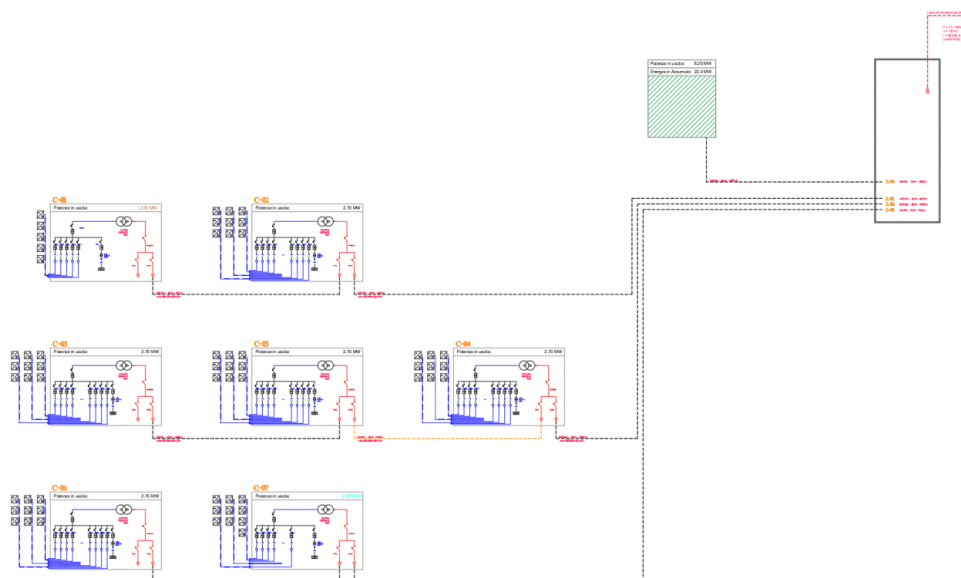
Queste linee arriveranno alla **Cabina di Raccolta Generale** dell'impianto, nella quale saranno presenti i dispositivi di controllo e sezionamento generale dell'intero impianto fotovoltaico e dalla quale avrà origine la linea elettrica di connessione dell'impianto stesso alla RTN di TERNA.

Alla cabina C00 giungeranno anche le linee che veicolano l'energia dal/al sistema di accumulo previsto in progetto e facente parte integrante dell'impianto fv.

La struttura dell'impianto agrivoltaico può essere riassunta dalla seguente tabella:

Impianto: DECIMOPIUTZI-1-FV		Pann/stringa	Stringhe	Pannelli	Pot. Installata TOT	P Nominale	(IN/OUT)	POI	Tensione OUT:	Corrente OUT:	Storage: 8.25 MW	# Energia: 22.00 MWh				
Pitch = 5.5 m		710	26	1'007	26'182	18'589'220	4.73%	17'750'000	36'000	299.65						
RECOM-RCM-710-80BHM-710 Wp HJT bifacial - 132 cells																
Tipo A	Pannello	Pann/string P-Str	Stringhe / INV	P IN Inverter	Tipo Inverter:	P OUT Inverter:	INV/TRAFO	P IN	Vin->Vout	P OUT	Cabine:	Stringhe	Pannelli	P IN	P OUT	
	710	26	18'460	17	313'820 SUN2000-330KTL-H1	1	300'000	4.61%	2'824'380	1131.78 V<=>800V~	2'700'000	5	765	19'890	14'121'900	13'500'000
Tipo B	Pannello	Pann/string P-Str	Stringhe / INV	P IN Inverter	Tipo Inverter:	P OUT Inverter:	INV/TRAFO	P IN	Vin->Vout	P OUT	Cabine:	Stringhe	Pannelli	P IN	P OUT	
	710	26	18'460	17	313'820 SUN2000-330KTL-H1	1	300'000	4.61%	2'824'380	1131.78 V<=>800V~	2'700'000	1	153	3'978	2'824'380	2'700'000
	710	26	18'460	10	184'600 SUN2000-18SKTL-M1	3	175'000	5.49%	184'600	1131.78 V<=>800V~	175'000	1	10	260	184'600	175'000
							10		3'008'980		1					
Tipo C	Pannello	Pann/string P-Str	Stringhe / INV	P IN Inverter	Tipo Inverter:	P OUT Inverter:	INV/TRAFO	P IN	Vin->Vout	P OUT	Cabine:	Stringhe	Pannelli	P IN	P OUT	
	710	26	18'460	17	313'820 SUN2000-330KTL-H1	1	300'000	4.61%	1'255'280	1131.78 V<=>800V~	1'200'000	1	68	1'768	1'255'280	1'200'000
	710	26	18'460	11	203'060 SUN2000-18SKTL-M1	3	175'000	16.03%	203'060	1131.78 V<=>800V~	175'000	1	11	286	203'060	175'000
							5		1'458'340		1					
											7					
													1'007	26'182	18'589'220	17'750'000

La tabella riassume, per tipologia di cabina, la struttura elettrica dell'impianto a partire dal numero di pannelli stringa, la potenza e relativa corrente in ingresso e in uscita dagli inverter in base al numero di stringhe che gli stessi raccolgono, la potenza e relativa corrente (ai diversi livelli di tensione) in ingresso e uscita al trasformatore di cabina, il numero di cabine per tipologia e i restanti parametri complessivi dell'impianto fv.



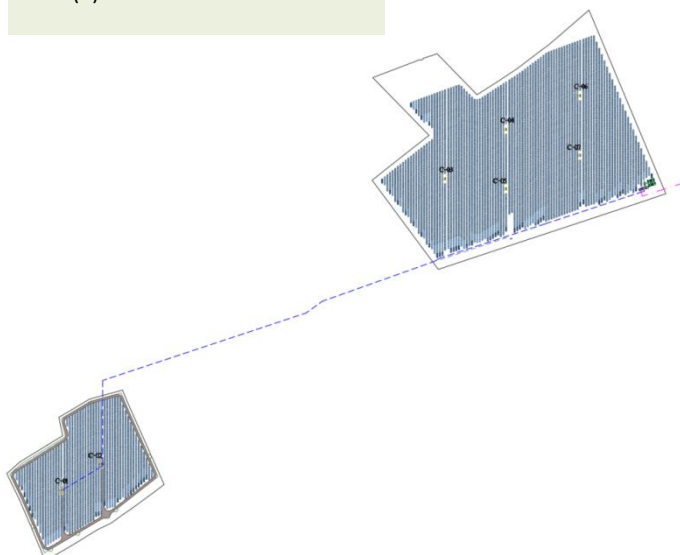
Le 7 cabine saranno tra loro collegate in gruppi, e servite da linee in entra-esce, tramite 3 linee. Queste linee conferiranno l'energia raccolta alla Cabina di Raccolta Generale (C00).

Dalla cabina C00 avrà origine la linea di collegamento tra l'impianto FV e la S.E. TERNA, per i quali dettagli si rimanda ai relativi elaborati di progetto.

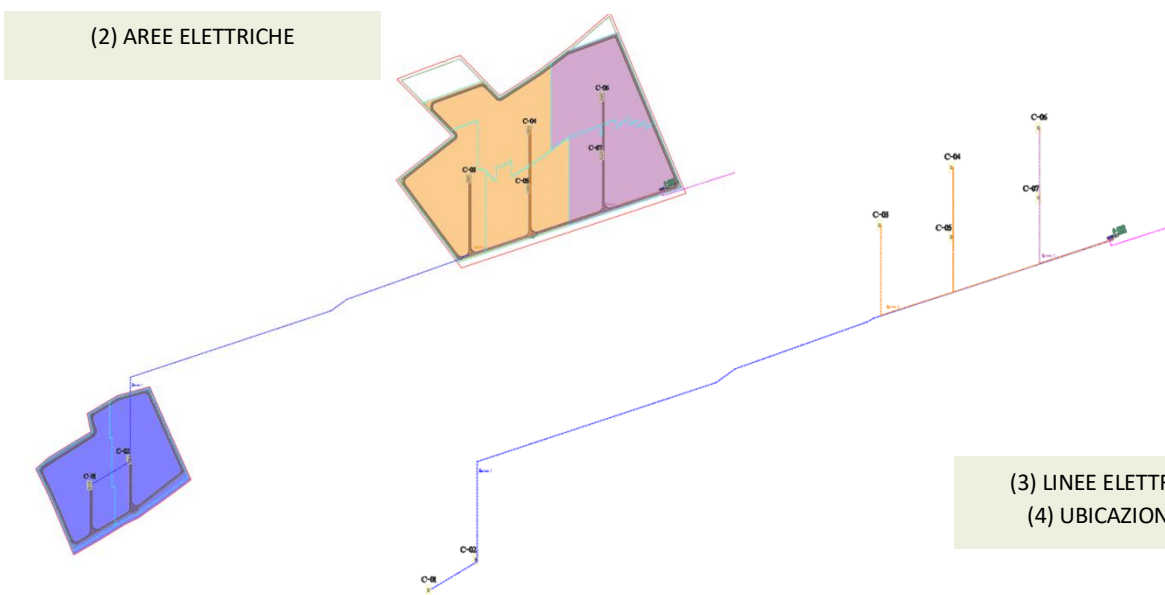
Le planimetrie sottostanti illustrano, da sinistra a destra:

- (1) il layout complessivo dell'impianto fotovoltaico in progetto;
- (2) la suddivisione in 7 "Aree elettriche" (ciascuna delle quali è servita da una cabina di Area) e il raggruppamento di aree servite dalla stessa linea di trasporto in AT;
- (3) l'ubicazione delle cabine –ciascuna all'interno di una delle 7 aree in cui è stato suddiviso l'impianto - con i principali percorsi dei cavidotti (linee AT);
- (4) le 3 linee interne, interrate, in AT per il trasporto dell'energia verso la Cabina di Raccolta Generale (C-00). Il sistema di STORAGE risulta ubicato nelle immediate vicinanze di C-00.

(1) LAYOUT IMPIANTO FV



(2) AREE ELETTRICHE

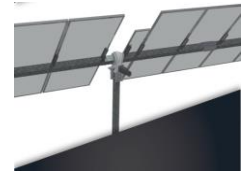


(3) LINEE ELETTRICHE IN AT  
(4) UBICAZIONE CABINE



## Strutture di sostegno per i pannelli FV (Tracker)

I pannelli fotovoltaici dell'impianto saranno montati su strutture di tipo Tracker, che permettono di sostenere i pannelli fotovoltaici in una posizione ad angolo fisso rispetto all'orizzonte.



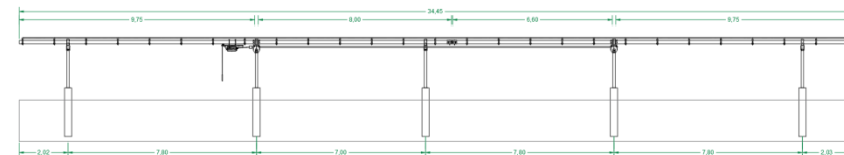
I Tracker sono composti da una parte fissa, ancorata al terreno mediante infissione di pali verticali (o altre soluzioni staticamente valide e adeguate al contesto e al terreno in cui dovranno essere ubicate) e una parte mobile ad essa ancorata sulla quale sono posizionati i pannelli fotovoltaici.

La struttura mobile viene orientata a sud, ed inclinata di un angolo di 23° per ottimizzare la quantità di energia annua che sarà captata dai pannelli su di essa montati.

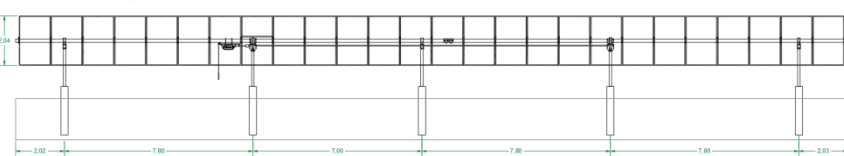
All'interno dell'impianto si prevede di utilizzare 26'182 pannelli fotovoltaici da 710 Wp che saranno alloggiati su 1'123 sulle seguenti strutture:

Struttura D	(1x6)	44	187'440
Struttura C	(1x7)	44	218'680
Struttura Media	(1x13)	100	923'000
Struttura Grande	(1x26)	935	17'260'100
Strutture Totali:		1'123	18'589'220

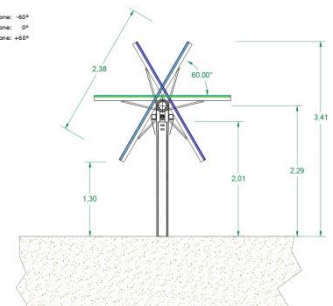
-PROSPETTO FRONTALE con angolo di rotazione pari a 0°



-PROSPETTO FRONTALE con angolo di rotazione pari a ±60°



— Angolo di Inclinazione: -60°  
— Angolo di Inclinazione: 0°  
— Angolo di Inclinazione: +60°



Per il posizionamento delle strutture (Tracker) si procederà ad attuare l'infissione dei pali nel terreno con metodologia che dipende dal tipo e dalla consistenza del terreno che si riscontra nelle diverse aree dell'impianto. Infatti, nei casi in cui il terreno sia relativamente morbido i pali potranno essere posizionati ed infissi con una macchina "battipalo" che provvederà ad affondare i pali verticali alla giusta profondità di infissione.

Invece, nelle aree in cui la consistenza del terreno e/o la presenza di rocce (o anche di pietrame o similari) dovesse rendere inefficace tale procedura, si dovranno necessariamente realizzare delle "pre-forature" sul terreno tramite apposito macchinario.



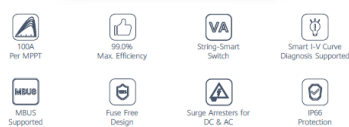
Una volta posizionati i pali di supporto, verrà poi eseguito il loro corretto allineamento e si potrà procedere al montaggio delle parti fisse di cornice, e successivamente al montaggio e collegamento dei pannelli fotovoltaici da essi movimentati.

### Sistema di conversione dc/ac (Inverter)

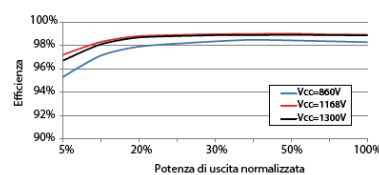
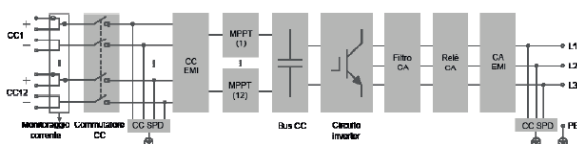
Saranno utilizzati complessivamente 60 Inverter con una potenza nominale di 300 kW alla tensione di 800 V ac su linea trifase, posizionati all'esterno delle cabine di Area in posizione baricentrica rispetto ai carichi elettrici che andranno a raccogliere..

Il dispositivo scelto possiede diversi circuiti MPPT per le linee in ingresso, con possibile parallelo di stringhe, con tensioni in ingresso fino a 1'500 Vdc e con una tensione in uscita ad 800 V ac trifase / 50 Hz, ed è dotato di sistemi di protezione (anti isola, sovracorrenti in ingresso e uscita, inversione della polarità in ingresso, controlli su guasto delle stringhe in ingresso, blocco di emergenza lato DC e lato AC, controllore dell'isolamento sui circuiti DC, etc), diagnosi e controllo remoto.

L'efficienza di conversione del dispositivo è indicata > del 99% (Efficienza Europea > 98.6%).



L'efficienza di conversione del dispositivo è indicata > del 99% (Efficienza Europea > 98.6%). Di seguito sono riportati i diagrammi circuitali dell'inverter e la curva di efficienza, ricavate dalle relative schede tecniche.



---

### *Trasformatori di potenza*

Il trasformatore elevatore BT/AT necessario per innalzare la tensione in uscita dagli inverter potrà essere sia di tipo “a secco” in resina (privo di olio), sia di tipo con isolamento in olio, ad alta efficienza e ridotta manutenzione; nell’impianto saranno utilizzati trasformatori da 2'700 kVA, da 2'900 kVA e da 1'400 kVA, di tipo Dyn11 0.8/36 kV /50 Hz -3f e del peso di circa 4/8 tonnellate.

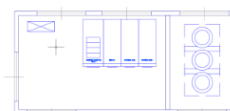


Il trasformatore sarà alloggiato in apposito locale segregato ed adeguatamente aerato all’interno di ciascuna delle Cabine di Raccolta di Area previste per l’impianto fotovoltaico.

Elettricamente il trafo sarà protetto da apposito interruttore automatico in AT ubicato a ridosso del trafo stesso e sempre all’interno della cabina di Area relativa, e sarà equipaggiato almeno con le seguenti protezioni: Massima corrente (relè 51S1 AT, 51S2 AT), Allarme/scatto Bucholz, Allarme scatto massima temperatura, Allarme minimo livello olio (se in olio). Svolge funzione di protezione anche l’interruttore automatico mt in BT a monte del trafo stesso, posizionato all’interno del quadro di raccolta, che potrà essere coordinato con l’interruttore AT a valle del trafo per garantire una migliore protezione.

### *Cabine di Raccolta di Area*

La cabina di Area sarà una cabina di tipo prefabbricato, compatto (dimensioni tipiche di 6'058x2'896x2'438 h mm), e sarà posizionata su adeguato basamento di sostegno a terra; al suo interno saranno installati il trasformatore BT/AT, i dispositivi di sezionamento e protezione delle linee AT a 36 kV in ingresso e in uscita dalla cabina, il quadro di raccolta (BT) delle linee elettriche in arrivo dagli inverter di campo, il dispositivo di misura dell’energia prodotta, il quadro dei servizi ausiliari alimentato dal relativo trafo Aux, le apparecchiature di telecontrollo e monitoraggio e quant’altro necessario per il suo corretto funzionamento (sistemi di allarme, etc.).



### *Cabina di Raccolta Generale*

La cabina di raccolta è stata ipotizzata ubicata a bordo lotto (intendendo per lotto l’intera superficie dell’impianto fv), dimensioni: 20'300x4'000x2'760h mm, in posizione facilmente accessibile anche dai mezzi, nella parte a nord dell’impianto fotovoltaico Agrivoltaico in prossimità di una strada pubblica.

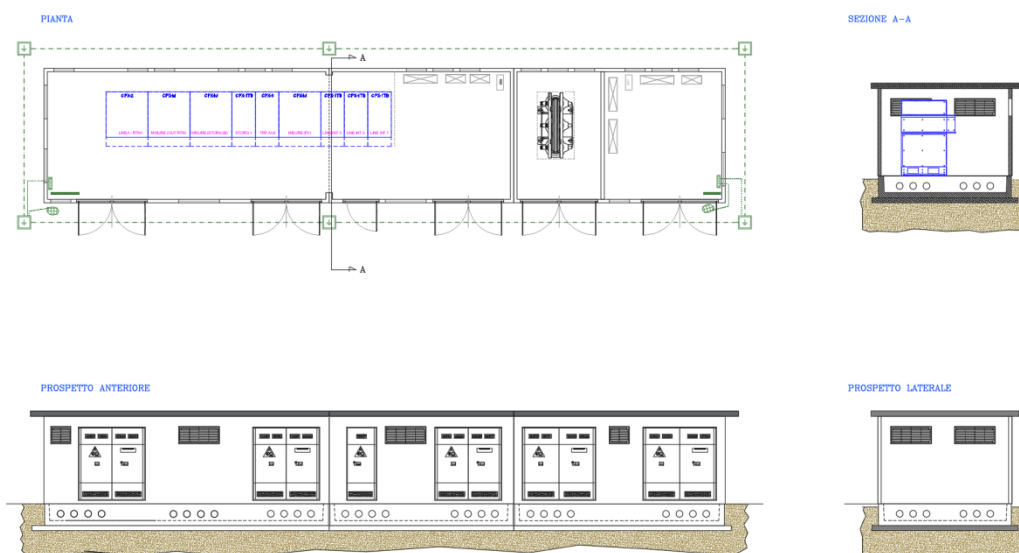


Essa ha la funzione di “raccolgere” le linee in AT in arrivo dalle 7 aree in cui è stato suddiviso l’impianto fotovoltaico dal punto di vista elettrico più quelle in arrivo dal sistema di storage posto nelle immediate vicinanze della cabina stessa. Ciascuna contiene una Cabina di Area al cui interno vi è il trasformatore BT/AT

che eleva la tensione di 800 V ac uscente dagli inverter ad un livello di 36 kV, ben più adatto per il trasporto dell'energia.

La cabina sarà realizzata tramite blocchi prefabbricati di tipo modulare, trasportabili con mezzi standard, e sarà assemblata in cantiere direttamente nella sua posizione finale, previo posizionamento della vasca di fondazione prefabbricata con fori per il passaggio dei cavidotti interrati in arrivo, e passanti stagni per la sigillatura degli stessi.

Al suo interno conterrà tutti i dispositivi di sezionamento e protezione delle linee in essa entranti e uscenti, i dispositivi e le protezioni dell'intero impianto (sistema di protezione generale e sistema di protezione di interfaccia) dell'intero impianto fotovoltaico verso la linea elettrica di connessione alla RTN. Vi sarà inoltre un trafo BT/AT di piccola potenza per l'alimentazione in BT dei circuiti ausiliari e un ups per il backup dei circuiti ausiliari al servizio delle protezioni dell'impianto. Ulteriori dettagli sono riportati nella relativa tavola di progetto.



### Sistemi di Misura

Saranno presenti dei gruppi di misura, fiscale e non, distribuiti all'interno dell'impianto in differenti punti in base alla loro funzione e agli schemi funzionali del progetto esecutivo, e scelti di comune accordo con l'Ente Gestore. In particolare l'impianto sarà dotato di un punto di misura fiscale a valle del Dispositivo Generale per la misura bidirezionale dell'energia scambiata con la rete AT dell'Ente Gestore, ubicato in apposito locale della cabina di raccolta a bordo lotto. Inoltre, saranno installati dei dispositivi di misura dell'energia prodotta per ogni ramo/area in cui l'impianto è stato suddiviso, alloggiati all'interno delle rispettive cabine di Area e con lettura in BT subito prima del trafo elevatore BT/AT (tra gli inverter e i trasformatori BT/AT).

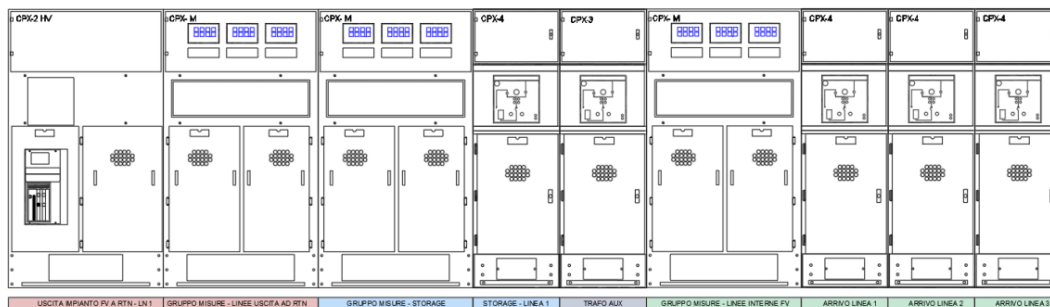


### Quadri elettrici in BT

I quadri di bassa tensione saranno presenti, già cablati e certificati, all'interno delle 7 Power Station ubicate nelle rispettive aree. Inoltre sarà presente un Quadro Generale BT e alcuni sottoquadri, all'interno della Cabina di Raccolta Generale, per l'alimentazione, il sezionamento e la protezione delle linee in BT che avranno origine dalla cabina stessa, nonché per i sottoquadri dei servizi interni. I quadri saranno meglio dettagliati negli elaborati progettuali del progetto esecutivo.

### Quadri elettrici in AT

Il Quadro Generale in AT di tutto l'impianto FV sarà ubicato in apposito locale della Cabina di Raccolta Generale; conterrà al suo interno tutti i dispositivi di sezionamento e protezione delle linee in AT che entrano ed escono dalla cabina stessa. Tutti i dettagli sono contenuti nella relativa tavola di progetto, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.



### Cavi in corrente alternata - AT

Per i collegamenti in Alta Tensione (AT), sostanzialmente tra tutte le cabine, il sistema di Storage e la linea di collegamento dell'impianto FV alla RTN, è previsto l'utilizzo di cavi del tipo TRATOS ARE4H10ZR-26/45 kV in alluminio, multipolari o unipolari posati a triangolo (quando la sezione non permette l'utilizzo dei multipolari) adatti per posa interrata (art. 4.3.11 della CEI 11-17), di sezione adeguata alla portata di corrente in transito.

Questa tipologia di cavo ha il vantaggio di ridurre notevolmente l'emissione di campi elettromagnetici, tanto che, secondo quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17 e CEI 106-11, la ridotta distanza tra le fasi, fa sì che l'obiettivo di qualità di  $3\mu T$ , anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza dall'asse del cavo stesso.

Per il dimensionamento si rimanda al relativo elaborato di progetto.

### Cavi in corrente alternata – bt

Per il collegamento dei dispositivi in corrente alternata in bassa tensione, monofase o trifase, è previsto l'utilizzo dei cavi unipolari/multipolari resistenti ai raggi UV e operanti ad elevate temperature, del tipo FG7(O)R 0.6/1 kV oppure FG7(O)M1 0.6/1 kV oppure del tipo FG16(O)R16 0.6/1 kV, in base alla tipologia e alle condizioni di posa. Per il collegamento degli inverter con i dispositivi di monitoraggio e controllo degli impianti (String Monitor), o altre connessioni “di segnale” saranno utilizzati cavi multipolari di varia tipologia, con livello di isolamento e sezione dei conduttori adeguato ai segnali trasportati e alle condizioni di posa e di sicurezza richiesti da ciascun circuito considerato. I cavi saranno generalmente posati entro tubazioni protettive e a loro volta protette. Per il dimensionamento si rimanda al relativo elaborato di progetto.



### Cavi in corrente continua – bt

Per connettere elettricamente i pannelli FV tra loro a formare le stringhe, e per collegare le stringhe fino all'ingresso degli inverter, con tensioni di stringa compatibili con il range di valori consentiti dagli inverter stessi (tipicamente tensioni tra i 600 e i 1'500 V dc), è previsto l'utilizzo di “cavi solari” del tipo FG21M21 o FG7M2 (non CPR) o del tipo H1Z2Z2-K (CPR), in base alla tipologia e alle condizioni di posa.

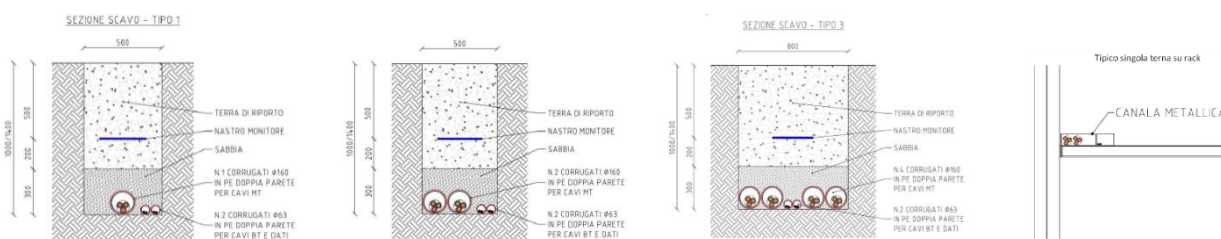


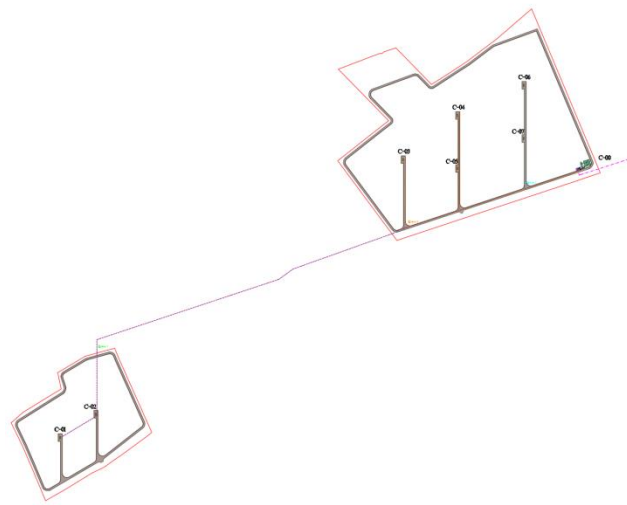
Per il dimensionamento si rimanda al relativo elaborato di progetto.

### Cavidotti

I collegamenti tra dispositivi dei diversi impianti ausiliari eventualmente presenti (ad esempio impianti di videosorveglianza che eventualmente potranno essere installati, impianti di illuminazione di servizio etc.), quelli tra stringhe fotovoltaiche e relativi inverter, tra inverter e relativi quadri di raccolta nelle cabine di Area, e tra le cabine di Area e la cabina di consegna saranno realizzati tramite linee elettriche in cavo con tipologia del cavo dipendente dalla funzione, livello di tensione e dalla potenza da veicolare; le linee avranno percorsi in esterno prevalentemente interrati in cui i cavi viaggeranno all'interno di cavidotti, mentre all'interno delle cabine saranno su canale metallica, ed eventualmente entro tubazioni rk per le sole linee in bt.

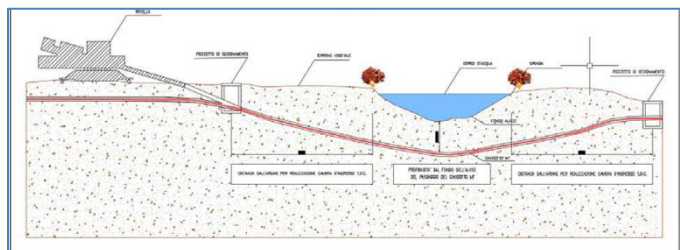
I cavidotti interrati saranno realizzati con scavo a profondità e modalità differenti in base al livello di tensione delle linee che vi transiteranno.





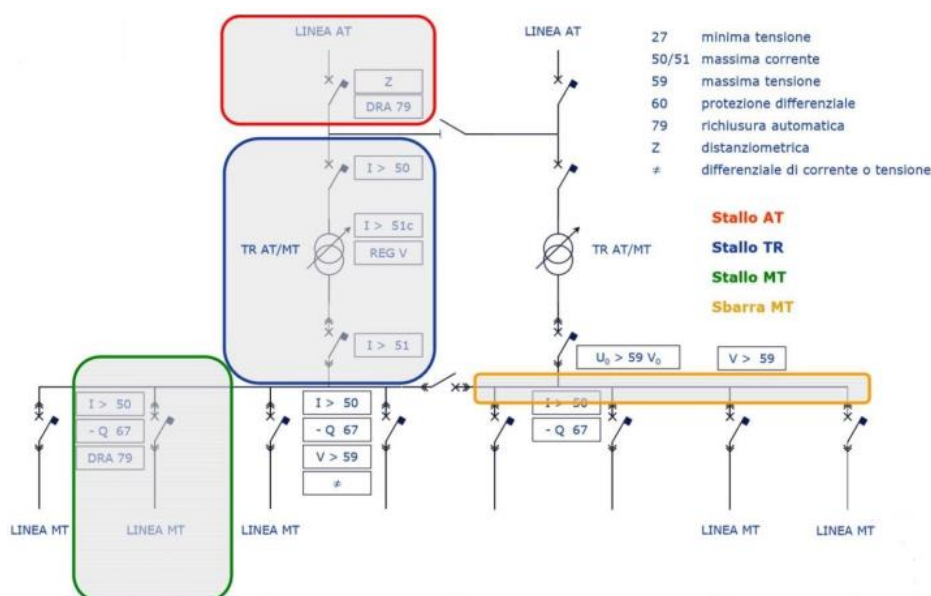
In alcuni tratti del percorso dei cavidotti, a causa delle problematiche che potrebbero riscontrarsi in corso d'opera, potrà essere previsto l'utilizzo della Trivellazione Orizzontale Controllata (o teleguidata) per evitare tagli stradali, disservizi e altre situazioni problematiche di passaggio dei cavi.

Questa tecnica permetterà di effettuare il passaggio dei cavi in maniera invisibile e senza creare interruzioni al traffico (caso di tagli stradali) o disservizi.



## DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

La protezione del sistema di generazione fotovoltaico nei confronti sia della rete interna che della rete di distribuzione è realizzata in conformità alla norma CEI 11-20, con riferimento a quanto contenuto nella norma CEI 0-16 e dal codice di rete del Ente Gestore di Rete. Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate con il Gestore di Rete. L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola indicativamente secondo il seguente schema:



All'interno del quale saranno presenti i seguenti dispositivi:

- dispositivo generale (DG)
- dispositivo di interfaccia (DI)
- dispositivi dei generatori (DDG)
- dispositivo di Rincalzo (eventualmente richiesti)

### Dispositivo Generale [DG]

Il dispositivo generale (DG) avrà la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti dei guasti nel sistema di generazione elettrica: dovrà assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione. Sarà dotato di sganciatore di apertura e sezionatore equipaggiato con protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. La soluzione ottimale per la protezione del collegamento verrà comunque concordata con il gestore di rete in riferimento alle caratteristiche della RTN cui l'impianto sarà collegato.



---

Nell'impianto in oggetto è stata prevista la soluzione in cui il Dispositivo di Interfaccia (DDI) coincide con il Dispositivo Generale (DG), e pertanto la protezione avverrà tramite utilizzo di un unico relè che accorpa entrambe le funzioni (PG + PI). Sarà eventualmente implementabile anche il ricalzo riportando il segnale di comando di intervento della Protezione di Interfaccia ad un altro dispositivo di interruzione a monte (ad esempio l'interruttore AT presente in ciascuna cabina di Area).

### ***Dispositivo di interfaccia [DDI]***

Il dispositivo di interfaccia (DDI) determina la disconnessione dell'impianto in caso di anomalie rilevate nella rete di connessione (variazioni di frequenza e tensione oltre i parametri di qualità stabiliti), che potrebbero derivare da guasti provenienti dalla rete di distribuzione stessa o dall'impianto di produzione. Tale dispositivo avrà inoltre la funzione di impedire il funzionamento in isola dell'impianto fotovoltaico.

Il DI sarà costituito da un interruttore in AT le cui caratteristiche sono illustrate nello schema unifilare di progetto. La protezione di interfaccia (PI) che comanda il dispositivo di interfaccia sarà costituita da relè di massima e minima frequenza, relè di massima e minima tensione, relè di massima/minima tensione omopolare, e sarà conforme alle norme specifiche di settore nonché al codice di rete dell'Ente Distributore. Ogni inverter sarà dotato di dispositivo/protezione di interfaccia che ne impedirà il funzionamento in isola.

### ***Dispositivi dei generatori [DDG]***

Ciascuna Cabina di area sarà protetta da un interruttore automatico/sezionatore AT a 36 kV in SF6 subito a valle del trafo BT/AT 0.8/36 kV, e sarà altresì presente un altro interruttore AT, sempre in SF6, a fine linea nel quadro AT di parallelo ubicato in cabina di raccolta e delegato al sezionamento e protezione del cavo di interconnessione tra cabina di raccolta e cabina di Area. Tutti gli interruttori saranno dotati di relè per la protezione dalle sovracorrenti e dalle correnti di guasto a terra, ed eventuali protezioni distanziometriche selettive.

## **CONTRIBUTO ALLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO**

La corrente di corto circuito dovuta al contributo degli inverter sulla sezione bt del fotovoltaico, riportata alla AT è trascurabile rispetto al valore a monte della rete AT ed ai valori di dimensionamento adottati per i componenti della media e alta tensione. I dispositivi di protezione previsti nei quadri AT e BT saranno dimensionati comunque con un potere d'interruzione congruente con la corrente di corto circuito nel punto specifico dell'impianto in cui sono installati, ed eventualmente anche secondo quanto i valori di corrente di corto circuito nel punto di consegna che saranno comunicati dall'ente gestore.

---

## SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari dell'impianto fotovoltaico saranno alimentati tramite trasformatori AT/BT 36/0,4 kV in derivazione dai quadri generali AT ed eventualmente da analoghi trasformatori presenti in ciascuna delle cabine di area all'interno dell'impianto fotovoltaico. Tra i servizi ausiliari sono annoverati tutti gli impianti accessori quali ad esempio eventuali sistemi di allarme, di monitoraggio remoto, i circuiti in BT per l'illuminazione delle cabine di area, ed eventuali altre utenze minori, nonché i sistemi necessari per il corretto funzionamento dei dispositivi di sezionamento e protezione nei quadri AT, MT e BT dell'impianto fotovoltaico.

Per questi ultimi, al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature dopo eventuali interruzioni e conseguente messa fuori tensione dell'impianto, è prevista l'installazione di un adeguato sistema di backup tramite ups e/o generatore ausiliario. Complessivamente è stata stimata una potenza di 100 kW per i servizi ausiliari dell'intero impianto.

## IMPIANTO DI CONTROLLO E SUPERVISIONE

L'impianto fotovoltaico nel suo insieme (e dunque anche il sistema di storage) sarà dotato di un sistema di monitoraggio, controllo e gestione sia in locale (all'interno di apposito vano nella Cabina di Raccolta Generale a bordo impianto) sia in remoto, tramite apposito software.

Il controllo locale prevede la possibilità di monitoraggio con PC tramite software apposito in grado di vedere e controllare i parametri funzionali degli inverter, delle cabine di campo e di tutti i più importanti dispositivi dell'impianto stesso.

Grazie al sistema di controllo sarà inoltre possibile posizionare i Tracker in una posizione ben precisa, ad esempio per manutenzione e/o per altre esigenze di gestione del campo fotovoltaico. Inoltre, i tracker avranno autonomamente la possibilità di controllare le condizioni climatiche e in particolare il vento, e portarsi in posizione di sicurezza qualora la velocità del vento dovesse raggiungere valori pericolosi per l'integrità e la stabilità delle strutture stesse.

Infine, il sistema di controllo potrà essere integrato anche con il sistema di allarme e rilevazione presenze, così da ottimizzare gli impianti e le connessioni ad internet., e aumentare la sicurezza totale del sistema.

## 7) SICUREZZA DELL'IMPIANTO

Un aspetto importante, se non essenziale, è quello legato alla sicurezza dell'impianto fotovoltaico sia dal punto di vista "tecnologico" (e dunque della protezione funzionale delle apparecchiature installate al suo interno), sia dal punto di vista della salvaguardia delle persone che a vario titolo possono esservi presenti. Per garantire un adeguato livello di sicurezza **dal punto di vista funzionale** sono già stati descritti tutti i principali dispositivi di protezione contro i sovraccarichi e i cortocircuiti di cui sarà dotato l'impianto. Per poter garantire un adeguato livello di sicurezza anche nei confronti del rischio derivante dagli effetti della corrente elettrica sul corpo umano e da quelli che potrebbero derivare da guasti o malfunzionamenti delle

---

apparecchiature elettriche, nell'impianto dovrà essere garantita la **protezione delle persone** contro i contatti diretti e indiretti o da tensioni di passo e di contatto pericolose per la vita umana.

## SICUREZZA ELETTRICA

### *Protezione da sovracorrenti sul lato CC*

Per la parte di impianto (circuiti) in corrente continua la protezione contro il corto circuito verrà assicurata dalla caratteristica tensione corrente dei moduli che limita la  $I_{cc}$  degli stessi pannelli a valori di poco superiori alla loro corrente nominale (l'unica sovracorrente che può manifestarsi). Negli impianti fotovoltaici la corrente di cortocircuito non può superare la somma delle correnti di cortocircuito delle singole stringhe. Pertanto sarà prevista l'installazione di fusibili opportunamente dimensionati sia nei quadri di campo (se presenti) che nei quadri di parallelo o direttamente nei circuiti di ingresso lato CC degli inverter. Per il rischio di contatti diretti la parte di impianto in cc (corrente continua), quello tra i pannelli fv e il relativo inverter, sarà progettato come sistema isolato da terra (sistema IT).

### *Protezione dai contatti diretti lato CC*

Poiché il trafo AT/BT garantisce la protezione galvanica rispetto al lato in corrente alternata, dunque nella parte di impianto in cc affinché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorrerà che entri in contatto con entrambe le polarità del campo. Il contatto con una sola polarità non ha praticamente conseguenze a meno che una delle polarità non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire questa eventualità sia i quadri di campo che gli inverter saranno dotati di opportuno dispositivo di **rilevazione di perdita di isolamento verso terra** che ne provocherà l'immediato spegnimento e l'emissione di un segnale di allarme.

### *Protezione dai sovracorrenti sul lato CA*

Poiché la potenza a monte degli inverter dipende dai pannelli fv e dunque è limitata, anche la potenza e le correnti in uscita dagli inverter lato ac saranno limitate. Tuttavia gli eventuali cortocircuiti sul lato corrente alternata dell'impianto sono pericolosi in riferimento al contributo alla corrente di corto circuito dato dalla rete AT attraverso il trafo BT/AT che risulta una macchina bidirezionale ed è in grado di richiamare potenza dalla rete. Pertanto gli interruttori sul lato AT saranno equipaggiati con protezioni generali di massima corrente e contro i guasti a terra, opportunamente dimensionati e tarati per garantire un buon livello di selettività al corto circuito.

### *Protezione dai contatti accidentali sul lato CA*

La protezione dai contatti diretti e indiretti o comunque da tensioni di passo e di contatto avverrà in accordo alla normativa vigente e in modo dedicato al sistema elettrico interessato. Dunque gli ausiliari di



---

ogni cabina di Area saranno alimentati da un trasformatore AT/BT (o anche BT/BT qualora lo schema preveda il prelievo sul lato bassa tensione). In questo caso il sistema di distribuzione alle utenze ausiliarie sarà di tipo TN-S e la protezione dai contatti indiretti sarà assicurata dall'installazione degli interruttori differenziali, mentre la protezione da sovracorrenti sarà garantita da interruttori magnetotermici.

### **RETE DI TERRA**

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di impianto di terra generale composto da **una rete di terra primaria** da realizzarsi tramite un dispersore orizzontale interrato che circonda l'impianto e permette la connessione ad esso di tutte le strutture metalliche esistenti e a cui saranno collegati anche gli impianti di terra di ciascuna delle cabine di Area (impianti di terra specifici) previste in progetto all'interno dell'impianto fotovoltaico tutto. L'impianto di terra delle cabine, poiché contenenti il trafo BT/AT, sarà realizzato esternamente con dispersore perimetrale ad anello interrato (corda in rame) munito di 4 dispersori verticali (puntazze in acciaio zincato) mentre all'interno sarà stata realizzata una magliatura anch'essa interconnessa e collegati assieme sul nodo principale di terra. La realizzazione di una rete di terra primaria interconnessa con la rete di terra delle cabine permette di rendere equipotenziale il terreno e ridurre la tensione totale di terra, le tensioni di passo e di contatto. Questa soluzione inoltre, coordinata con l'utilizzo di relè di protezione attivi, garantisce l'intervento delle specifiche protezioni con tempi di intervento accettabili, a salvaguardia di cose e persone. Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 35 mm<sup>2</sup> o superiori.

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio. Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari. A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale. Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

I calcoli e le prescrizioni fatte dovranno comunque essere verificate puntualmente in fase realizzativa, al fine di integrare e migliorare la rete di terra e/o abbassare ulteriormente il valore della resistenza di terra qualora esso si riveli maggiore di quanto calcolato in fase progettuale.

### **MISURE DI PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE**

Premesso che in letteratura l'impianto fotovoltaico, per le sue caratteristiche, non aumenta la probabilità di fulminazione diretta della struttura, tuttavia in caso di fulminazione indiretta le scariche atmosferiche possono provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti dell'impianto, e in particolare gli inverter e i sistemi elettronici in generale. Pertanto saranno previsti dispositivi scaricatori di

---

sovratensione nelle linee elettriche che risultano “entranti o uscenti” dall’impianto stesso, come ad esempio le linee in ingresso agli inverter, quelle in bt in ingresso ai quadri ausiliari e sottoservizi, etc.

Gli inverter scelti sono dotati di scaricatori di sovratensione “on board” su ciascuno dei circuiti di ingresso di stringa (lato cc) a protezione degli inverter stessi e dei moduli fv ad essi collegati. Saranno inoltre installati ulteriori scaricatori di sovratensione anche in altri punti dell’impianto, in base alla effettiva dislocazione dei quadri, dei dispositivi da proteggere e della posizione (percorsi) delle linee elettriche afferenti all’impianto, nonché alla morfologia dell’impianto stesso. Almeno uno scaricatore verrà installato anche a monte della protezione generale dell’impianto fotovoltaico.

### **PREVENZIONE INCENDI**

Per quanto riguarda l’antincendio si specifica che l’attività di costruzione ed esercizio dell’impianto fotovoltaico non è soggetta al controllo preventivo dei Vigili del Fuoco, in quanto non rientra fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. 1° agosto 2011 n. 151. Saranno svolte le normali procedure antincendio previste dalle normative di sicurezza sul lavoro vigenti (D. Lgs. 81/08): in particolare i locali tecnici saranno muniti di estintori ad anidride carbonica e a polvere. L’impianto sarà provvisto di sistema anti-intrusione costituito da un impianto di videosorveglianza, eventualmente integrato con sistemi di rilevamento ambientali. Il sistema di illuminazione del perimetro del lotto sarà collegato al sistema di anti-intrusione, collegato con gli organi di sicurezza locali e/o con agenzie private di vigilanza in modo tale che, qualsiasi forma di allerta interessi la recinzione perimetrale, provocherà l’accensione delle luci.

Per ulteriori dettagli si rimanda al relativo elaborato di progetto (RELAZIONE IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA E ILLUMINAZIONE).

### **PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI**

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l’indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d’uscita. I varistori, per prevenire eventuali incendi, saranno segregati in appositi scomparti antideflagranti. In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l’immediato spegnimento degli inverter e l’emissione di un segnale d’allarme.

Ulteriori dettagli in merito sono riportati nel relativo elaborato di progetto, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti (RELAZIONE DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI CAVI).

---

## IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA

L'impianto fotovoltaico sarà munito di un sistema di videosorveglianza composto da telecamere da posizionarsi su pali dell'altezza di 5 metri, posti ad interdistanze non superiori ai 100 metri e nei cambi di direzione della recinzione perimetrale. Le telecamere saranno dotate di tecnologia wireless, e i flussi video saranno acquisiti da sistema di videoregistrazione e memorizzazione sia locale che remoto.



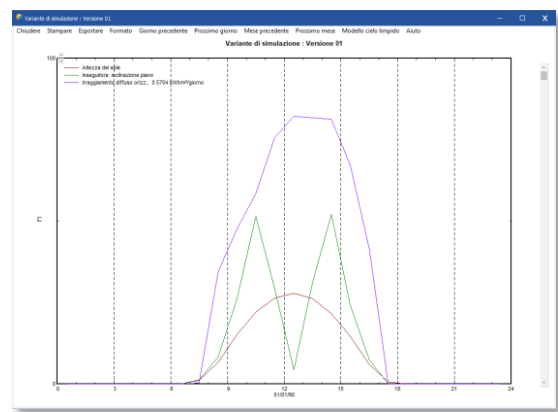
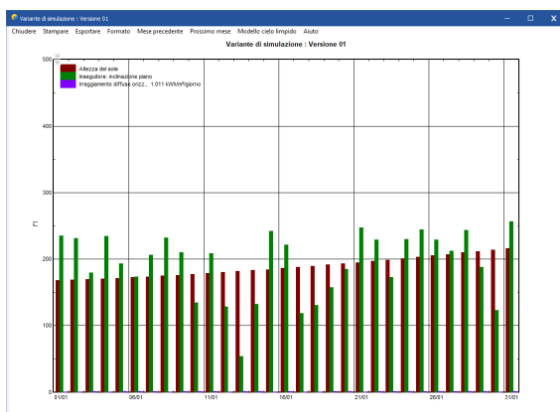
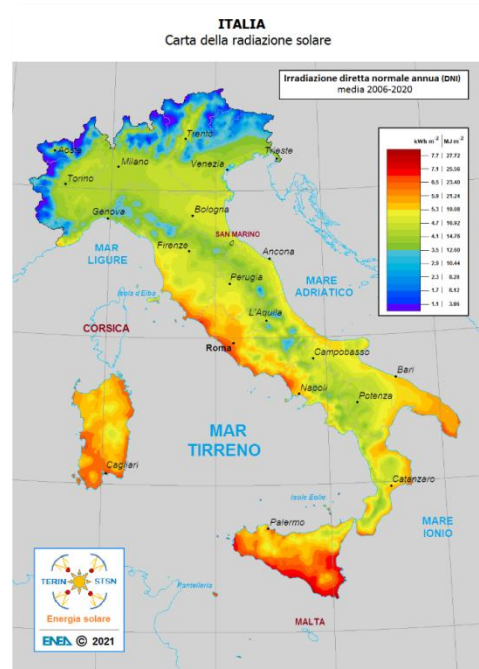
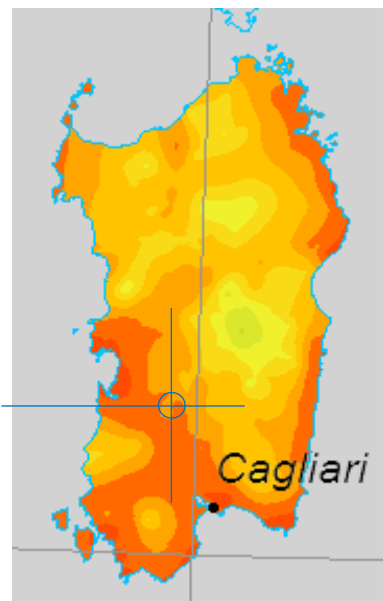
Il sistema di allarme sarà inoltre integrato con un sistema di illuminazione, anch'esso posizionato in sommità ai pali di sostegno della videosorveglianza. L'illuminazione sarà alloggiata su carpenterie snelle ed il fascio luminoso sarà rivolto verso il basso e sarà conforme a quanto previsto dalla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche". Le scelte progettuali ed i dimensionamenti di progetto sono riportati nel relativo elaborato, a cui si rimanda (RELAZIONE IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA E ILLUMINAZIONE).

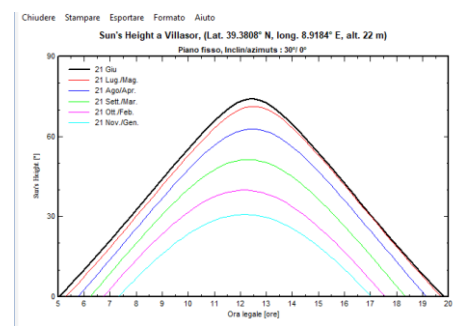
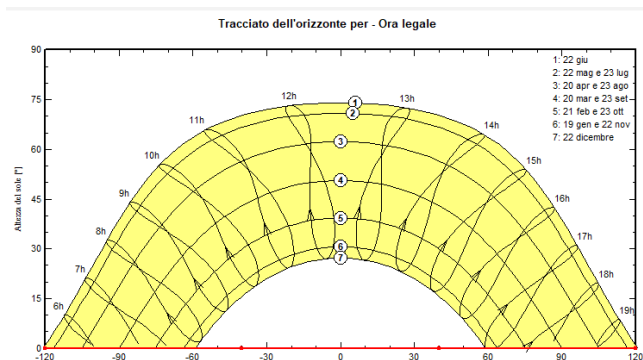
## 8) IRRAGGIAMENTO SOLARE E STIMA DI PRODUCIBILITA'

Poiché l'impianto fotovoltaico è una centrale di produzione di energia elettrica, lo stesso è stato pensato, studiato e configurato in modo da massimizzare l'energia solare captata, massimizzare l'efficienza dei processi di conversione e minimizzare le perdite di energia dovute al trasporto della stessa sui cavi.

Una volta realizzato, l'impianto è in grado di funzionare e produrre energia elettrica senza l'apporto di alcun tipo di materia o materiale, eliminando così di fatto la necessità di approvvigionamenti di qualunque natura, grazie alla fonte inesauribile di energia fornita quotidianamente dal sole.

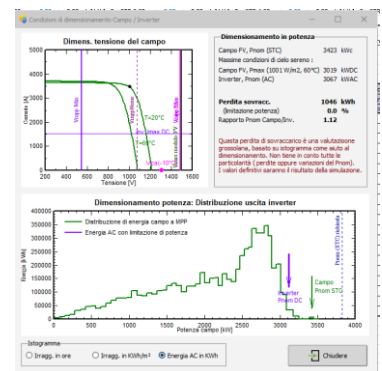
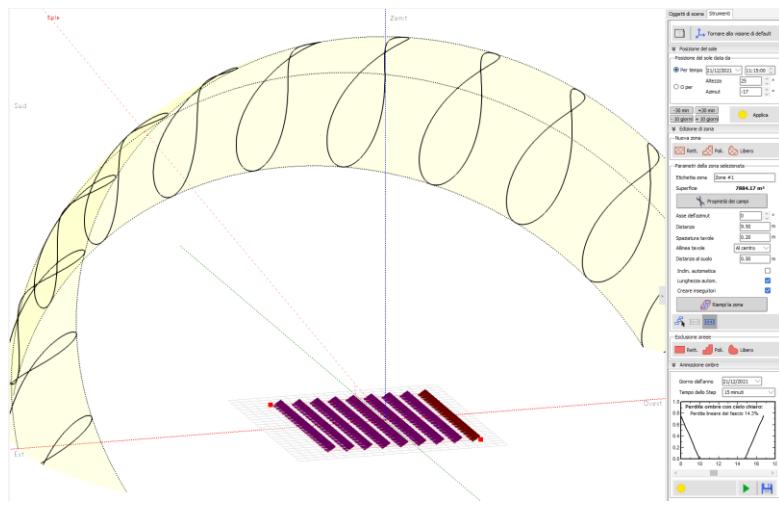
Facendo riferimento alle mappe di irraggiamento solare attualmente disponibili, si può osservare che in Sardegna abbiamo un irraggiamento medio, calcolato per anno, pari a 2'413 kWh/m<sup>2</sup> in condizioni standard. Il dato è stato ricavato dal sito PVGIS (PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM) della Commissione Europea, utilizzando il database solare PVGIS-SARAH2.





Sulla base di questa informazione, tramite l'utilizzo di programmi di simulazione, è stato possibile effettuare una analisi e una stima dell'energia elettrica che l'impianto in progetto sarà in grado di produrre.

La stima è stata fatta considerando una potenza installata pari a 18'589.22 kWp sul simulatore del sito PVGIS, selezionando la modalità di simulazione e calcolo per un sistema a struttura AD INSEGUIMENTO CON TRACKER MONOASSIALE, con orientamento Nord-Sud dell'asse di rotazione, a sud e angolo di inclinazione dei pannelli pari a  $\pm 60^\circ$ .



Per le perdite, sempre in prima approssimazione, sono state considerate sommariamente le perdite dovute all'effetto dell'aumento di temperatura delle celle fv, alle dissimmetrie nella componentistica, all'ombreggiamento, bassa radiazione, riflessione, alle perdite sui circuiti in corrente continua e alternata, agli inverter e ai trafo, utilizzando un coefficiente di riduzione del 14%. Il software ha poi stimato una percentuale complessiva di perdite del 21,71%, come compare nelle schede riassuntive fornite.

Il risultato della simulazione indica una energia annuale prodotta pari a **34'707'385.97 kWh** (producibilità) e conseguentemente una producibilità specifica pari a 1'867.07 kWh / kWp.



# Performance of tracking PV

## PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

### Provided inputs:

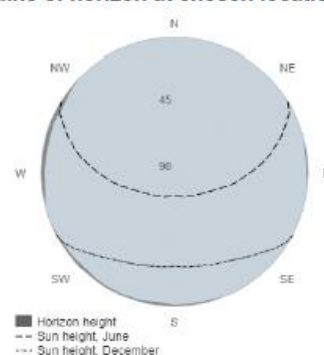
Latitude/Longitude: 39.365,8.864  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 18589.22 kWp  
 System loss: 14 %

### Simulation outputs

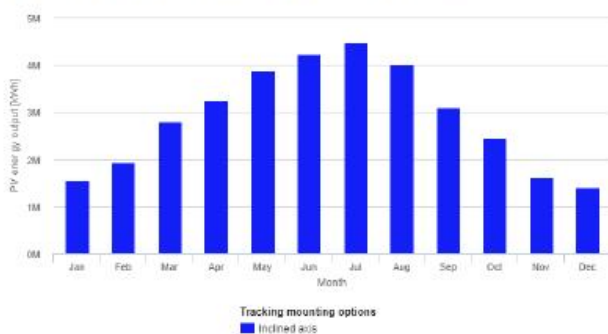
IA\*  
 Slope angle [°]: 0  
 Yearly PV energy production [kWh]: 34707385.97  
 Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]: 2412.89  
 Year-to-year variability [kWh]: 1060322.5  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence [%]: -1.68  
 Spectral effects [%]: 0.77  
 Temp. and low irradiance [%]: -9.19  
 Total loss [%]: -22.62

\* IA: Inclined axis

### Outline of horizon at chosen location:



### Monthly energy output from tracking PV system:



### Monthly in-plane irradiation for tracking PV system:



E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].  
 H\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].  
 SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimize disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_en](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en)



PVGIS ©European Union, 2001-2023.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/12/19



---

## 9) DIMENSIONAMENTI

I dimensionamenti di massima dei componenti quali cavi elettrici in AT, in BT ac, in BT cc, l'impianto di videosorveglianza, di illuminazione, l'impianto di terra, di storage etc. sono descritti in dettaglio nei rispettivi elaborati specialistici allegati, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

## 10) COLLAUDO, GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Data la ragguardevole dimensione dell'impianto, il collaudo dovrà presumibilmente essere fatto in più tempi, prevedendo uno o più collaudi parziali per ciascuna delle aree in cui l'impianto stesso verrà suddiviso in fase di esecuzione dell'opera. Successivamente, una volta completata la realizzazione e relativo collaudo di tutte le 7 Cabine di Raccolta di Area con relativi cavidotti in AT e quant'altro di pertinenza, potrà essere fatto il collaudo complessivo di tutto l'impianto. Dovrà inoltre essere prioritaria la realizzazione ed il collaudo della Cabina di Raccolta Generale a bordo lotto e della linea di collegamento dell'impianto alla RTN.

In questo modo l'impianto potrà subito essere connesso alla rete e iniziare a produrre energia elettrica, e inoltre questo permetterà di attivare ogni area singolarmente in sequenza, via via che la stessa verrà completata e collaudata.

La gestione dell'impianto esula dal fine del presente elaborato e pertanto si rimanda al relativo elaborato di progetto.

Per la manutenzione dell'impianto, dal punto di vista elettrico, si ritiene che questa possa essere fatta programmando e pianificando una serie di verifiche e controlli secondo quanto nel relativo documento di progetto, a cui si rimanda per maggiori dettagli (PIANO DI MANUTENZIONE).

Un piano di manutenzione più dettagliato ed efficace potrà essere fatto nel momento in cui saranno definitivamente fissati tutti i componenti realmente utilizzati nell'impianto, e dunque solo nel progetto esecutivo o addirittura dopo il progetto di "as built".

Una particolare attenzione dovrà essere posta riguardo al sistema di storage, per la presenza delle batterie e delle apparecchiature ad esse collegate.

Il sistema di controllo dell'impianto può sicuramente essere un valido aiuto per monitorarne il corretto funzionamento, e conseguentemente pianificare gli opportuni interventi in tecnica predittiva, al fine di ridurre al minimo i disservizi o i fermi per guasti e/o manutenzione.

Il controllo remoto permette infatti la gestione a distanza dell'impianto e l'acquisizione dei dati relativi agli inverter, ai dispositivi di protezione in AT e ai contatori di energia. Esso avviene da centrale (servizio assistenza) con il medesimo software del controllo locale. Le grandezze controllate dal sistema sono tipicamente: – potenze dell'inverter; – tensione di campo dell'inverter; – corrente di campo dell'inverter; – tensioni e correnti di stringa; – radiazioni solari; – temperatura ambiente; – velocità del vento; – letture



dell'energia attiva e reattiva prodotte. La connessione tra gli inverter e il PC avviene tramite linee in fibra ottica appositamente predisposte verso tutte le cabine dell'impianto.

## 11) ASPETTI REALIZZATIVI - CRONOPROGRAMMA

L'impianto sarà realizzato suddividendo lo stesso in 6 aree funzionali, come mostrato nella planimetria di cantiere allegata al presente progetto (aree di intervento). Pertanto, una volta delimitata l'area ed effettuati gli insediamenti principali sarà possibile iniziare le lavorazioni anche su più aree contemporaneamente. Nella stesura del cronoprogramma si è fatta l'ipotesi che a prevalere fosse la necessità di ridurre i tempi di realizzazione e pertanto lo stesso cronoprogramma contempla la realizzazione di numerose squadre di lavoro che andranno ad operare in contemporanea.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo specifico elaborato di progetto.

## 12) DISMISSIONE IMPIANTO

La vita utile di un impianto fotovoltaico Agrivoltaico, intesa quale periodo di tempo in cui l'ammontare di energia elettrica prodotta è significativamente superiore ai costi di gestione, è stimata in oltre 30 anni, al termine del quale è prevista la demolizione, lo smaltimento delle strutture, il riciclo dei materiali utilizzati e il recupero del sito che potrà essere ripristinato alla iniziale destinazione d'uso. Ulteriori dettagli sono riportati nel relativo elaborato di progetto, a cui si rimanda (PIANO DI DISMISSIONE).

CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO																												
FASI DELLA DISMISSIONE	MESE-01				MESE-02				MESE-03				MESE-04				MESE-05				MESE-06				MESE-07			
	Week 01	Week 02	Week 03	Week 04	Week 05	Week 06	Week 07	Week 08	Week 09	Week 10	Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15	Week 16	Week 17	Week 18	Week 19	Week 20	Week 21	Week 22	Week 23	Week 24	Week 25	Week 26	Week 27	Week 28
Sconnessione Impianto FV dalla RTN																												
Messa In sicurezza dell'impianto FV																												
Rimozione dei pannelli fotovoltaici																												
Rimozione inseguitori solari (Tracker)																												
Rimozione delle Cabine di Raccolta di Area																												
Rimozione Cabina di Raccolta Generale (Power Station)																												
Rimozione dei prefabbricati / Basamenti Cabine																												
Rimozione elettrodotto interrato AT																												
Rimozione elettrodotto interrato BT																												
Rimozione Gruppi Batterie (Storage)																												
Rimozione Caviddotti per lo Storage																												
Rimozione viabilità interna																												
Rimozione di siepi e piante																												
Rimozione della recinzione perimetrale																												
Ripristino finale dei luoghi																												

---

## 13) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito sono elencate le principali leggi e norme tecniche di riferimento per la realizzazione degli impianti fotovoltaici. Per quanto riguarda l'aspetto tecnico, gli impianti fotovoltaici devono essere progettati, costruiti ed eserciti secondo le norme elaborate dal Comitato Elettrotecnico Italiano che costituiscono disposizioni di legge:

- CEI 0-2 - *“Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”.*
- CEI 0-16 - *“Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.*
- CEI 82-25 - *“Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di MT e BT”.*
- CEI 11-17 - *“Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”.*
- CEI 11-27 - *“Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua”.*
- CEI EN 60947, *Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2 - Interruttori automatici.*
- CEI EN 62208 (CEI 17-87) - *Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali.*
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.*
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.*
- CEI EN 60947-2/17-5 *“Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici”.*
- CEI 20-19/14 - *“Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”.*
- CEI 20-20 - *“Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”.*
- CEI 20-21 - *“Calcolo portate dei cavi elettrici. Parte 1: In regime permanente (fattore di carico 100%)”.*
- CEI 20-22 e successive varianti: *Prove d'incendio su cavi elettrici.*
- CEI 20-36/Ab, 4-0, 5-0: *Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio..*
- CEI-UNEL 35318: *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale  $U_0/U$  0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3, d1, a3.*
- CEI 20 CEI-UNEL 35310: *Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale  $U_0/U$  450/750 V – Classe di*

---

reazione al fuoco: Cca-s1b, d1, a1CEI 20-37: Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi.

- CEI 20-38: Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali  $U_0/U$  non superiori a 0,6/1 kV.
- CEI 20-38/2/Ab: Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi Parte 2 - Tensione nominale  $U_0 /U$  superiore a 0,6/1 kV
- CEI 20-45: cavi resistenti al fuoco isolati con miscela elastomerica con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1KV.
- D.Lgs N.106/17: "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE N. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva N. 89/106/CEE".
- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile -1996 e varianti succ.
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare 2004.
- CEI UNEL 37118 (CEI 23Ab): Tubi protettivi rigidi ed accessori di materiale termoplastico - Tubi di polivinilcloruro serie pesante.
- CEI EN 60423 (CEI 23-26): Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori.
- CEI EN 61537 (23-76): Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini.
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche, Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche, Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori.
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche, Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori.
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche, Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.
- CEI EN 61386-24 (CEI 23-116): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche, Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati.
- CEI EN 61386-25 (CEI 23-125): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 25: Prescrizioni particolari per i dispositivi di fissaggio.
- EN 60669-1 (CEI 23-9) e successive varianti: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare - Parte 1: Prescrizioni generali.

- 
- *EN 60309-1 (CEI 23-12/1), EN 60309-2 (CEI 23-12/2): Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici.*
  - *EN 61008-1 (CEI 23-42) e successive varianti 23-42: Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 1: Prescrizioni generali.*
  - *EN 61008-2-1 (CEI 23-43): Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.*
  - *EN 61009-1 (CEI 23-44) e successive varianti: Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.*
  - *EN 61009-2-1 (CEI 23-45) e successive varianti: Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.*
  - *EN 61058-2-5 (CEI 23-47): Interruttori per apparecchi. Parte 2-5: Prescrizioni particolari per i selettori.*
  - *CEI 23-50: Spine e prese per usi domestici e similari Parte 1: Prescrizioni generali.*
  - *EN 61543 (CEI 23-53) Norma CEI 23-57: Interruttori differenziali (RCD) per usi domestici e similari. Compatibilità elettromagnetica.*
  - *EN 60669-2-3 (CEI 23-59): Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Interruttori a tempo ritardato.*
  - *EN 60669-2-1 (CEI 23-60) e successive varianti: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 2-1: Prescrizioni particolari - Interruttori elettronici.*
  - *EN 60669-2-2 (CEI 23-62): Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 2-2: Prescrizioni particolari - Interruttori con comando a distanza (RCS).*
  - *CEI EN 60898-1/A13/23-3/1 - "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari".*
  - *CEI EN 60669-1/23-9 - "Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 1: Prescrizioni generali".*
  - *CEI EN 60309-1/23-12/1 - "Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali".*
  - *CEI EN 60309-2/23-12/2 - "Spine e prese per uso industriale. Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per spine e prese con spinotti ad alveoli cilindrici".*
  - *CEI EN 61008-1/23-42 - "Interruttori differenziali senza sganciatori sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali".*
  - *CEI EN 61008-2-1/23-43 - "Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete".*

- 
- *CEI EN 61009-1/23-44 - "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali".*
  - *CEI EN 61009-2-1/23-45 - "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete".*
  - *Norma CEI 46-136: Guida alle Norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione*
  - *CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) - 1997 e varianti succ.*
  - *CEI 64-8/1 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali".*
  - *CEI 64-8/2 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 2: Definizioni".*
  - *CEI 64-8/3 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali".*
  - *CEI 64-8/4 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza".*
  - *CEI 64-8/5 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici".*
  - *CEI 64-8/6 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche".*
  - *CEI 64-8/7 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari".*
  - *CEI 64-12 - "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario".*
  - *Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.*
  - *CEI 64-50 - "Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici".*
  - *CEI 99-1 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata Parte 3: Correnti durante due cortocircuiti fase-terra simultanei e distinti e correnti di cortocircuito parziali che fluiscono attraverso terra.*

Cagliari, 20 Dicembre 2023

Il Progettista  
Dott. Ing. Silvio Matta