

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Agrigento

COMUNE DI CAMMARATA



| | | | | | |
|------|----------------------------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 01 | EMISSIONE PER ENTI ESTERNI | 30/06/23 | BALUCE S. | LO PRESTI I. | DENARO D. |
| 00 | EMISSIONE PER COMMENTI | 16/06/23 | BALUCE S. | LO PRESTI I. | DENARO D. |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | CONTROL. | APPROV. |

Committente:

DS ITALIA 12 S.r.l.

Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM)
Partiva I.V.A. 16380551008 – P.E.C.: dsitalia12srl@legalmail.it

DSIT12
DS ITALIA 12 SRL

Società di Progettazione:



Ingegneria & Innovazione

Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Progetto:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CAMMARATA"

Progettista/Resp. Tecnico:

Dott. Ing. Antonino Signorello
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6105 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Scala:

N.A.

Nome DIS/FILE:

C22016S05-PD-RT-01-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.

È vietata la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.

La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 4 |
| 2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI | 5 |
| 3. SCOPO | 8 |
| 4. DATI DEL PROPONENTE | 8 |
| 5. DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO | 10 |
| 6. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO | 20 |
| 6.1. Descrizione generale del progetto | 20 |
| 6.2.2. Caratteristiche dell'inverter | 27 |
| 6.3 Infrastrutture ed opere civili..... | 29 |
| 6.3.2 Strutture di fondazione cabina sottocampo | 31 |
| 6.3.3 Strutture di fondazione cabina di centrale..... | 32 |
| 6.3.5 Strutture di fondazione Cabina Utente per la Consegna | 36 |
| 6.3.6 Strade di accesso e viabilità di servizio | 38 |
| 7. CAVIDOTTI..... | 38 |
| 7.1 Rete interna cavi MT/AT | 38 |
| 7.1.1 Dimensionamento dei cavi rispetto alle sollecitazioni termiche di corto circuito | 38 |
| 7.1.2 Dimensionamento dei cavi in funzione delle condizioni di posa..... | 40 |
| 7.1.3 Dimensionamento dei cavi in funzione della caduta di tensione | 42 |
| 7.1.4 Dimensionamento dei cavi MT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione | 44 |
| 7.1.4 Dimensionamento dei cavi AT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione | 47 |
| 7.2 Impianto di messa a terra | 49 |
| 7.3 Sistema di monitoraggio | 49 |
| 7.4 Rete esterna AT | 50 |
| 7.4.1 Opere per la realizzazione della linea AT | 53 |
| 7.4.2 Buche giunti..... | 53 |
| 7.4.3 Messa a terra degli schermi della linea AT..... | 54 |
| 7.4.4 Profondità e sistema di posa cavi..... | 54 |
| 7.4.5 Profondità e sistema di posa cavi AT | 54 |
| 7.5 Rete MT | 56 |
| 7.5.1 Profondità e sistema di posa cavi..... | 56 |
| 8. OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE (CODICE PRATICA: 202200970) | 59 |
| 9. CALCOLO DI PRODUCIBILITA' | 60 |
| 10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA | 60 |
| 10.1 Impianto di illuminazione | 60 |
| 10.2 Impianto di videosorveglianza..... | 60 |

| | |
|---|-----------|
| 11. GESTIONE DELL'IMPIANTO | 61 |
| 12. CRONOPROGRAMMA..... | 62 |
| 13. ANALISI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE | 64 |
| 14. COSTO DELL'OPERA E STIMA SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO | 64 |
| 14.1 Quadro economico sui costi di realizzazione..... | 64 |
| 14.2 Stima dei Costi di Dismissione Impianto a fine vita..... | 66 |
| 14.2.1 Opere di ripristino ambientale..... | 67 |
| 15. TERRE E ROCCE DA SCAVO..... | 68 |
| 16. SICUREZZA NEI CANTIERI..... | 69 |

1. PREMESSA

Per conto della società proponente, DS Italia 12 S.r.l., la società Antex Group S.r.l. ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato **Impianto Agrivoltaico "Cammarata"** da realizzarsi nel territorio del Comune di Cammarata, appartenente al Libero Consorzio Comunale di Agrigento. Il progetto prevede l'installazione di n. 56.430 moduli fotovoltaici da 700 Wp ciascuno, su strutture fisse, per una potenza complessiva pari a 39.501 kWp. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete elettrica nazionale tramite la posa di un cavidotto interrato su strade esistenti e la realizzazione di una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi - Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, e da ricollegare alla linea 150 kV compresa tra le stazioni RTN di Ciminna e Cammarata.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl. Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Tutti i componenti dell'impianto avranno caratteristiche conformi a quanto previsto dalla normativa emessa dagli organismi normatori internazionali, al fine di garantire la sicurezza, affidabilità ed efficienza.

Si precisa che i seguenti riferimenti possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

Riferimenti normativi Opere Elettriche:

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20 + V1 e V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica;
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria";
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa";
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa";
- Norma CEI 11-61 "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche",

| | | | |
|--|---|---|---------|
|  DS ITALIA 12 SRL | <p style="text-align: center;">IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CAMMARATA"</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO</p> |  Ingegneria & Innovazione | |
| | | 30/06/2023 | REV: 01 |

- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria",
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati";
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche";
- D.M. 12 Settembre 1959 "Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- Norme per l'esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);
- "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)" (D.P.C.M del 8/07/2003).

Normativa di riferimento per Opere civili

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di

conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".
- Linee guida edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G.U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G.U. 21 marzo 1974 n. 76) "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche". Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni". Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5). Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7, Circolare Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 02/02/2009 contenente istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche "Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980 sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane.
- Eurocodice 2 "Design of concrete structures".
- Eurocodice 3 "Design of steel structures" - EN 1993-1-1..
- Eurocodice 4 "Design of composite steel and concrete structures".
- Eurocodice 7 "Geotechnical design".
- Eurocodice 8 "Design of structures for earthquake resistance".

Sicurezza

- D.LGS n.81 del 9 Aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza" e ss.mm.ii.

3. SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è la descrizione delle opere necessarie per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato Impianto Agrivoltaico "Cammarata" con potenza di picco pari a 39,50 MW, che la DS Italia 12 S.r.l. intende promuovere nei territori del Comune di Cammarata (AG), appartenente al Libero consorzio comunale di Agrigento.

L'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi - Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, e da ricollegare alla linea 150 kV compresa tra le stazioni RTN di Ciminna e Cammarata. Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto a 36 kV per il collegamento in antenna alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce/ impianto di rete per la connessione. La tensione di uscita dall'impianto fotovoltaico quindi sarà pari a 36 kV. La cabina di centrale è collegata alla cabina di utente per la consegna, collegata, a sua volta, in antenna con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN.

Conformemente a quanto previsto nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) avente codice di rintracciabilità n° 202200970, si precisano le seguenti condizioni:

- La potenza totale richiesta per l'impianto in esame è pari a 31,967 MW in immissione
- La potenza nominale DC dell'impianto è pari a 39,501 MW
- La potenza nominale AC degli inverter dell'impianto è pari a 32 MW

N.B.: Tutti i materiali, le apparecchiature, i manufatti ed i componenti utilizzati per la progettazione, sono indicativi e potranno essere soggetti a variazioni dovute all'evoluzione tecnologica degli stessi ed alle disponibilità di mercato, pur mantenendo le loro caratteristiche funzionali indicate nel progetto.

Nell'ambito della gestione razionale dell'energia e della riduzione delle emissioni di CO₂ nell'atmosfera conseguenti agli impegni presi in ambito internazionale dall'Italia, con il presente progetto si intende favorire l'uso delle tecnologie solari. L'impianto dovrà perseguire una serie di obiettivi, tra cui l'efficienza, il risparmio energetico e la promozione di questa tecnologia presso la cittadinanza in generale, nell'ottica delle tematiche ambientali e dello sviluppo sostenibile del territorio.

4. DATI DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la Società DS Italia 12 S.r.l. avente sede legale a Roma CAP 00186, Via del Plebiscito 112, iscritta alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Roma, NUM. REA RM - 1652944, C.F. e P.IVA n. 16380551008, un'impresa integrata dell'energia, impegnata a crescere nell'attività di sviluppo di impianti di produzione dell'energia da fonte solare.

Il progetto dell'impianto agrivoltaico in esame si inserisce nel contesto globale delle iniziative intraprese dalla Società mirate alla produzione energetica da fonti rinnovabili e inserite in un più ampio quadro delle iniziative energetiche promosse a livello comunitario, nazionale e regionale finalizzate a:

- limitare le emissioni inquinanti ed a effetto serra (in termini di CO2 equivalenti) con riguardo ai contenuti del protocollo di Kyoto e alle decisioni del Consiglio d'Europa;
- promuovere le fonti energetiche rinnovabili in accordo con gli obiettivi della Strategia Energetica Nazionale;
- rafforzare la sicurezza per l'approvvigionamento energetico, in accordo alla Strategia Comunitaria Europa 2020, come recepita dal Piano Energetico Nazionale (PEN).

Con la realizzazione dell'impianto proposto si intende perseguire tutti i vantaggi legati all'approvvigionamento energetico da fonte rinnovabile, nello specifico dall'energia solare.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- l'interazione tra energia e agricoltura in unico contesto;
- nessun inquinamento acustico e bassi impatti con l'ambiente;
- un risparmio di fonti non rinnovabili (combustibili fossili);
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

In linea con gli indirizzi Europei, che vedono la collaborazione di più operatori nell'ambito dello sviluppo delle energie rinnovabili (partner pubblici e privati leader nei mercati), la Società DS Italia 12 S.r.l. intende ribadire il proprio impegno sul fronte del climate change promuovendo lo sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonte solare e sfruttando tutte le economie di scala che si generano dal posizionamento geografico dei siti scelti, dalla disponibilità dei terreni, dalle infrastrutture e dall'accesso alle reti. La Società considera le risorse rinnovabili come strategie per la riduzione dei gas climalteranti, poiché permettono di integrare le fonti fossili in modo sostenibile sul piano ambientale, economico e sociale.

Rispetto a quanto detto in precedenza, il progetto "Cammarata" oltre a contribuire alla produzione di energia elettrica a partire da una fonte rinnovabile quale quella solare, comporta in sé altri impatti positivi quali una considerevole riduzione della quantità di combustibile convenzionale e delle emissioni di sostanze climalteranti, in caso contrario rispettivamente, utilizzate e immesse in atmosfera.

Inoltre, la presenza di impianti sul territorio della Regione Sicilia può costituire una concreta opportunità di sviluppo locale e sostenibile per i territori in cui ricadono, in modo da garantire alle comunità locali concreti benefici nascenti dalla propria attività.

Gli impianti di produzione da fonti rinnovabili sono spesso localizzati in contesti rurali solitamente interessati da dinamiche di spopolamento riconducibili all'ambito del mercato del lavoro e al basso tasso di occupazione.

L'impegno della società DS Italia 12 S.r.l. è quello di offrire occupazione temporanea o permanente:

- la prima generata dagli addetti alla costruzione dell'impianto;
- la seconda dagli addetti alle attività di manutenzione nella fase di esercizio dell'impianto, oltre agli addetti alla coltivazione del fondo.

5. DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO

Il sito interessato dall'installazione dell'impianto fotovoltaico, esteso per circa 64,46 ettari, è localizzato nella parte nord-est del territorio comunale di Cammarata (AG) in una zona a vocazione prettamente agricola, fuori da centri abitati e a poca distanza dal confine territoriale del Comune di Valledlunga Pratameno (CL).

L'impianto dista, in linea d'aria, circa 10 km dal centro abitato di Cammarata. Il centro abitato più vicino è Valledlunga Pratameno, appartenente al Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta, a circa 5,84 km. A circa 6,1 km si trova il centro abitato di Villalba, il centro abitato di Mussomeli e Acquaviva Platani si trovano rispettivamente a 6,7 e 9,6 km.

Il sito è ubicato in un'area collinare avente una quota media di circa 515 m s.l.m.; l'area di impianto sarà accessibile dalla Strada Provinciale 53, suddiviso in tre macroaree, da nord a sud; il primo lotto con una lunghezza di circa 1,50 km in direzione E-O e di circa 0,20 km in direzione N-S, il secondo, centrale, con una larghezza di circa 0,40 km in direzione E-O e di circa 0,2 km in direzione N-S. La terza macroarea si sviluppa in direzione E-O per 0,98 km e per circa 0,80 km in direzione N-S.

Di seguito si riportano le coordinate assolute del sistema UTM 33 WGS84 riferite approssimativamente al baricentro dell'impianto fotovoltaico, all'area della cabina utente per la consegna e all'area della Futura SE Terna, nella quale è previsto il punto di connessione alla RTN.

| Coordinate Geografiche | Longitudine Est | Latitudine Nord |
|-------------------------------|------------------|------------------|
| Area impianto fotovoltaico | 13° 45' 50.30" E | 37° 39' 13.27" N |
| Cabina utente per la consegna | 13° 39' 33.92" E | 37° 43' 57.58" N |
| Futura SE Terna | 13° 39' 28.19" E | 37° 43' 59.58" N |

L'impianto sarà collegato alla RTN tramite una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce sulla futura linea 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi – Ciminna". Le linee elettriche MT, in uscita dalle CS del lotto sud verranno collegate ad una Cabina di raccolta mediante configurazione ad anello; la stessa sarà collegata alla Cabina di Centrale tramite configurazione radiale. Nel lotto nord, dove è presente la cabina di centrale, le linee elettriche MT in uscita dalle CS saranno collegate alla cabina di centrale mediante configurazione ad anello. All'interno della cabina di centrale vi saranno i dispositivi d'interfaccia, protezione e misura. La cabina di centrale è collegata alla cabina utente per la consegna, collegata, a sua volta, alla stazione elettrica Terna.

Si riportano di seguito stralci cartografici dell'impianto su Ortofoto e CTR:

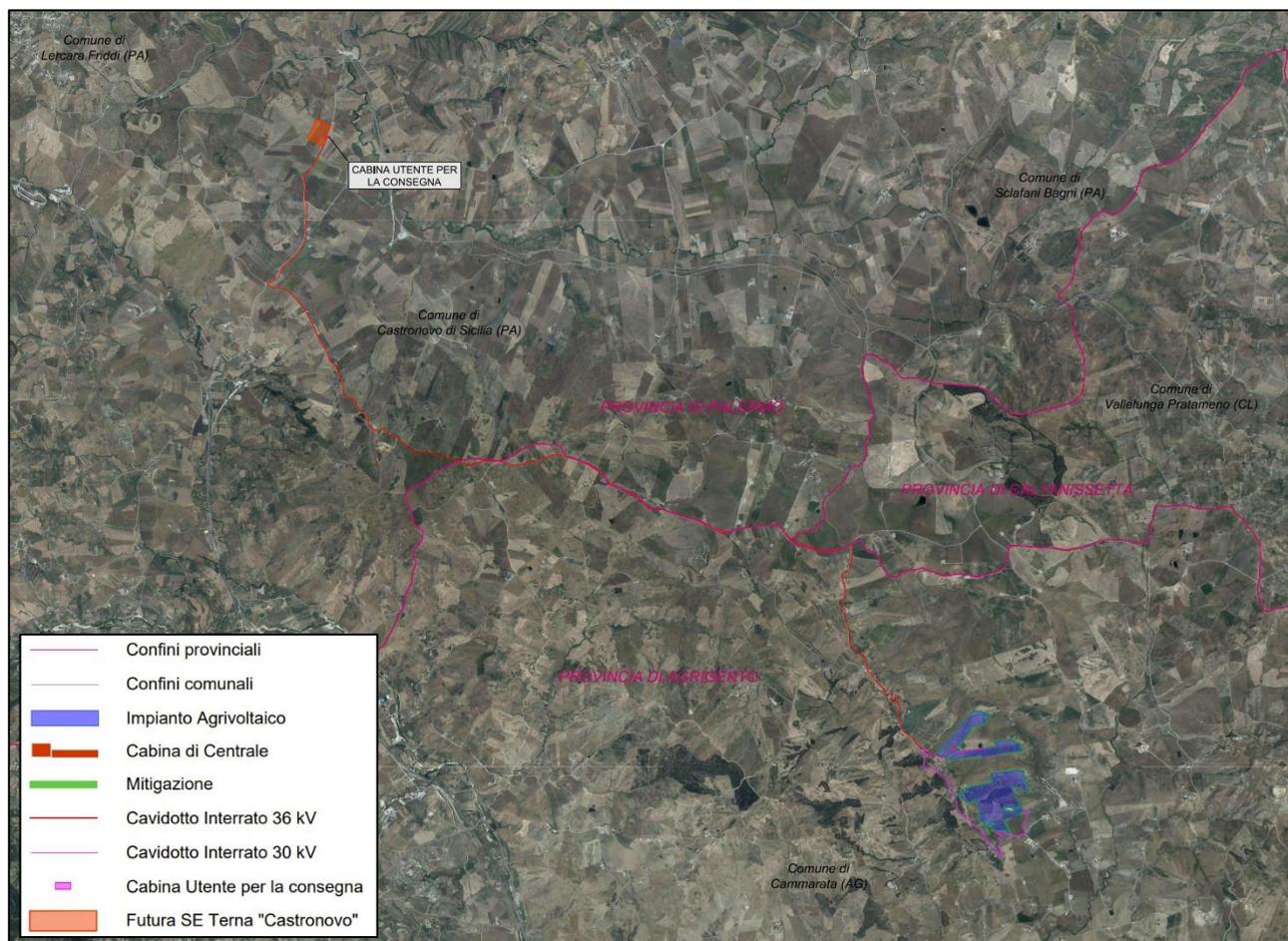


Figura 1 – Inquadramento generale impianto su Ortofoto

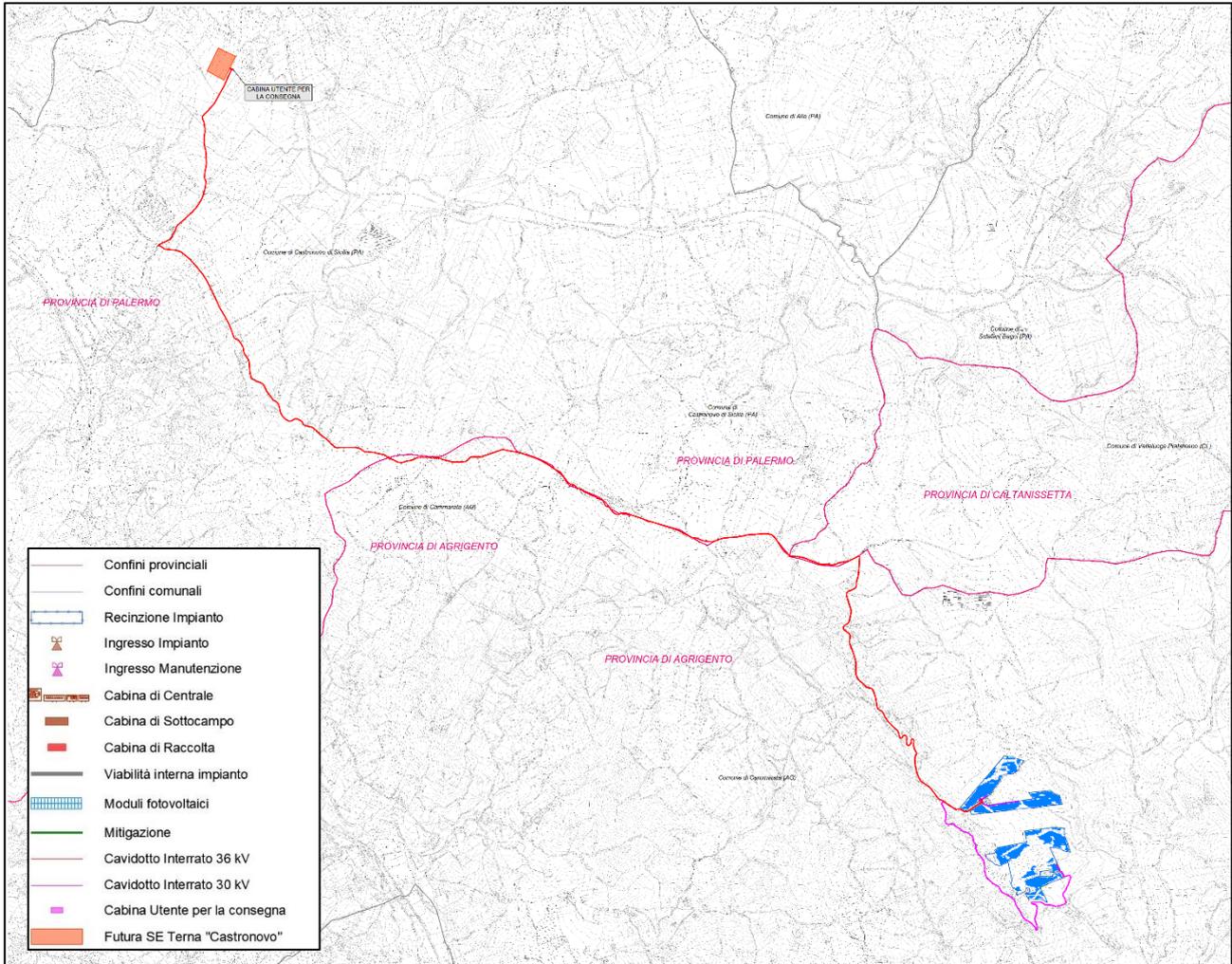


Figura 2 – Inquadramento impianto e tracciato cavidotto su CTR

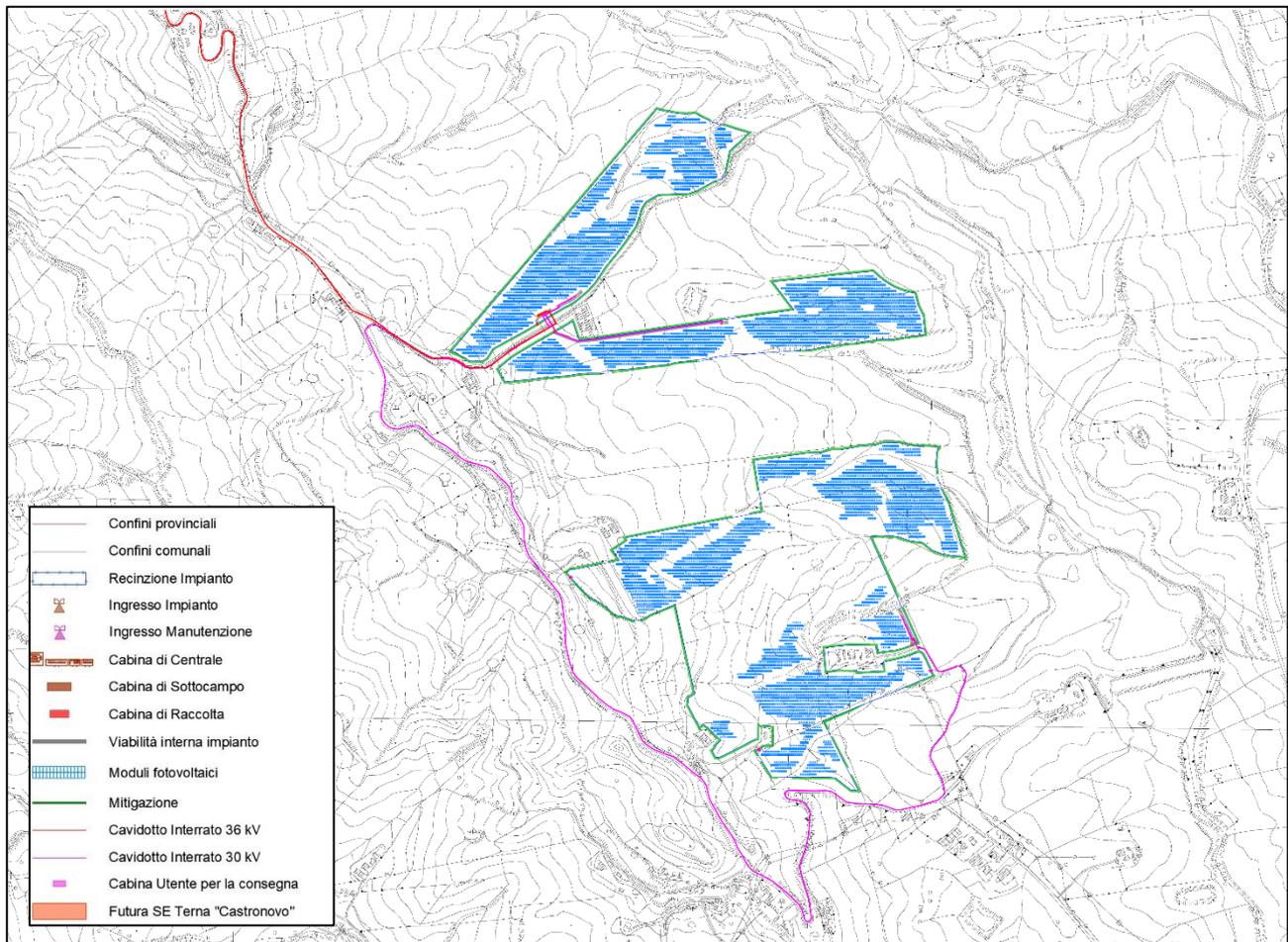


Figura 3 – Inquadramento CTR – Particolare impianto

Urbanisticamente dal punto di vista insediativo l'area è caratterizzata dalla presenza di edificato rurale sparso, secondo i dati forniti dal Comune di Cammarata del P.R.G. vigente adeguato al D.C.C. n. 2 del 2005, in cui si evince che la zonizzazione dell'area interessata dal futuro impianto ricade interamente in zona agricola ed identificata all'interno delle Z.T.O. come "E2 – Verde agricolo produttivo".

Sono le parti di territorio comunale destinate alla produzione agricola e zootecnica in cui oltre alle attività di coltivazione del terreno, con qualsiasi tecnica praticate, è consentita la realizzazione di:

- costruzioni al servizio dell'agricoltura, quali locali per il ricovero di animali, silos, fienili e depositi di cereali, serbatoi e vasche fuori ed entro terra, magazzini per attrezzi e macchine agricole e fabbricati rurali in genere, che rispondano a documentate necessità di conduzione del fondo
- impianti e manufatti edilizi destinati alla lavorazione e trasformazione dei prodotti agricoli e zootecnici ed allo sfruttamento a carattere artigianale di risorse naturali dell'area nella quale viene impiantata l'attività produttiva;
- la manutenzione, il restauro e la ristrutturazione degli edifici esistenti e la loro destinazione ad usi agricoli produttivi, residenziali, commerciali, turistici e produttivi;
- nuove costruzioni destinate alla residenza anche stagionale ed alle attività ad essa connesse;

- e) nuove costruzioni ed impianti destinati ad attività agrituristiche nell'ambito di aziende agricole;
- f) la demolizione e la ricostruzione nei limiti della stessa volumetria e con la riproposizione dei caratteri architettonici originali tradizionali, dei fabbricati esistenti.
- g) impianti e manufatti edilizi destinati alla realizzazione, da parte della Amministrazione comunale, di stalle sociali;
- h) la trasformazione di trazzere esistenti in rotabili;
- i) interventi di tipo idraulico forestale finalizzati alla protezione idrogeologica del territorio.
- l) interventi produttivi previsti dalla legislazione regionale vigente.
- m) attività di cava e miniera, nel rispetto delle norme legislative che regolano la materia ed a condizione che vengano previste adeguate forme di risanamento ambientale al termine della coltivazione.

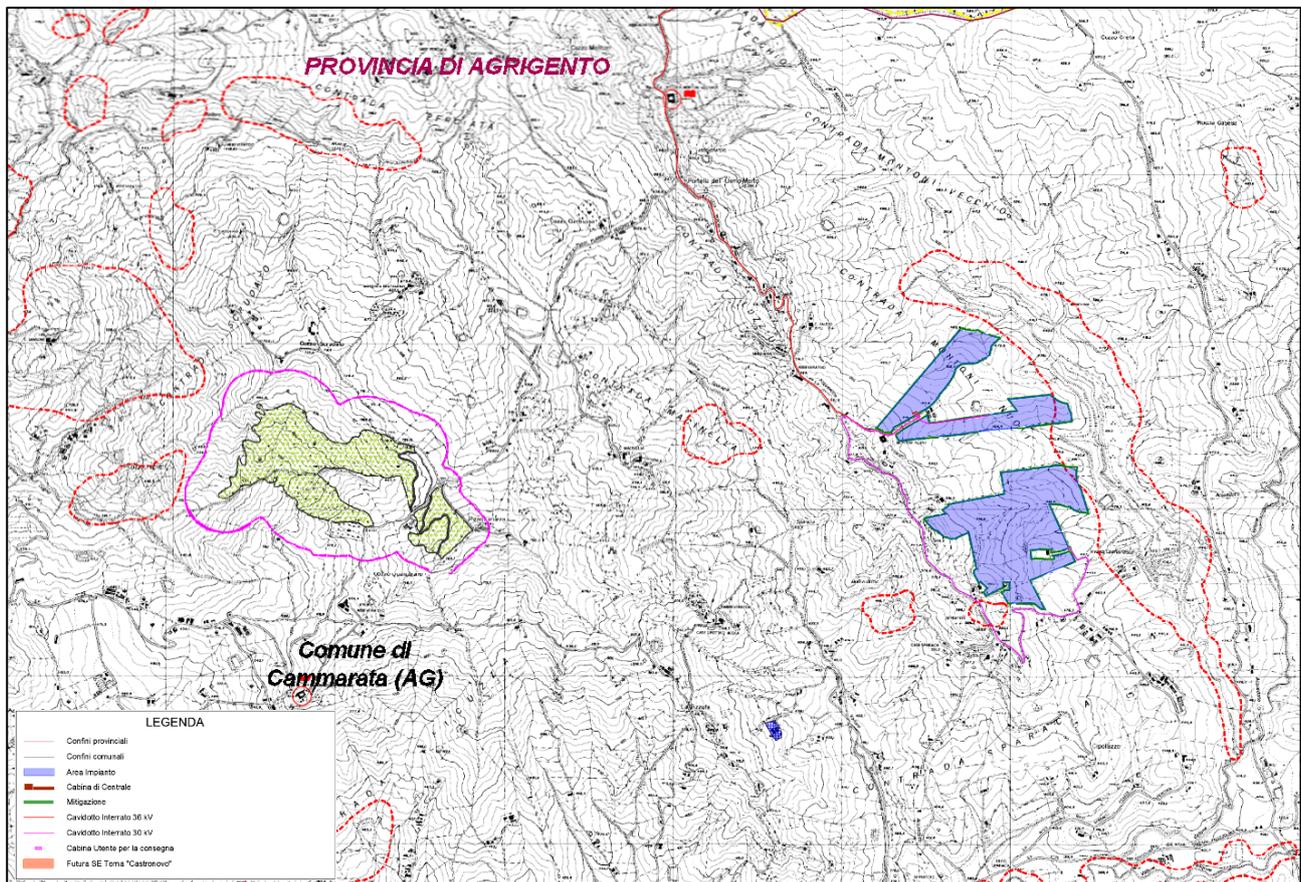


Figura 4 – Inquadramento Impianto su PRG

Relativamente alle opere di connessione, il tracciato del cavidotto ricade urbanisticamente nei territori comunali del sopra citato Comune di Cammarata (AG), Comune di Vallerlunga Pratameno (CL) e il Comune di Castronovo di Sicilia (PA) in cui saranno ubicate la cabina utente per la consegna e la futura SE 380/150/36 kV.

Catastralmente l'area sulla quale è in progetto l'impianto fotovoltaico ricade nel Foglio di mappa 36 e 69 del Comune di Cammarata. Qui di seguito un estratto dell'elaborato "Inquadramento impianto su catastale" ove si evidenziano le particelle interessate:

l'area in cui si prevede di realizzare l'impianto fotovoltaico è ubicata nei terreni catastralmente censiti nel NCT del Comune di Cammarata (AG) al Foglio 36, Particelle 23, 45, 64, 67, 69, 80, 111, 114 e 115 e al Foglio 69, Particelle 3, 44, 141, 359, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 575, 593, 595, 755 e 757.

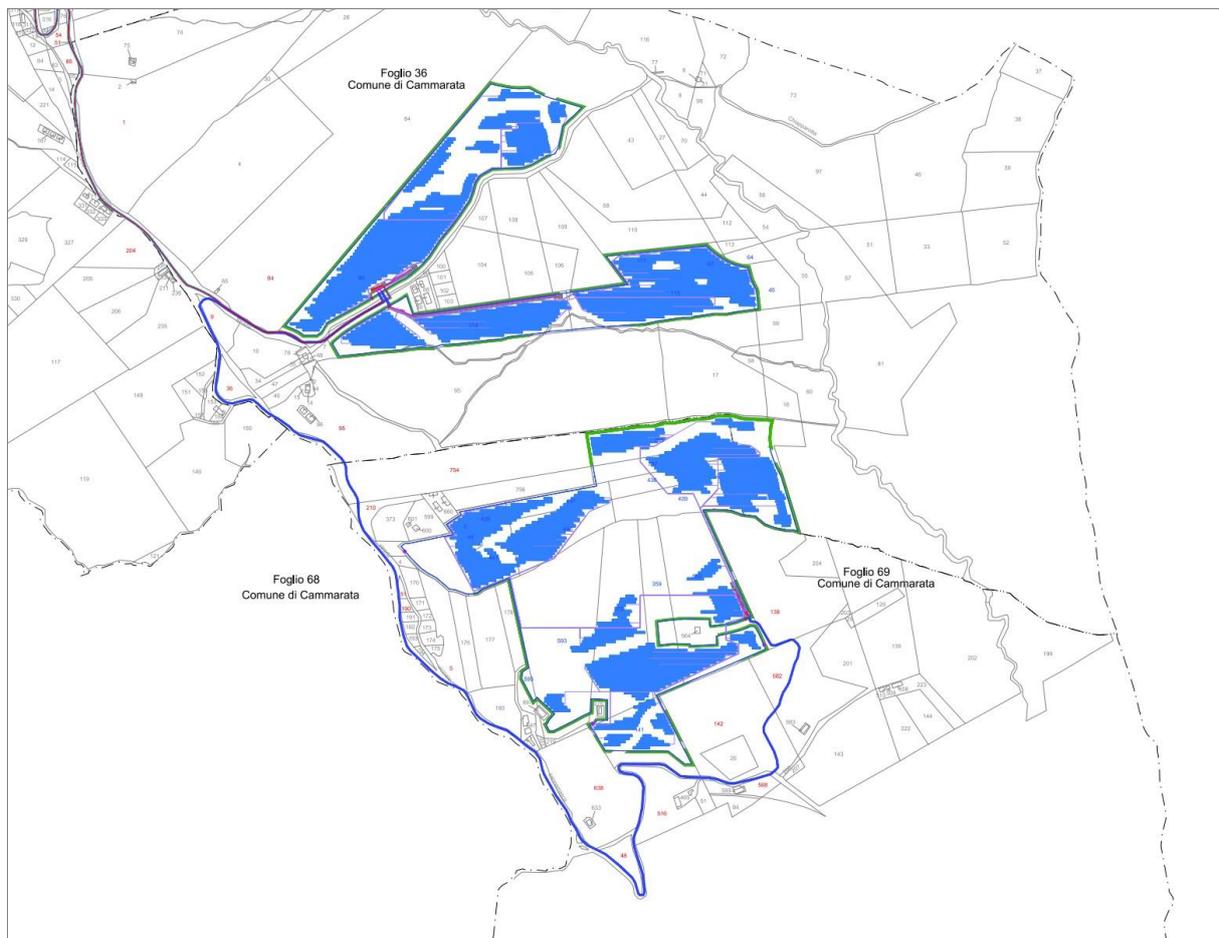


Figura 5 - Inquadramento su catastale

Inquadramento Geologico e Geomorfologico

Il territorio della Provincia di Agrigento, compreso nell'ambito 10, 5 e 6 si può suddividere, in modo schematico, in tre grandi fasce morfologiche ad andamento pressappoco est-ovest che sono il riflesso della costituzione geologica.

A nord si sviluppa la fascia montana, rappresentata dai monti Sicani con il rilievo più elevato di Monte Cammarata (1578 m). I Monti Sicani hanno una costituzione prevalentemente calcarea e costituiscono una porzione della catena Appenninico-Maghrebide che si è originata a partire dall'Oligocene superiore e che ha visto le fasi principali di corrugamento, in quest'area, dal Miocene superiore al Pliocene inferiore. La seconda fascia, intermedia, ha una

morfologia collinare ed è formata da terreni prevalentemente argillosi oligo-miocenici, da calcari e gessi della Serie Gessoso-Solfifera e dai Trubi, marne bianche del Pliocene inferiore.

Questo complesso di terreni, anch'esso intensamente deformato a causa del corrugamento della catena siciliana, viene indicato in letteratura come Falda di Gela e costituisce l'elemento tettonico dominante di gran parte del territorio agrigentino. La Falda di Gela si estende anche nell'offshore da Sciacca a Gela ed il limite attuale, nel Canale di Sicilia, è stato invidato in base a sezioni sismiche a riflessione e pozzi per la ricerca petrolifera. Nella terza fascia, costiera, sono principalmente rappresentati i terreni più giovani (argille e calcareniti del Plio-Pleistocene ed i terrazzi marini ed alluvionali che si sviluppano al di sopra dei terreni della Falda di Gela. Lungo la costa tuttavia, in diverse zone, i terreni Plio-Pleistocenici non sono presenti e quindi affiorano direttamente termini della "Serie Gessoso Solfifera" ricoperti delle classiche marne a globigerine note come Trubi (es. Scala dei Turchi, Eraclea) e modellati dalle superfici di abrasione marina del Pleistocene.

Nella zona dell'area di studio sono presenti per lo più le argille brecciate della formazione Terravecchia.

Formazione Terravecchia

Si tratta di depositi deltizi e torbiditici costituiti da argille brune con tenori variabili di sabbia e intercalazioni alternate di conglomerati poligenici ed orizzonti arenacei spessi anche centinaia di metri.

Lateralmente nel settore orientale del territorio provinciale questi depositi passano a depositi pelitici con tenori variabili di sabbie e livelli di laminiti, ma privi di intercalazioni conglomeratiche e di banchi arenitici.

Quest'ultimi depositi costituiscono la Formazione Licata, una formazione eterotipica della Formazione Terravecchia. *Età Tortoniano superiore - Messiniano inferiore.*

A luoghi la successione sedimentaria dei depositi alto miocenici è interrotta da lembi di argille caotiche più antiche (Argille Brecciate I e II di Ogniben, 1966)

Argille sabbiose

Alla base affiorano depositi prevalentemente pelitici, costituiti da argille ed argille sabbiose che contengono olistoliti di dimensioni da qualche metro ad alcune centinaia di metri di calcari mesozoici. Famosi quelli di Contrada Burgilamuni a Favara, nei quali Gemmellaro descrisse, alla fine dell'800 una successione di calcilutiti giurassiche ad ammoniti che, in seguito all'espansione urbana del comune non è stato più possibile ritrovare.

I terreni argillosi che inglobano gli olistoliti calcarei vengono qui indicati informalmente come complesso argilloso basale.

L'età è Miocene medio-superiore.

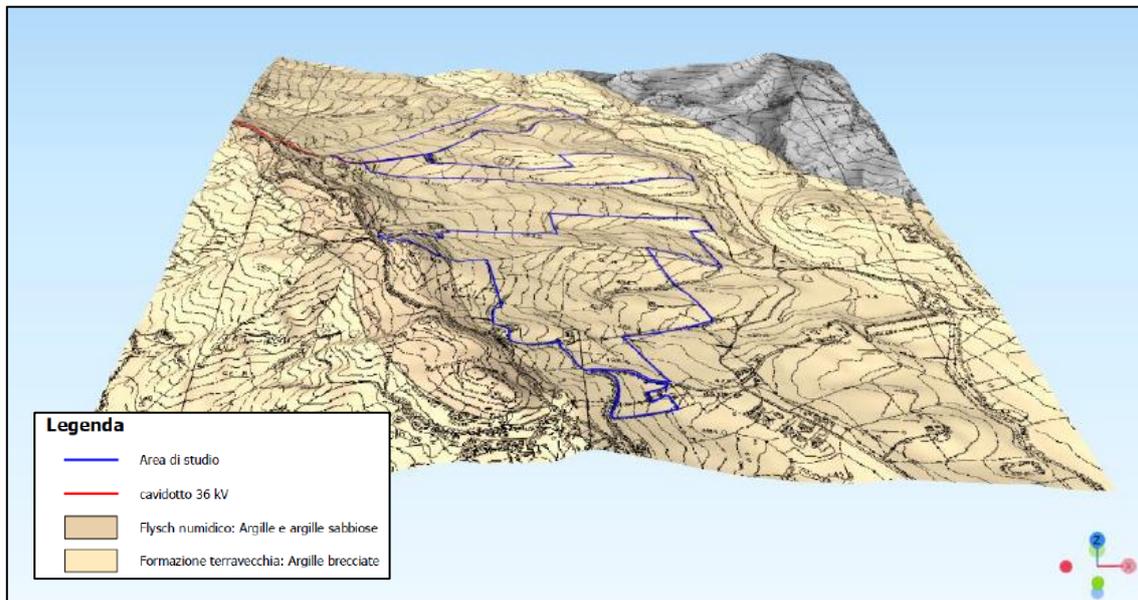


Figura 6 – Carta della litologia in cui ricade l'area di impianto

In particolare l'area in oggetto è in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini tettoniche che, nel tempo, l'hanno interessata, infatti il territorio è a carattere prettamente collinare, di natura per lo più argillosa, con diversi impluvi che attraversano i versanti dai quali scorrono le acque piovane che vanno poi a finire nei torrenti vicini. L'area è situata perlopiù su un versante digradante verso E con una pendenza media intorno al 10-15%, si presenta molto frastagliato. I fenomeni che possono generarsi sono quelli di erosione di tipo interrill che viene identificata come quella forma di erosione che offre il maggior contributo al processo di degradazione del suolo.

Per quanto riguarda la cartografia PAI, l'area ricade all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Platani (063). Come si può vedere dalla cartografia allegata, l'area dove sorgerà l'impianto risulta sgombra se non per due aree a pericolosità geomorfologica P3, in cui in ogni caso non è stata prevista la posa di moduli fotovoltaici.

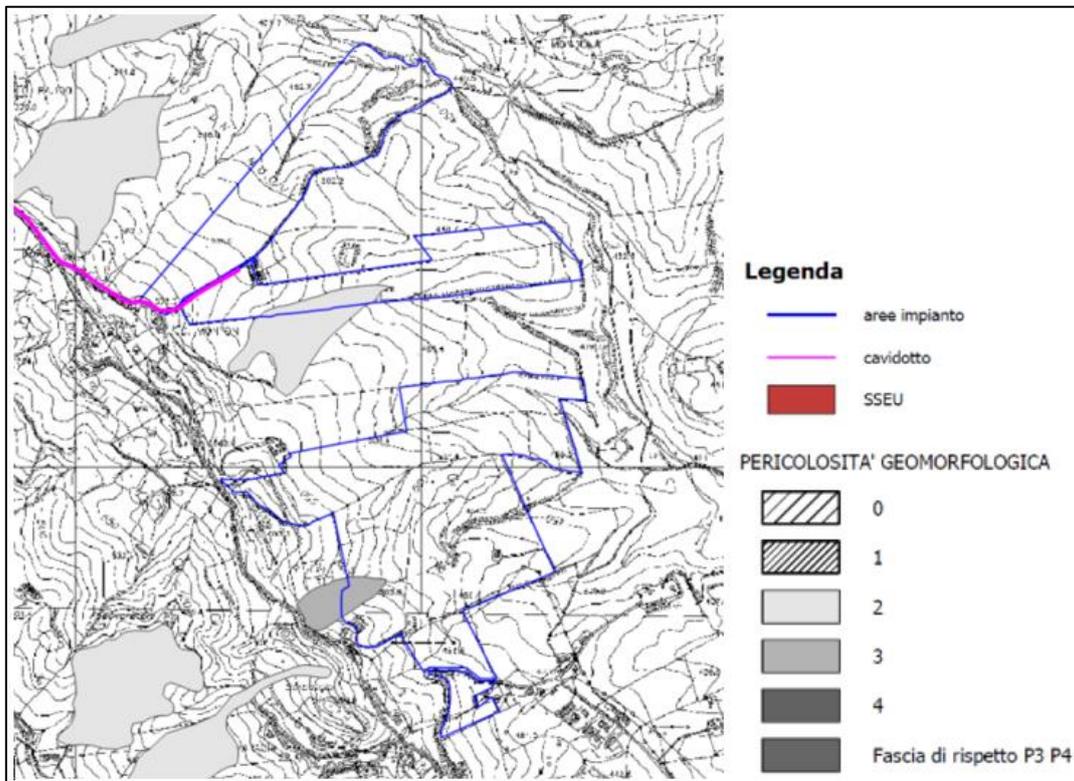


Figura 7 – Stralcio del PAI

Contesto Idrogeologico

Dal punto di vista idrografico sono stati individuati, oltre agli impluvi presenti sul geoportale e sulla CTR, altri impluvi osservati sia in campo che da DTM a 2m della Regione Sicilia dai quali è stato eseguito uno studio idraulico descritto nella relazione idrologica e idraulica.

Dal punto di vista della “permeabilità”, cioè dell’attitudine che hanno le rocce nel lasciarsi attraversare dalle acque di infiltrazione efficace. Le formazioni litologiche affioranti nell’area rilevata, in base alle loro caratteristiche strutturali ed al loro rapporto con le acque di precipitazione, sono state classificate in una scala di permeabilità basata sulle seguenti classi:

1. rocce permeabili;
2. rocce a permeabilità media per porosità;
3. rocce impermeabili

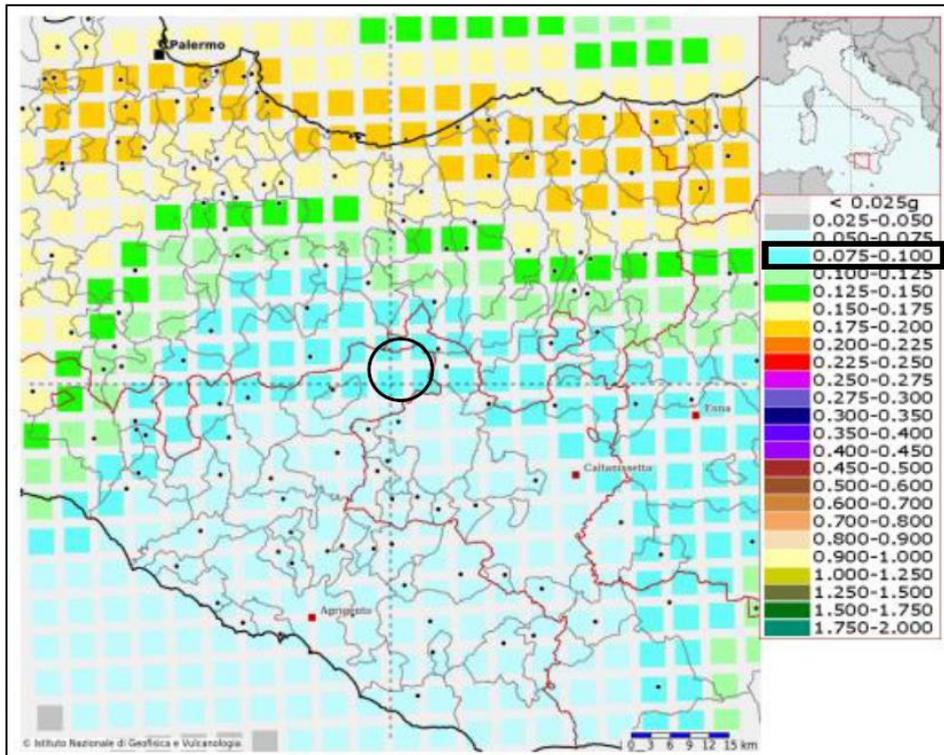
L’impianto, pertanto, sorgerà su terreni per lo più argillosi, per cui la si può dire che i terreni sono impermeabili. In particolare negli impluvi individuati scorre acqua solo nelle stagioni piovose o durante eventi meteorici sporadici con intensità di pioggia rilevante.

Queste acque saranno indirizzate verso gli impluvi maggiori presenti nei dintorni, i quali confluiranno verso il fiume Platani. Dagli impluvi presenti sono stati eseguiti elaborazioni idrauliche con il software Hec-ras i quali risultati saranno evidenziati nella relazione idrologica e idraulica.

Inoltre non avendo informazioni sulla quota della falda nelle aree circostanti, ma considerando l'opera in progetto non sussistono rischi per un eventuale inquinamento della falda.

Sismicità

Per quanto riguarda la pericolosità sismica ci troviamo in un'area sismica con accelerazioni da 0.075g a 0.100g, come riportato dal *Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1*.



La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'**ID 47401** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Per quanto riguarda, invece, la categoria di sottosuolo, ci baseremo, anche in questo caso, su dati bibliografici e su progetti eseguiti nei dintorni dell'area in esame, in condizioni litostratigrafiche simili.

Considerando che i vari litotipi presenti ci si aspetterebbe un V_{s30} compreso tra 180 m/s e 360 m/s, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **categoria C**:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Queste valutazioni dovranno essere confermate in fase di progetto esecutivo con una campagna sismica atta a definire al meglio il valore di Vs30eq misurato e le caratteristiche sismiche dell'area in esame.

6. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

6.1. Descrizione generale del progetto

Il progetto per il quale si richiede la connessione in rete è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede la suddivisione dell'impianto in 7 sottocampi per un totale di 56.430 moduli fotovoltaici che svilupperanno una potenza complessiva installata di 39,501 MWp.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da sette Cabine di Sottocampo (TR) suddivisi come di seguito indicato:

- **TR.1:** costituita da 228 stringhe, con una potenza di picco pari 4788 kWp, 19 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 3800 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;
- **TR.2:** costituita da 222 stringhe, con una potenza nominale pari a 4662 kWp, 20 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 4000 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;
- **TR.3:** costituita da 256 stringhe, con una potenza nominale pari a 5376 kWp, 22 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 4400 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;
- **TR.4:** costituita da 264 stringhe, con una potenza di picco pari 5544 kWp, 22 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 4400 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;
- **TR.5:** costituita da 312 stringhe, con una potenza di picco pari 6552 kWp, 26 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 5200 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;
- **TR.6:** costituita da 306 stringhe, con una potenza di picco pari 6426 kWp, 26 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 5200 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;
- **TR.7:** costituita da 293 stringhe, con una potenza di picco pari 6153 kWp, 25 inverter di stringa da 200 kW per una potenza totale di 5000 kW, per la conversione dell'energia elettrica da CC a CA, e un trasformatore MT/BT 30/0,8 kV con una potenza da 6300 kVA;

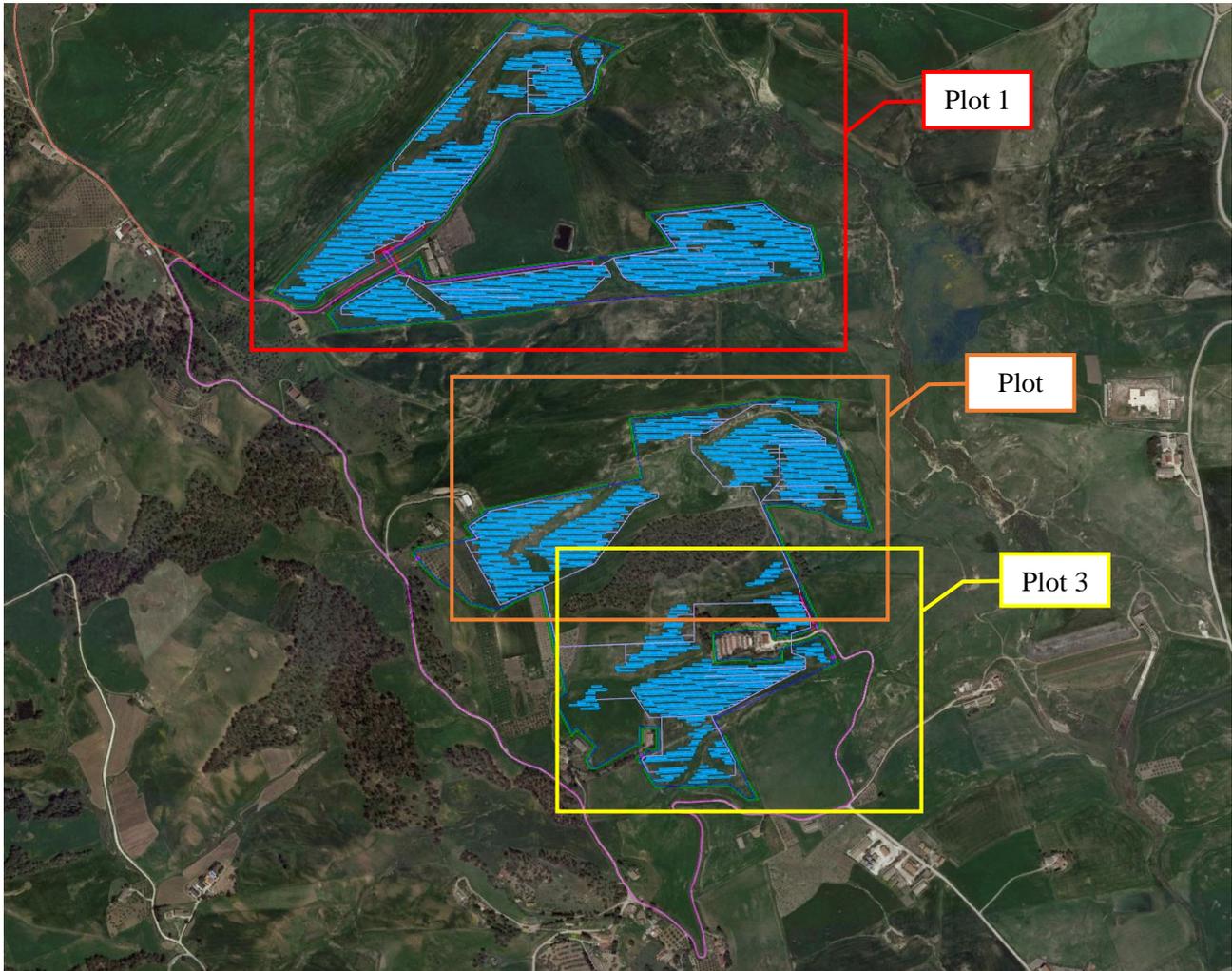


Figura 8 – Layout generale di impianto

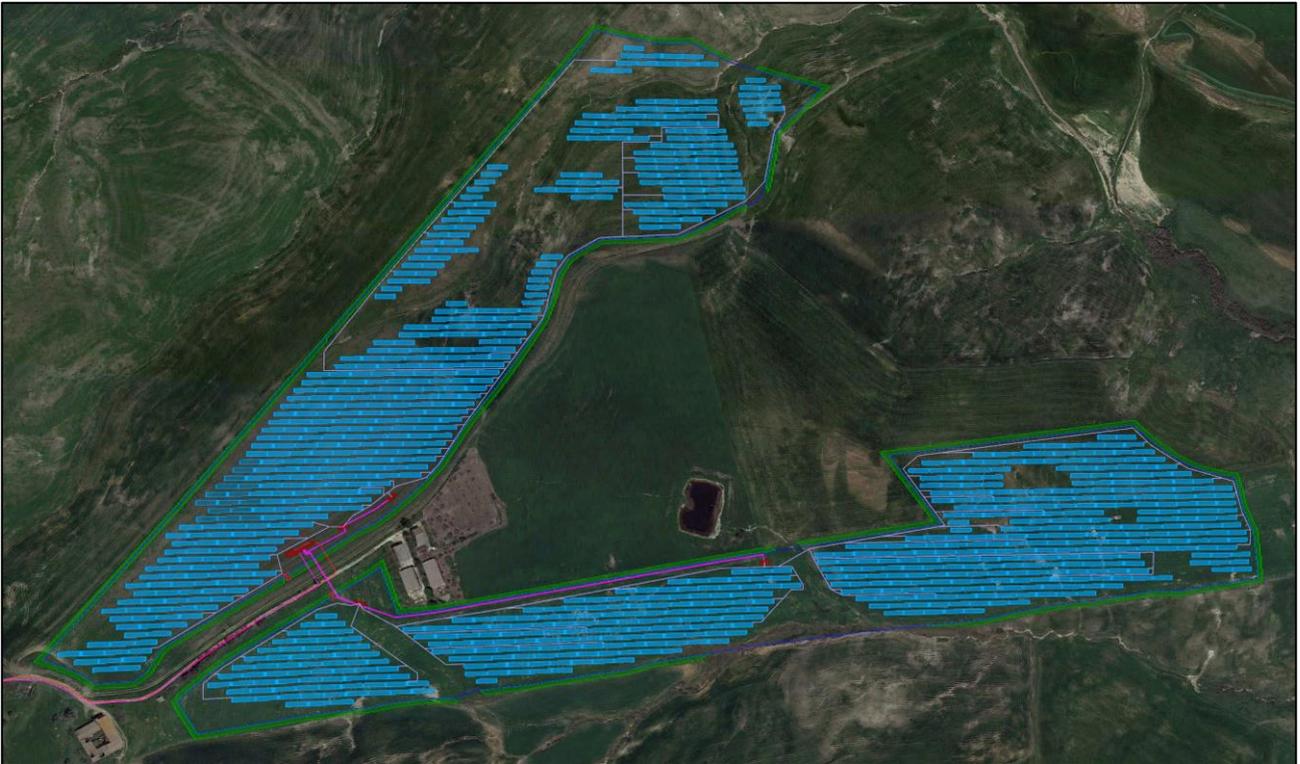


Figura 9 – Layout generale di impianto – Plot 1

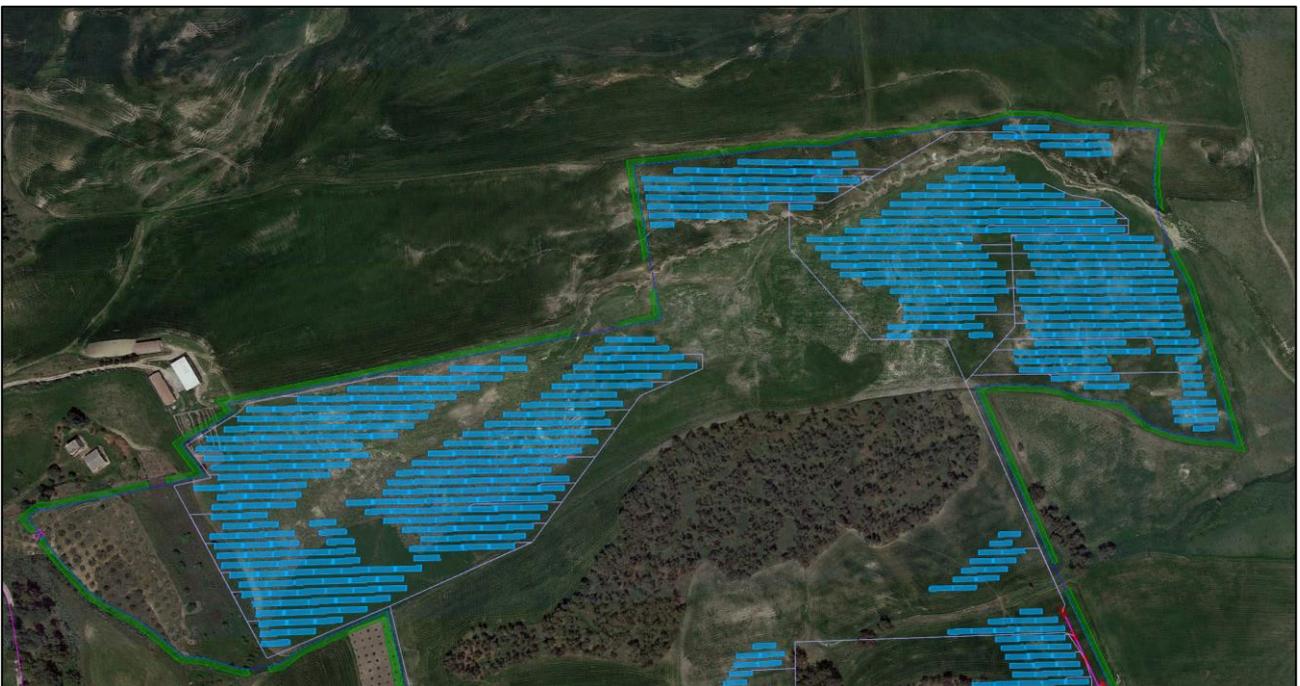


Figura 10 – Layout generale di impianto – Plot 2



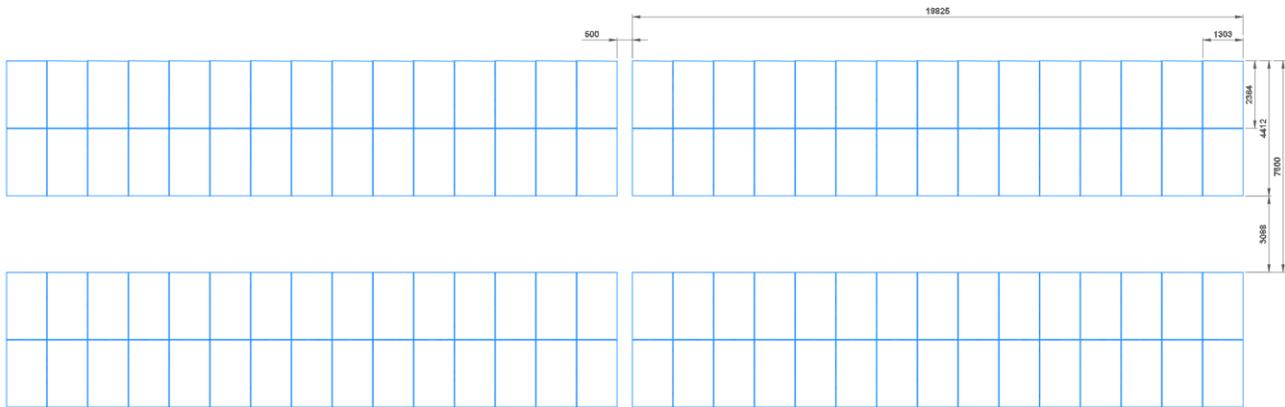
Figura 11 – Layout generale di impianto – Plot 3

Ogni sottocampo fotovoltaico sarà dotato inverter di stringa e di un trasformatore, inoltre nel lotto nord, distante dalla cabina di centrale, sarà realizzata una cabina di raccolta che a sua volta la collegherà alla CC. La tensione MT interna al campo sarà quindi pari a 30 kV. Le linee elettriche MT, in uscita dalle CS del lotto sud verranno collegate alle rispettive Cabina di raccolta mediante configurazione ad anello. Per il sopraccitato lotto le cabine di raccolta saranno collegate alla Cabina di Centrale tramite configurazione radiale. Nel lotto sud, dove è presente la cabina di centrale, le linee elettriche MT in uscita dalle CS saranno collegate alla cabina di centrale mediante configurazione ad anello. All'interno della cabina di centrale vi saranno i dispositivi d'interfaccia, protezione e misura. L'impianto sarà collegato alla RTN tramite una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce sulla futura linea 380 kV della RTN "Chiaromonte Gulfi – Ciminna".

I moduli fotovoltaici di potenza unitaria pari a 700 Wp, saranno installati su strutture fisse in acciaio composte da diverse componenti assemblabili, in grado di consentire il montaggio e lo smontaggio, per ciascuna struttura, in modo rapido e indipendentemente dalla presenza o meno di strutture contigue. Le stesse saranno

ancorate al terreno tramite infissione, verranno fissate stringhe con 15 moduli, disposti su due file, in configurazione lineare, con inclinate a 23° in direzione Est-Ovest con un'altezza minima dal suolo di 1,35m.

Nella figura seguente si evidenziano le dimensioni delle strutture fisse, la distanza tra le stringhe e il pitch. I moduli fotovoltaici presi in considerazione, hanno dimensioni 2384 x 1303 x 35 mm. Le strutture, inclinate a 23° hanno dimensioni di 19825 x 4786 mm, il pitch è di 7,5 m e la distanza tra le stringhe è 0.50 m.



La viabilità interna sarà realizzata solo ed esclusivamente lungo i tratti per raggiungere le cabine di sottocampo. È stata predisposta una zona di accesso per il lotto di impianto. Di seguito è riportato il layout della viabilità



Figura 12 – Viabilità Plot 1



Figura 13 – Viabilità Plot 3

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di fasce arboree con caratteristiche differenti lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico. In particolare, per quanto concerne le superfici non occupate dalle strutture, cabine e viabilità, avremo:

- Una superficie non occupata da pannelli, strutture e viabilità, pari a 25,94 ettari circa, che sarà semplicemente inerbita con essenze mellifere;
- Fasce di mitigazione visiva, su una superficie complessiva pari a 4,22 ettari, costituite da file di piante di ulivo, ad una distanza pari a m 5 tra loro. Il principale vantaggio dell'uliveto intensivo risiede nelle dimensioni non molto elevate delle piante adulte, e di conseguenza nella possibilità di meccanizzare o agevolare meccanicamente tutte le fasi della coltivazione, ad esclusione dell'impianto, che sarà effettuato manualmente.

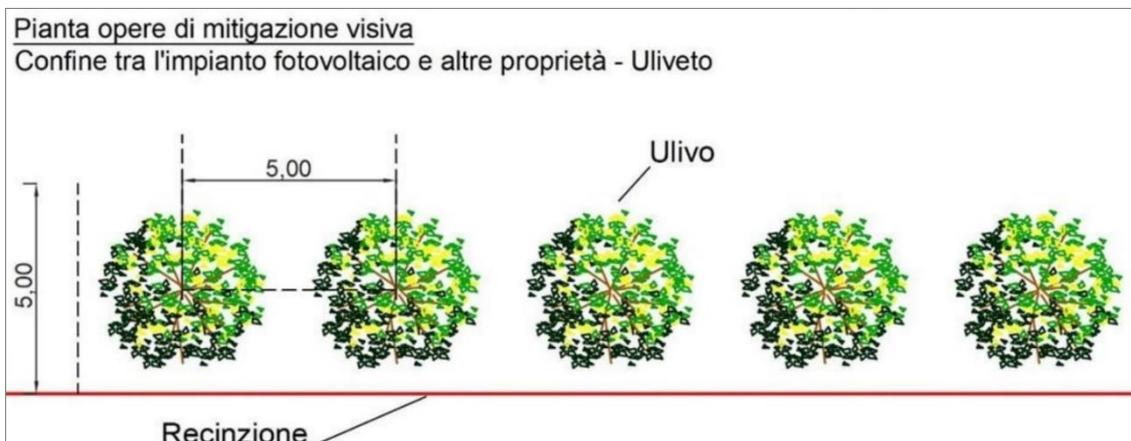


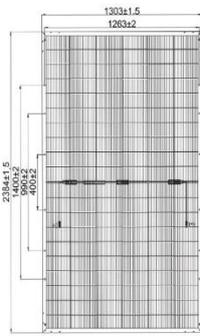
Figura 14 Fascia di mitigazione e schema del sesto di impianto

6.2.1 Caratteristiche del generatore fotovoltaico

Il modulo scelto è il "FU Velvet Premium Max 700 Wp" della FuturaSun, il quale presenta una potenza di picco pari a 700 Wp ed un'efficienza 22,5 %, misurate in condizioni standard (STC: Standard Test Condition), le quali prevedono un irraggiamento pari a 1000 W/m² con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3. Il modulo considerato può raggiungere una potenza di 772 Wp considerando che una percentuale pari al 10% dell'irraggiamento solare colpisce la superficie posteriore del modulo, rispetto al riferimento utilizzato per la faccia anteriore. Il progetto prevede l'installazione di un totale di 56.430 moduli, montati con un'inclinazione di 23° su strutture fisse, per una potenza complessiva 39,501 MW. Vengono di seguito riportate le caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici individuati nel progetto.

Velvet Premium Max

| SPECIFICHE GENERALI | |
|-------------------------------|---|
| Dimensioni | 2384 x 1303 x 35 mm |
| Peso | 36,7 kg |
| Vetro | Fronte - Vetro solare da 2,0 mm con AR-C Retro - Vetro solare da 2,0 mm con pattern bianco |
| Celle | 132 celle bifacciali half-cut HJT 210 x 105 mm |
| Bifaccialità | 80 ± 5 % |
| Cornice | Telaio in alluminio anodizzato con fori di fissaggio e drenaggio |
| Scatola di giunzione | Certificato secondo IEC 62790, omologato IP67 / IP68, 3 diodi |
| Cavi e connettori | Cavo solare da 200 mm (lunghezza personalizzabile) assemblato con spine compatibili con MC4 |
| Massima corrente inversa (Ir) | 30 A |
| Tensione massima di sistema | 1500 V |
| Carico massimo (neve) | Carico di progetto: 3600 Pa 5400 Pa (incluso fattore di sicurezza 1,5) |
| Carico massimo (vento) | Carico di progetto: 1600 Pa 2400 Pa (incluso fattore di sicurezza 1,5) |
| Protection Class | II - conforme a IEC 61730 |

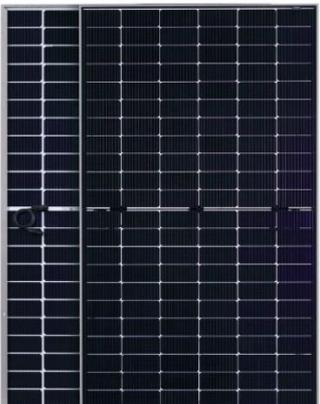


| CARATTERISTICHE ELETTRICHE - STC* | | FU 680 MVM | FU 685 MVM | FU 690 MVM | FU 695 MVM | FU 700 MVM |
|------------------------------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| Potenza del modulo (Pmax) | W | 680 | 685 | 690 | 695 | 700 |
| Tensione di circuito aperto (Voc) | V | 49,51 | 49,55 | 49,81 | 49,99 | 50,14 |
| Corrente di corto circuito (Isc) | A | 17,79 | 17,26 | 17,32 | 17,37 | 17,42 |
| Tensione di massima potenza (Vmpp) | V | 41,5 | 41,66 | 41,79 | 41,97 | 42,12 |
| Corrente di massima potenza (Impp) | A | 16,39 | 16,45 | 16,52 | 16,56 | 16,62 |
| Efficienza modulo | % | 21,9 | 22,1 | 22,2 | 22,4 | 22,5 |

| CONDIZIONI BIFACCIALE STANDARD - B5TC** | | FU 680 MVM | FU 685 MVM | FU 690 MVM | FU 695 MVM | FU 700 MVM |
|---|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| Potenza del modulo (Pmax) | W | 750 | 756 | 761 | 767 | 772 |
| Tensione di circuito aperto (Voc) | V | 49,51 | 49,55 | 49,82 | 49,97 | 50,14 |
| Corrente di corto circuito (Isc) | A | 18,95 | 19,05 | 19,1 | 19,18 | 19,21 |
| Tensione di massima potenza (Vmpp) | V | 41,48 | 41,66 | 41,82 | 41,94 | 42,12 |
| Corrente di massima potenza (Impp) | A | 18,09 | 18,15 | 18,21 | 18,29 | 18,33 |

| CARATTERISTICHE OPERATIVE | | |
|----------------------------------|------|-------------|
| Coefficiente di temperatura Isc | %/°C | 0,04 |
| Coefficiente di temperatura Voc | %/°C | -0,24 |
| Coefficiente di temperatura Pmax | %/°C | -0,26 |
| NOCT | °C | 44 ± 2 |
| Temperatura di esercizio | °C | da +0 a +85 |

| INFORMAZIONI SULL'IMBALLAGGIO | |
|-------------------------------|--------------------|
| Quantità / Pallet | 17 pz |
| Container 40' HQ | 527 pz / 31 pallet |



*Standard Test Conditions STC 1000 W/m² - AM 1.5 - 25 °C - Irradiance: Pmax (±3%) Voc (±4%) Isc (±5%)
**Bifacial Standard Test Conditions (B5TC) Front side irradiation 1000 Wp / sqm Back side reflection irradiation 135 Wp / sqm Ambient temperature 25 °C
Notice: All data and specifications are preliminary and subject to change without notice.

FuturaSun
anticipate tomorrow

4via del Pasubio, 16 00191 Ciampello (RM) Italy
Tel +39 06 5778602 | www.futurasun.com
info@futurasun.it

Figura 15 – Caratteristiche tecniche generatore fotovoltaico

6.2.2. Caratteristiche dell'inverter

L'inverter considerato per il progetto in esame è il "SUN2000-215KTL-H3" della Huawei Technologies, della potenza apparente di 215 kVA e una potenza nominale di 200 kW. Il progetto prevede l'installazione di un numero totale di 160 inverter, per una potenza nominale complessiva in AC di 32 MW.

Si precisa che la potenza nominale di 32MW è frutto, in questa fase, di una scelta progettuale; per raggiungere la potenza nominale prevista nell'STMG, in fase esecutiva, si potrà valutare la possibilità di aggiungere ulteriori inverter senza comportare varianti sostanziali al progetto definitivo.

Di seguito vengono riportate le specifiche tecniche del componente in oggetto.



100A
Per MPPT



99.0%
Max. Efficiency



String-Smart
Switch



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



MBUS
Supported



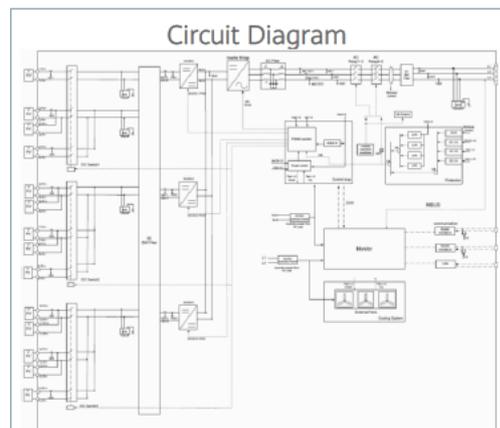
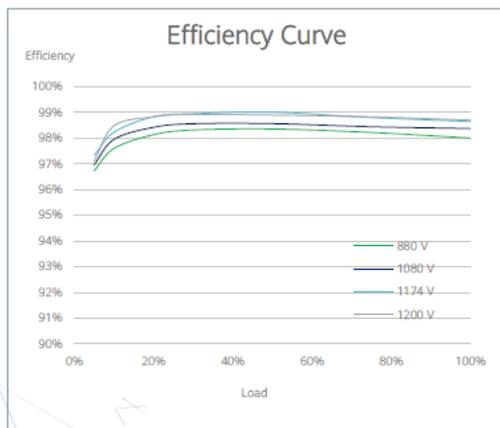
Fuse Free
Design



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection

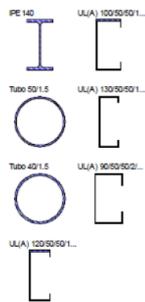


| Efficiency | |
|--|--|
| Max. Efficiency | ≥99.0% |
| European Efficiency | ≥98.6% |
| Input | |
| Max. Input Voltage | 1,500 V |
| Number of MPP Trackers | 3 |
| Max. Current per MPPT | 100A/100A/100A |
| Max. PV Inputs per MPPT | 4/5/5 |
| Start Voltage | 550 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 500 V ~ 1,500 V |
| Nominal Input Voltage | 1,080 V |
| Output | |
| Nominal AC Active Power | 200,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 144.4 A |
| Adjustable Power Factor Range | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Max. Total Harmonic Distortion | < 1% |
| Protection | |
| Input-side Disconnection Device | Yes |
| Anti-islanding Protection | Yes |
| AC Overcurrent Protection | Yes |
| DC Reverse-polarity Protection | Yes |
| PV-array String Fault Monitoring | Yes |
| DC Surge Arrester | Type II |
| AC Surge Arrester | Type II |
| DC Insulation Resistance Detection | Yes |
| Residual Current Monitoring Unit | Yes |
| Communication | |
| Display | LED Indicators, WLAN + APP |
| USB | Yes |
| MBUS | Yes |
| RS485 | Yes |
| General | |
| Dimensions (W x H x D) | 1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch) |
| Weight (with mounting plate) | ≤86 kg (191.8 lb.) |
| Operating Temperature Range | -25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F) |
| Cooling Method | Smart Air Cooling |
| Max. Operating Altitude without Derating | 4,000 m (13,123 ft.) |
| Relative Humidity | 0 ~ 100% |
| DC Connector | Staubli MC4 EVO2 |
| AC Connector | Waterproof Connector + OT/DT Terminal |
| Protection Degree | IP66 |
| Topology | Transformerless |

6.3 Infrastrutture ed opere civili

6.3.1 Strutture di supporto dei Pannelli Solari

La struttura è fatta di profili in acciaio realizzati a freddo, avendo spessori di 1,8 mm e 1,5 mm, nella tabella seguente si mostrano i dettagli dei profili utilizzati con le loro caratteristiche.



1.13 SEZIONI TRASVERSALI

| Sezione nr. | Mater. nr. | I_x [cm ⁴] A [cm ²] | I_y [cm ⁴] A_y [cm ²] | I_z [cm ⁴] A_z [cm ²] | Assi principali α [°] | Rotazione α' [°] | Dimensioni totali [mm] Larghezza b Altezza h | |
|-------------|---|--|--|--|---------------------------------|----------------------------|---|-------|
| 1 | IPE 140 2 | 2.45 16.43 | 541.20 8.45 | 44.92 5.99 | 0.00 | 0.00 | 73.0 | 140.0 |
| 2 | UL(A) 100/50/50/1.5/1.5/1.5/13.5/1.5/0/0 | 0.03 3.36 | 54.92 1.05 | 12.14 1.12 | 0.00 | 0.00 | 50.0 | 100.0 |
| 3 | Tubo 50/1.5 3 | 13.45 2.29 | 6.73 1.14 | 6.73 1.14 | 0.00 | 0.00 | 50.0 | 50.0 |
| 4 | UL(A) 130/50/50/1.8/1.8/1.8/13.2/1.8/13.2/1.8/0/0 | 0.05 4.55 | 119.55 1.13 | 15.60 1.88 | 0.00 | 0.00 | 50.0 | 130.0 |
| 5 | Tubo 40/1.5 1 | 6.73 1.81 | 3.37 0.90 | 3.37 0.90 | 0.00 | 0.00 | 40.0 | 40.0 |
| 6 | UL(A) 90/50/50/2/2/18/2/18/2/0/0 | 0.06 4.44 | 57.85 1.44 | 16.93 1.24 | 0.00 | 0.00 | 50.0 | 90.0 |
| 7 | UL(A) 120/50/50/1.8/1.8/1.8/13.2/1.8/13.2/1.8/0/0 | 0.05 4.37 | 99.25 1.17 | 15.20 1.70 | 0.00 | 0.00 | 50.0 | 120.0 |

La struttura viene collegata tramite due bulloni a profili IPE140 A S350GD infissati per circa 1,8 m nel terreno, senza nessun uso di conglomerati cementizi.

Si riporta la sezione trasversale della struttura di progetto:

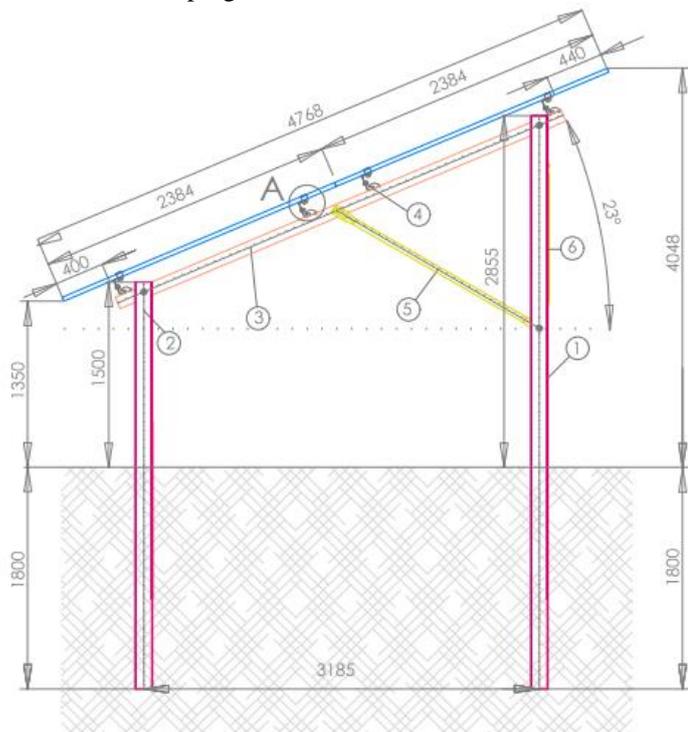


Figura 16 – Sezione trasversale del telaio di supporto

| POS. | NOME | MATERIALE | PROTEZIONE |
|------|---------------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | PALO DI FONDAZIONE IPE-140 | S350GD | ZM310 (EN ISO 10346) |
| 2 | PALO DI FONDAZIONE IPE-140 | S350GD | ZM310 (EN ISO 10346) |
| 3 | TRAVE PRIMARIA C100x50x15x1.5 | S350GD | ZM310 (EN ISO 10346) |
| 4 | TRAVE SECONDARIA C130x50x15x1.8 | S350GD | ZM310 (EN ISO 10346) |
| 5 | BRETELLA Ø50x1.5 | S280GD | ZM310 (EN ISO 10346) |
| 6 | CONTROVENTO LATERALE Ø40x1.5 | S280GD | ZM310 (EN ISO 10346) |
| A | GRAPPA | S280GD | ZM310 (EN ISO 10346) |

Tabella 1 – Dettaglio elementi strutturali

Le strutture di supporto FV sono composte da elementi strutturali con diverse sezioni trasversali come indicati nella tabella 1, inoltre come appare evidente nella Figura 16, sia il telaio di testata che quello intermedio sono composti da un IPE 140 A S350GD, infissa nel terreno, la quale garantisce una migliore resistenza alle azioni di flessione.

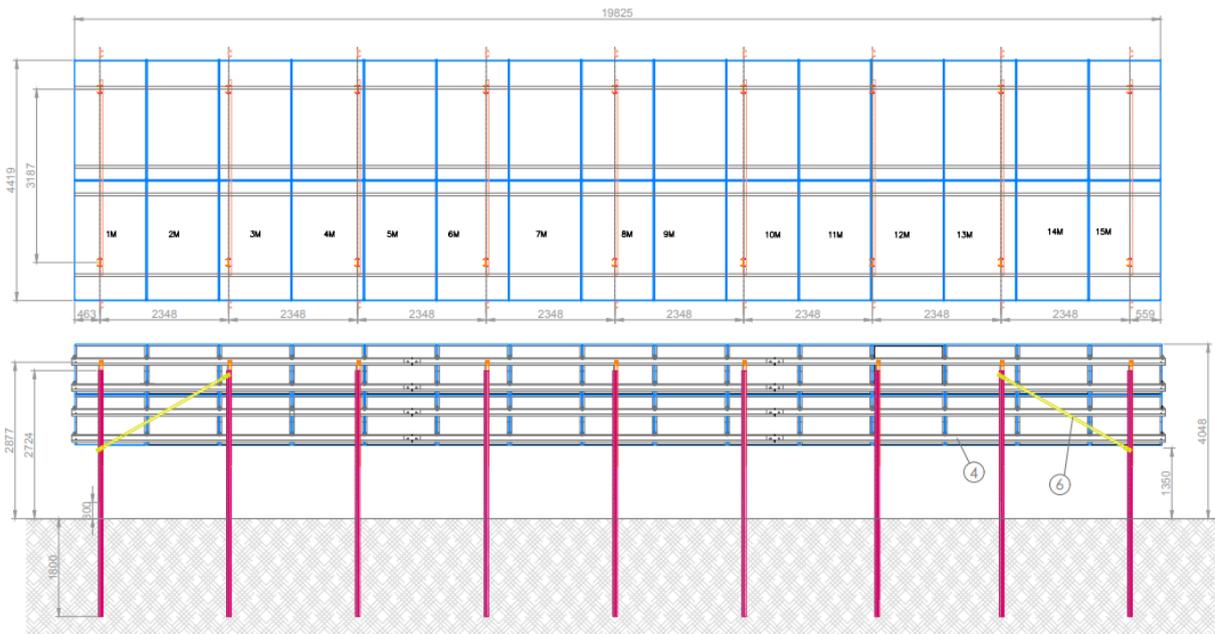


Figura 17 – Pianta e prospetto retro del telaio di supporto

Le strutture sostengono 30 pannelli FV, disposte a doppia stringa in parallelo con una inclinazione di 23°, coprendo una dimensione in pianta di 19825 x 4419 mm. I telai trasversali per ogni struttura di supporto sono in totale 9, in cui l'interasse è di 2348 mm nell'asse longitudinale, mentre le colonne del telaio sono disposte a una lunghezza di 3187 mm. Inoltre, essendo un impianto agrivoltaico l'altezza del modulo rispetto al piano di calpestio è di 1350 mm per permettere il normale svolgimento delle attività agricole e di allevamento.

6.3.2 Strutture di fondazione cabina sottocampo

All'interno dell'area dell'impianto è previsto il posizionamento di 7 cabine sottocampo prefabbricate su una platea in c.a. classe C 32/40 e acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C. Si riportano la pianta e i prospetti della cabina di Sottocampo con relativa platea di fondazione:

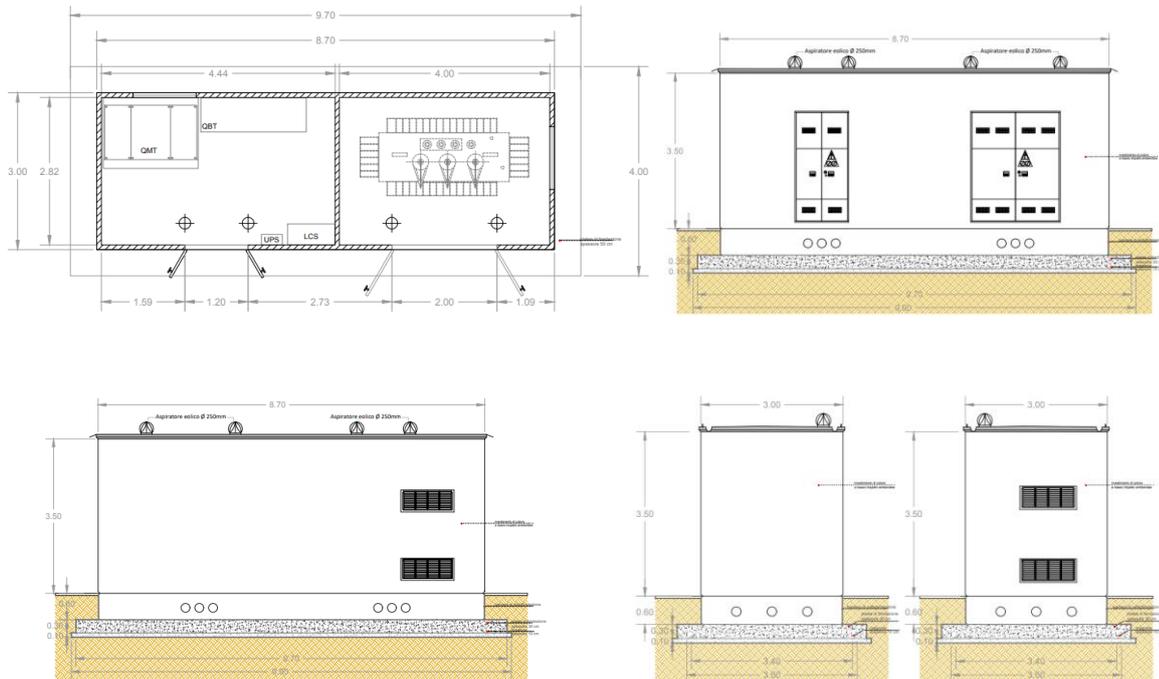


Figura 18 – Pianta e prospetti cabina di sottocampo

La platea della cabina sottocampo, presenta una pianta rettangolare 9,70 x 4,00 m e uno spessore di 30 cm, permettendo l'installazione dei moduli prefabbricati di dimensioni fuori standard commerciali che verranno quindi costruiti ad hoc per l'impianto. Le armature di calcolo in "classe 4" sono Ø 12/20 cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm. Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella.

Le cabine saranno consegnate dal fornitore complete dei relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto normativa vigente.

Si riportano la pianta e le sezioni della platea di fondazione con la distribuzione dell'armatura principale e secondaria:

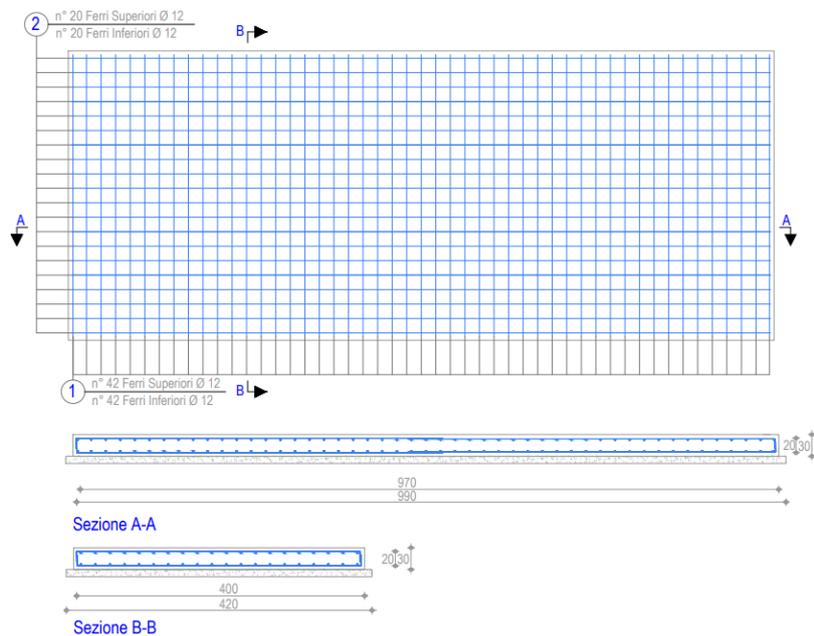
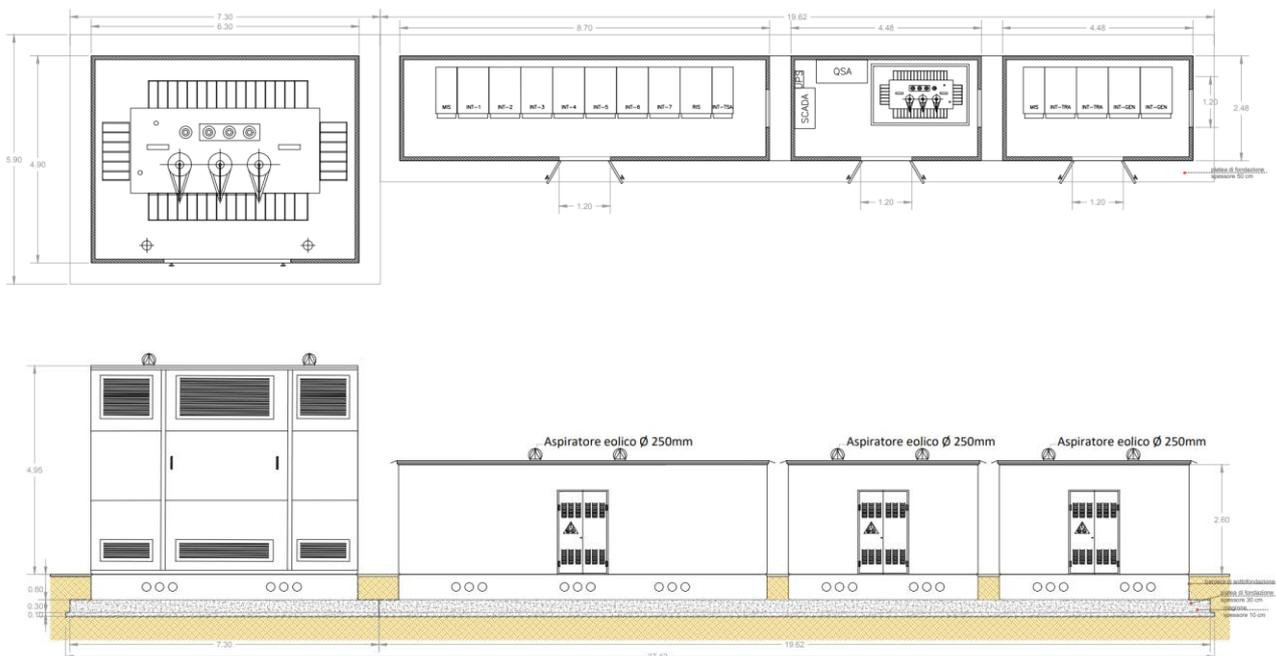


Figura 19 – Pianta e sezioni della platea di fondazione

6.3.3 Strutture di fondazione cabina di centrale

All'interno dell'area di impianto è prevista l'installazione di un insieme di quattro cabine elettriche centrali prefabbricate su una platea di fondazione in c.a. classe C 32/40 e acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C. Si riportano la pianta e i prospetti delle cabine di Centrale con relativa platea di fondazione:



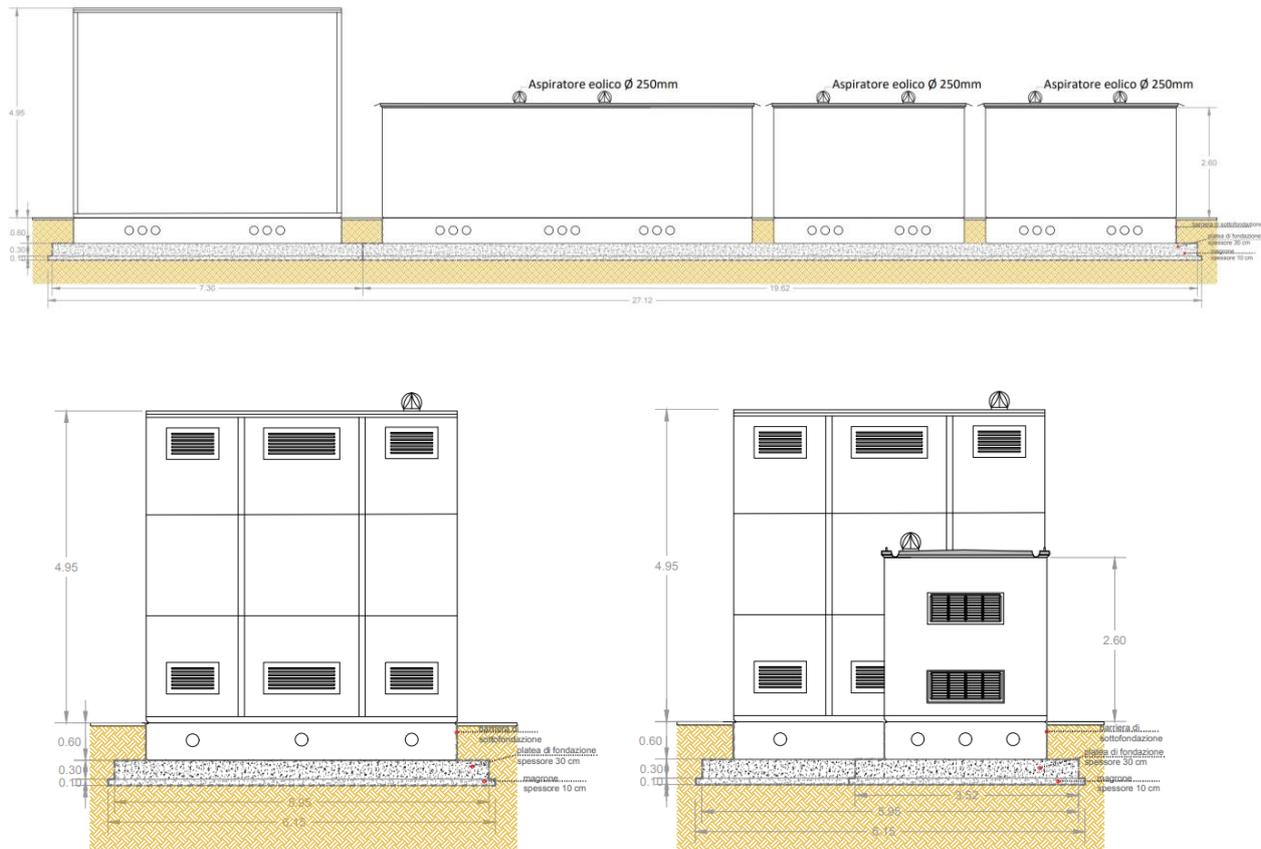


Figura 20 – Pianta e prospetti cabina di centrale

La platea delle cabine di bassa media e alta tensione presenta una pianta rettangolare 19,62 x 3,52 m e uno spessore di 30 cm, permettendo l'installazione dei moduli prefabbricati tipo "BOX P44 e BOX P87", mentre la platea della cabina del trasformatore, presenta una pianta rettangolare 7,30 x 5,90 m e uno spessore di 30 cm. Le armature di calcolo in "classe 4" sono Ø 12/20 cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm.

Le pareti esterne delle cabine prefabbricate e le porte d'accesso in lamiera zincata saranno tinteggiate con colore adeguato al rispetto dell'inserimento paesistico e come da osservanza delle future prescrizioni degli enti coinvolti nel rilascio delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio impiantistico.

Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella.

Le cabine saranno consegnate dal fornitore con relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto normativa vigente.

Si riportano la pianta e le sezioni della platea di fondazione con la distribuzione dell'armatura principale e secondaria:

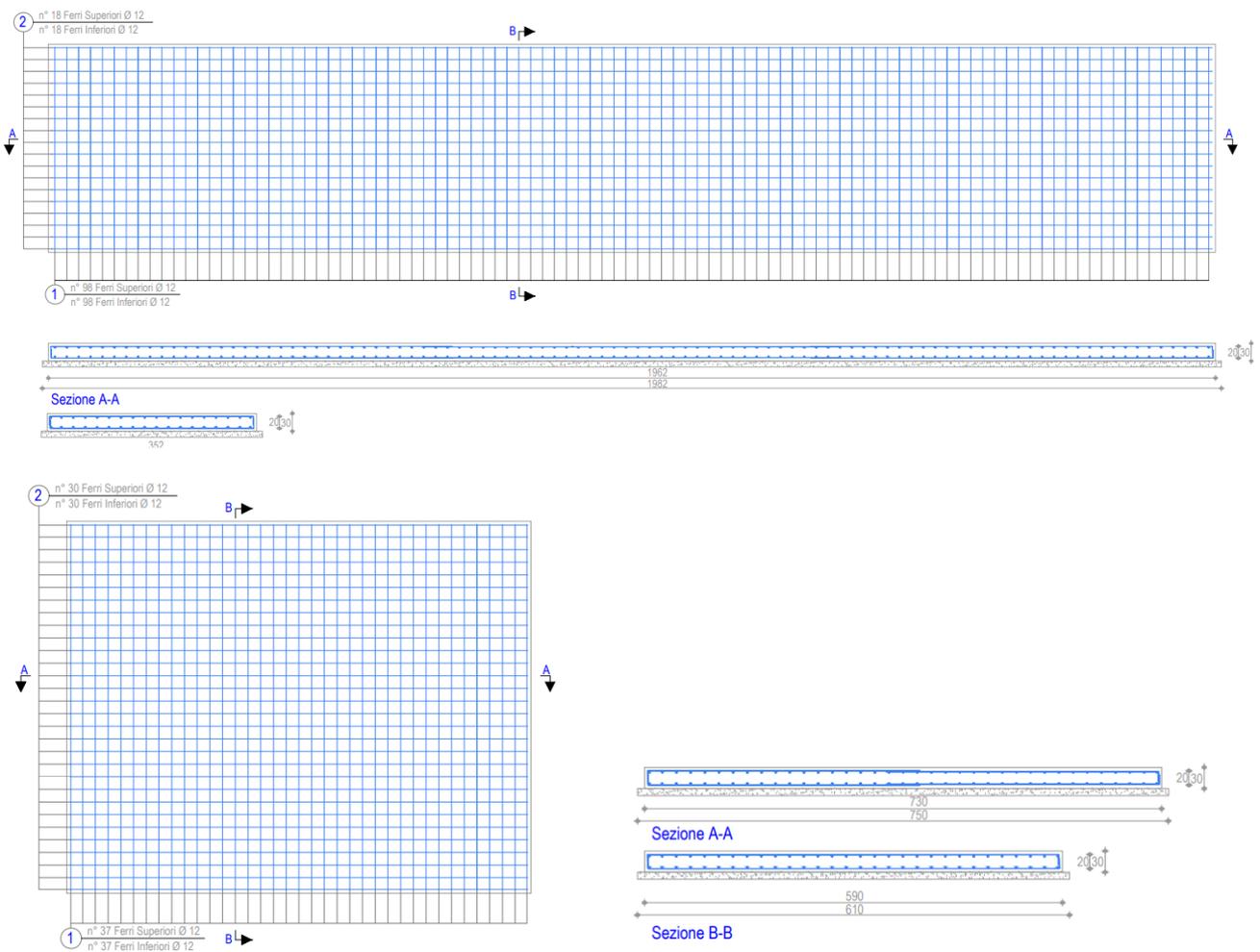


Figura 21 – Pianta e sezioni platea di fondazione

6.3.4 Strutture di fondazione della Cabina elettrica di Raccolta

All'interno dell'area di impianto è prevista l'installazione di tre cabine elettriche di raccolta prefabbricate su una platea di fondazione in c.a. classe C 32/40 e acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C. Si riportano la pianta e i prospetti della cabina di Raccolta con relativa platea di fondazione:

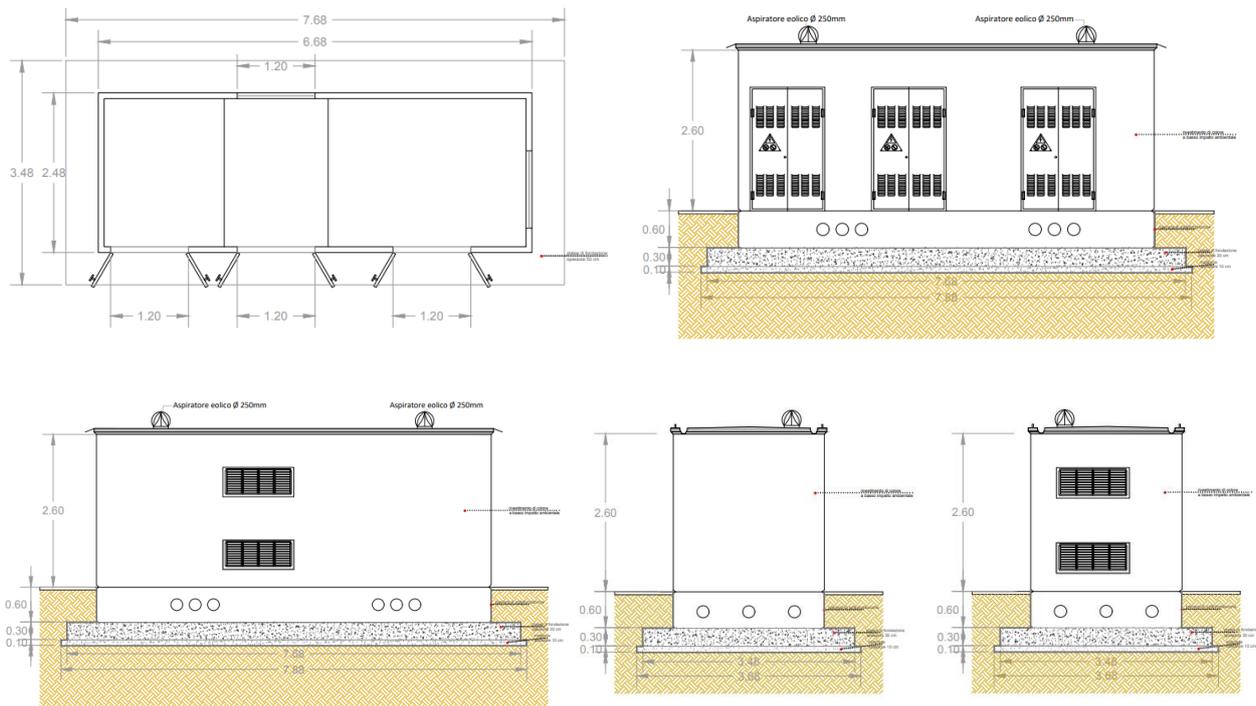


Figura 22 – Pianta e prospetti cabina di raccolta

La platea della cabina centrale, presenta una pianta rettangolare 7,68 x 3,48 m e uno spessore di 30 cm, permettendo l'installazione dei moduli prefabbricati tipo "UT650 TS". Le armature di calcolo in "classe 4" sono Ø 12/20 cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm.

Le pareti esterne delle cabine prefabbricate e le porte d'accesso in lamiera zincata saranno tinteggiate con colore adeguato al rispetto dell'inserimento paesistico e come da osservanza delle future prescrizioni degli enti coinvolti nel rilascio delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio impiantistico. Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella. Le cabine saranno consegnate dal fornitore con relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto normativa vigente.

Si riportano la pianta e le sezioni della platea di fondazione con la distribuzione dell'armatura principale e secondaria:

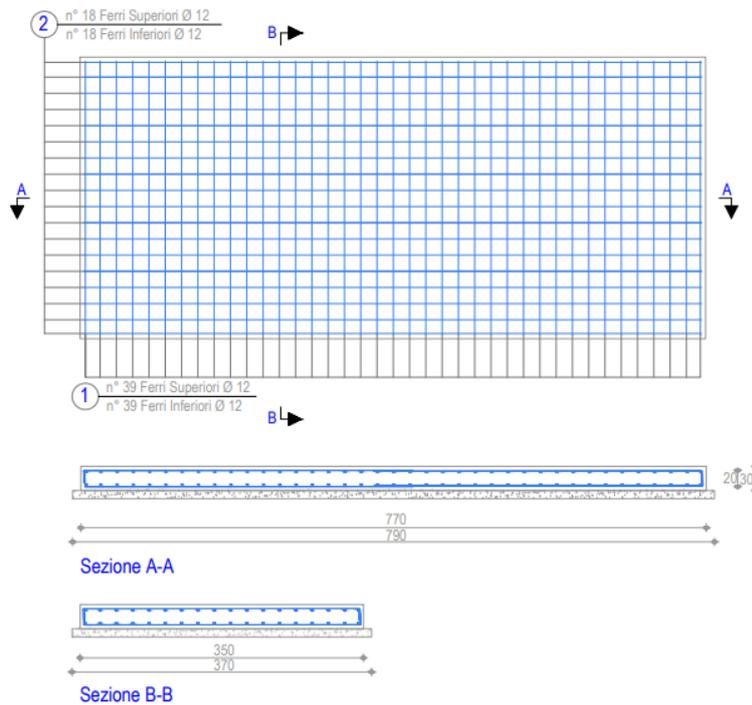
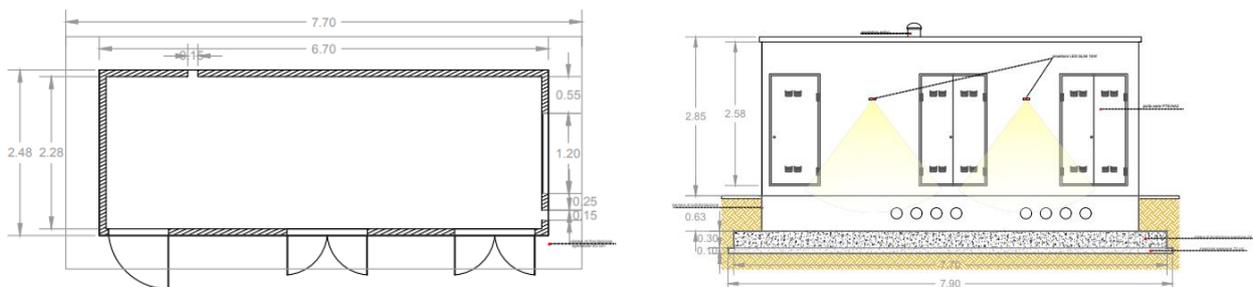


Figura 23 – Pianta e sezioni platea di fondazione

6.3.5 Strutture di fondazione Cabina Utente per la Consegna

Nei pressi del punto di consegna è prevista l'installazione di una cabina utente per la consegna prefabbricata su una platea di fondazione in c.a. di cls C 32/40 B450C.

La platea della cabina utente per la consegna, presenta una pianta rettangolare 7,70 x 3,50 m e uno spessore di 30 cm, permettendo l'installazione dei moduli prefabbricati tipo "DG2061 ED.9". Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella. Le armature di calcolo in "classe 4" sono Ø 12/20cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm.



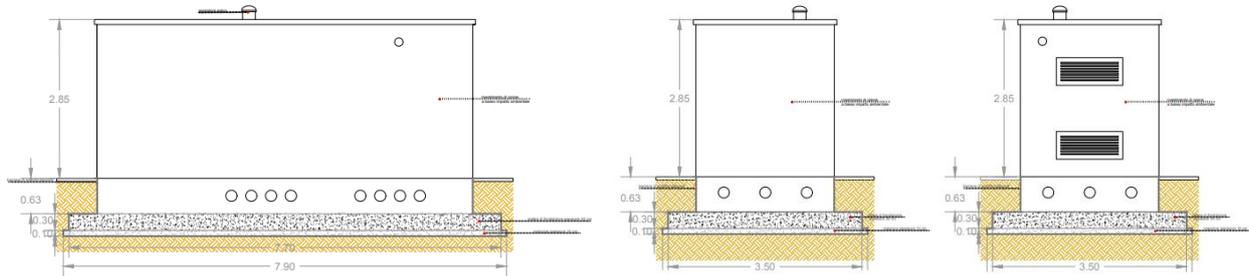


Figura 24 – Pianta e prospetti cabina utente per la consegna

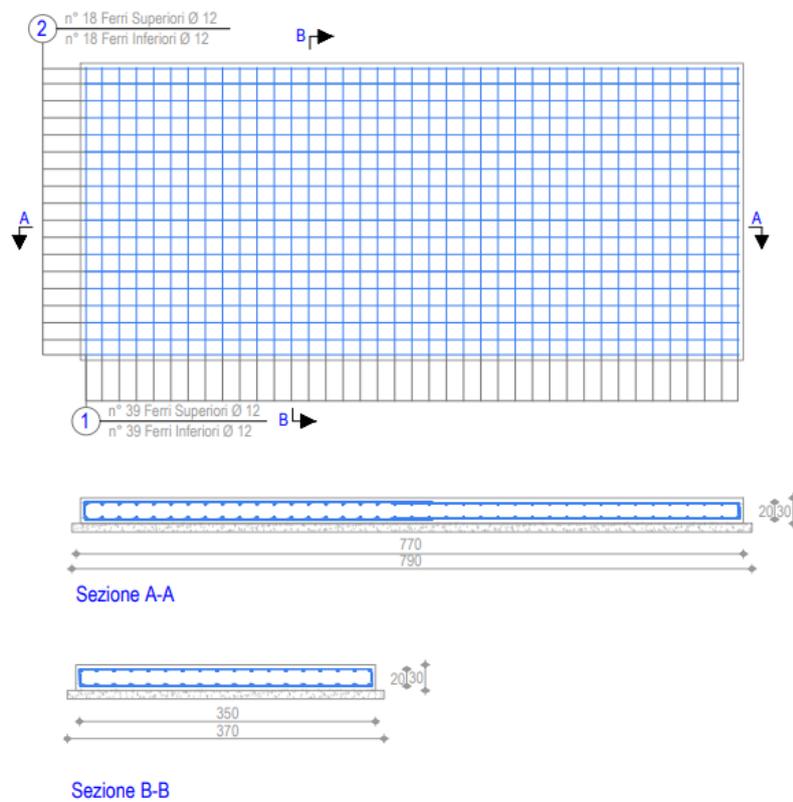


Figura 25 – Pianta e sezioni platea di fondazione

6.3.6 Strade di accesso e viabilità di servizio

Le viabilità di accesso al sito d'impianto sono costituite da strade vicinali collegate alla Strada Provinciale 53. La viabilità interna è costituita da strade tratturali o in generale da percorsi che dovranno essere adeguate al passaggio dei mezzi pesanti al fine di realizzare l'impianto.

7. CAVIDOTTI

7.1 Rete interna cavi MT/AT

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 7 Cabine di Sottocampo (TR) con trasformatore da 6300 kVA, 160 inverter e 1881 stringhe, 1 Cabine di Raccolta (CR), 1 Cabina di Centrale (CC) e 1 Cabina di Utente per la Consegna (CUC). Nella tabella viene riportata la rete interna di collegamento delle diverse cabine, la tipologia di rete e la tensione nominale di esercizio, conformemente all'elaborato "C22016S05-PD-EE-15-01 - Schema Elettrico Unifilare".

| Da Cabina | A Cabina | Tipologia di Rete | Tensione di Esercizio |
|-----------|----------|-------------------|-----------------------|
| TR1 | CC | Ad Anello | Media Tensione |
| TR2 | | | |
| TR3 | CC | Ad Anello | Media Tensione |
| TR4 | | | |
| TR5 | CR | Ad Anello | Media Tensione |
| TR6 | | | |
| TR7 | | | |
| CR | CC | Radiale | Media Tensione |
| CC | CUC | Radiale | Media Tensione |
| CUC | CP | Radiale | Alta Tensione |

7.1.1 Dimensionamento dei cavi rispetto alle sollecitazioni termiche di corto circuito

La Norma CEI 11-17 al paragrafo 2.2.02 definisce le modalità di calcolo per la scelta del conduttore in relazioni a condizioni di sovracorrente. La scelta è fatta in modo tale che la temperatura del conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Considerata la sovracorrente praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), la sezione del conduttore può determinarsi mediante la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq (I^2 t)$$

Dove:

- S è la sezione del conduttore in mm²;
- I è la corrente di cortocircuito, pari a 16 kA (valore precedentemente calcolato);
- t è la durata della corrente di cortocircuito, pari a 1 s (coincide con il tempo di eliminazione del guasto stabilito dal progettista);
- K costante termica del cavo scelto, (K_{MT} = 92; K_{AT}=92).

Il valore del coefficiente K dipende dalla temperatura iniziale e finale di cortocircuito, come riportato in tabella.

Tab. 2.2.02 Valori del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori di rame e di alluminio

| | Temperatura iniziale θ_0 (°C) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Temperatura finale θ_{cc} (°C) | | | | | |
| | | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 |
| Conduttori di rame | 130 | 37 | 64 | 81 | 95 | 106 | 120 |
| | 120 | 53 | 74 | 89 | 102 | 113 | 126 |
| | 110 | 65 | 83 | 97 | 109 | 119 | 132 |
| | 100 | 76 | 92 | 105 | 116 | 125 | 138 |
| | 90 | 86 | 100 | 112 | 122 | 131 | 143 |
| | 85 | 90 | 104 | 115 | 125 | 134 | 146 |
| | 80 | 94 | 108 | 119 | 129 | 137 | 149 |
| | 75 | 99 | 111 | 122 | 132 | 140 | 151 |
| | 70 | 103 | 115 | 125 | 135 | 143 | 154 |
| | 65 | 107 | 119 | 129 | 138 | 146 | 157 |
| | 60 | 111 | 122 | 132 | 141 | 149 | 160 |
| | 50 | 118 | 129 | 139 | 147 | 155 | 165 |
| | 40 | 126 | 136 | 145 | 153 | 161 | 170 |
| 30 | 133 | 143 | 152 | 159 | 166 | 176 | |
| 20 | 141 | 150 | 158 | 165 | 172 | 181 | |
| Conduttori di alluminio | 130 | 24 | 41 | 52 | 61 | 68 | 78 |
| | 120 | 34 | 48 | 58 | 66 | 73 | 81 |
| | 110 | 42 | 54 | 63 | 70 | 77 | 85 |
| | 100 | 49 | 59 | 67 | 75 | 81 | 89 |
| | 90 | 55 | 64 | 72 | 79 | 85 | 92 |
| | 85 | 58 | 67 | 74 | 81 | 86 | 94 |
| | 80 | 61 | 69 | 77 | 83 | 88 | 96 |
| | 75 | 64 | 72 | 79 | 85 | 90 | 98 |
| | 70 | 66 | 74 | 81 | 87 | 92 | 99 |
| | 65 | 69 | 76 | 83 | 89 | 94 | 101 |
| | 60 | 72 | 79 | 85 | 91 | 96 | 103 |
| | 50 | 77 | 83 | 90 | 95 | 100 | 105 |
| | 40 | 81 | 88 | 94 | 99 | 104 | 110 |
| 30 | 86 | 92 | 98 | 103 | 107 | 114 | |
| 20 | 91 | 97 | 102 | 107 | 111 | 117 | |

Così come indicato nella Norma CEI 11-17, la temperatura iniziale del conduttore si assume uguale a quella massima ammissibile in regime permanente (massima temperatura di servizio) e la temperatura finale di cortocircuito si assume uguale a quella massima di cortocircuito per i diversi isolanti.

Per le linee MT verranno impiegati cavi in alluminio ARE4H5E 18/30 kV con isolante in mescola di polietilene reticolato (XLPE), aventi massima temperatura di servizio pari a 90°C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250°C. Pertanto, con tali valori di temperatura si ricava il valore della costante termica K che è pari a 92.

Mentre, per le linee AT verranno impiegati cavi in alluminio ARE4H5E 20,8/36 kV con isolante in polietilene reticolato (XLPE), aventi massima temperatura di servizio pari a 90 °C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250 °C. Pertanto, anche in questo caso la costante termica K che è pari a 92.

Risolviendo la relazione precedente per S:

$$S_{MT} = (I_{cc} * \sqrt{t}) / K = [16 * \sqrt{(1)}] / 92 = 173,9 \text{ mm}^2$$

$$S_{AT} = (I_{cc} * \sqrt{t}) / K = [16 * \sqrt{(1)}] / 92 = 173,9 \text{ mm}^2$$

La sezione minima scelta, in entrambi i casi, è pari a 185 mm².

7.1.2 Dimensionamento dei cavi in funzione delle condizioni di posa

La Norma IEC 60502-2 - "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)", fornisce i fattori di correzione delle portate in corrente dei cavi unificati MT in funzione delle condizioni di posa in terra ed in aria. Nel caso in esame, i coefficienti di correzione utilizzati per i cavi in MT saranno utilizzati anche per i cavi in AT.

Per cavi interrati di queste categorie di tensioni viene fornita la portata in corrente di riferimento I₀ nelle seguenti condizioni:

- Ta temperatura ambiente 20 °C;
- Profondità di posa 0,8 m;
- Rt resistività termica media radiale del terreno 1 °C*m/W;
- Connessione schermi metallici in cortocircuito e a terra ad entrambe le estremità (solid bonding).

Per condizioni diverse viene fornita poi la seguente formula correttiva:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove:

- I_z portata in corrente nelle condizioni in esame;
- I₀ portata in corrente nelle condizioni di riferimento;
- K₁ fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;
- K₂ fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;
- K₃ fattore di correzione per profondità di interramento diverse da 0,8 m;
- K₄ fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1 °C*m/W.

Si riportano di seguito le tabelle per la scelta dei valori dei fattori di correzione da utilizzare in funzione della condizione di posa.

Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C

| Maximum conductor temperature °C | Ambient ground temperature °C | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 90 | 1,07 | 1,04 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,85 | 0,80 | 0,76 |

Table B.21 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables in single-way ducts

| Number of cables in group | Spacing between duct group centres mm | | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|
| | Touching | 200 | 400 | 600 | 800 |
| 2 | 0,78 | 0,85 | 0,89 | 0,91 | 0,93 |
| 3 | 0,66 | 0,75 | 0,81 | 0,85 | 0,88 |
| 4 | 0,59 | 0,70 | 0,77 | 0,82 | 0,86 |
| 5 | 0,55 | 0,66 | 0,74 | 0,80 | 0,84 |
| 6 | 0,51 | 0,64 | 0,72 | 0,78 | 0,83 |
| 7 | 0,48 | 0,61 | 0,71 | 0,77 | 0,82 |
| 8 | 0,46 | 0,60 | 0,70 | 0,76 | – |
| 9 | 0,44 | 0,58 | 0,69 | 0,76 | – |
| 10 | 0,43 | 0,57 | 0,68 | – | – |
| 11 | 0,42 | 0,56 | 0,67 | – | – |
| 12 | 0,40 | 0,55 | 0,67 | – | – |

Table B.12 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for direct buried cables

| Depth of laying m | Single-core cables | | Three-core cables |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|
| | Nominal conductor size mm ² | | |
| | ≤185 mm ² | >185 mm ² | |
| 0,5 | 1,04 | 1,06 | 1,04 |
| 0,6 | 1,02 | 1,04 | 1,03 |
| 1 | 0,98 | 0,97 | 0,98 |
| 1,25 | 0,96 | 0,95 | 0,96 |
| 1,5 | 0,95 | 0,93 | 0,95 |
| 1,75 | 0,94 | 0,91 | 0,94 |
| 2 | 0,93 | 0,90 | 0,93 |
| 2,5 | 0,91 | 0,88 | 0,91 |
| 3 | 0,90 | 0,86 | 0,90 |

Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried single-core cables

| Nominal area of conductor mm ² | Values of soil thermal resistivity K·m/W | | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|------|
| | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 2 | 2,5 | 3 |
| 16 | 1,29 | 1,24 | 1,19 | 1,15 | 0,89 | 0,82 | 0,75 |
| 25 | 1,30 | 1,25 | 1,20 | 1,16 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| 35 | 1,30 | 1,25 | 1,21 | 1,16 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| 50 | 1,32 | 1,26 | 1,21 | 1,16 | 0,89 | 0,81 | 0,74 |
| 70 | 1,33 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 0,89 | 0,81 | 0,74 |
| 95 | 1,34 | 1,28 | 1,22 | 1,18 | 0,89 | 0,80 | 0,74 |
| 120 | 1,34 | 1,28 | 1,22 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| 150 | 1,35 | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| 185 | 1,35 | 1,29 | 1,23 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| 240 | 1,36 | 1,29 | 1,23 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,73 |
| 300 | 1,36 | 1,30 | 1,24 | 1,19 | 0,88 | 0,80 | 0,73 |
| 400 | 1,37 | 1,30 | 1,24 | 1,19 | 0,88 | 0,79 | 0,73 |

7.1.3 Dimensionamento dei cavi in funzione della caduta di tensione

Il fenomeno di abbassamento di tensione tra due punti, uno a monte e l'altro a valle, in una rete elettrica di distribuzione, viene denominato "Caduta di Tensione" (C.d.T). In tutti gli impianti elettrici occorre valutare che la differenza tra la tensione del punto d'origine dell'alimentazione e la tensione all'utilizzatore d'energia sia adeguatamente contenuta, nei limiti normativi e nei limiti di funzionamento delle apparecchiature utilizzatrici.

Un'eccessiva differenza tra i due valori nuoce al funzionamento ed al rendimento degli impianti, inoltre elevate differenze di tensione tra monte e valle è sinonimo di perdite sulla linea elettrica, con conseguente cattivo dimensionamento e non ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia. Il valore della C.d.T. percentuale limite sarà posto a circa il 2% della tensione nominale di funzionamento del cavo, per le linee MT, e circa pari a 3%, per le linee AT.

La caduta di tensione sarà contenuta mediante un corretto calcolo dimensionale delle linee. Il valore della C.d.T. può essere determinato mediante la formula:

$$\Delta V = I * L * \sqrt{3} (R(T_e) * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

Dove:

- ΔV è la caduta di tensione in V;
- I è la corrente nominale della linea in A;
- R è la resistenza della linea, calcolata in funzione della temperatura di esercizio, (rif. 90 °C – 50 Hz) in Ω/km ;
- X è la reattanza della linea (rif. 90 °C – 50 Hz) in Ω/km ;
- L è la lunghezza della linea in km.

La C.d.T. percentuale sarà quindi:

$$\Delta V\% = 100 * \Delta V / V_n$$

Dove:

- V_n è la tensione ad inizio linea in V.

La perdita di potenza è calcolata tramite la relazione:

$$P_{\text{loss}} = 3 * R * L * I_n^2$$

La perdita di potenza percentuale è calcolata tramite la relazione:

$$P_{\text{loss}\%} = P_{\text{loss}} / (\sqrt{3} * I_n * V * \cos\varphi) * 100$$

7.1.4 Dimensionamento dei cavi MT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione

Si riportano di seguito le specifiche tecniche del cavo scelto per i collegamenti in MT.

CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER

ARE4H5E 18/30 kV

MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE - POWER

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

| Formazione Size | Ø nominale cavo Nominal cable Ø | Peso indicativo cavo Approx. cable weight | Corrente Nominale Current rating | | |
|--------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| | | | in aria In air | in tubo In duct | interrato* buried* |
| 1 x 70 | 31,7 | 908,0 | 239 | 189 | 232 |
| 1 x 95 | 33,4 | 1034,0 | 288 | 222 | 278 |
| 1 x 120 | 35,0 | 1160,0 | 332 | 259 | 320 |
| 1 x 150 | 36,4 | 1284,0 | 379 | 290 | 354 |
| 1 x 185 | 38,3 | 1449,0 | 433 | 322 | 405 |
| 1 x 240 | 40,6 | 1677,0 | 513 | 386 | 468 |
| 1 x 300 | 43,1 | 1931,0 | 590 | 440 | 526 |
| 1 x 400 | 46,3 | 2283,0 | 685 | 510 | 605 |
| 1 x 500 | 50,0 | 2723,0 | 803 | 587 | 684 |
| 1 x 630 | 53,5 | 3254,0 | 933 | 680 | 794 |
| 1 x 800 | 58,9 | 3990,0 | 1075 | 772 | 899 |

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

| Formazione Size | Resistenza elettrica in CC a 20°C | Resistenza elettrica CA a 90°C | Induttanza | Reattanza a 50Hz | Capacità a 50Hz | Corrente di carica a 50Hz | Perdite nei dielettrico a 50Hz | Corrente di corto circuito del conduttore per 1 sec. | Corrente di corto circuito dello schermo metallico per 1 sec. |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------|--|---|
| | Max. DC electrical resistance at 20°C | Max. AC electrical resistance at 90°C | | | | | | | |
| 1 x 70 | 0,443 | 0,5682 | 0,4288 | 0,1347 | 0,1595 | 0,9019 | 64,94 | 6,6 | 2,2 |
| 1 x 95 | 0,32 | 0,4108 | 0,4108 | 0,1291 | 0,1742 | 0,9851 | 70,93 | 9 | 2,3 |
| 1 x 120 | 0,253 | 0,3248 | 0,3968 | 0,1247 | 0,1878 | 1,0621 | 76,47 | 11,3 | 2,4 |
| 1 x 150 | 0,206 | 0,2646 | 0,3837 | 0,1205 | 0,2013 | 1,1385 | 81,87 | 14,2 | 2,5 |
| 1 x 185 | 0,164 | 0,211 | 0,3711 | 0,1166 | 0,2177 | 1,2309 | 88,62 | 17,5 | 2,7 |
| 1 x 240 | 0,125 | 0,1612 | 0,3556 | 0,1117 | 0,2396 | 1,355 | 97,56 | 22,7 | 2,8 |
| 1 x 300 | 0,1 | 0,1295 | 0,3456 | 0,1086 | 0,2615 | 1,4786 | 106,46 | 28,3 | 3,1 |
| 1 x 400 | 0,0778 | 0,1015 | 0,3282 | 0,1031 | 0,2898 | 1,639 | 118,01 | 37,8 | 3,3 |
| 1 x 500 | 0,0605 | 0,0799 | 0,3170 | 0,0996 | 0,3228 | 1,8255 | 131,43 | 47,2 | 3,7 |
| 1 x 630 | 0,0469 | 0,0632 | 0,3071 | 0,0965 | 0,3538 | 2,0007 | 144,05 | 59,5 | 3,9 |
| 1 x 800 | 0,0367 | 0,0512 | 0,2953 | 0,0928 | 0,4006 | 2,2655 | 163,11 | 75,6 | 4,7 |

*Temperatura in aria= 30°C - Temperatura suolo = 20°C - Resistività termica del suolo = 1° C m/W - Profondità interrimento= 0,5 m - Formazione a trifoglio
 * Air Temperature = 30°C - Ground Temperature = 20°C - Soil Thermal Resistivity = 1°C.m/W - Burial Depth = 0,5 m - Trefoil Formation
 * Tutti i test di routine richiesti da IEC 60502-2 verranno eseguiti sul cavo e un certificato di prova verrà fornito su richiesta.
 * All routine tests required by IEC 60502-2 will be performed on the cable and a test certificate will be supplied on request.



Le condizioni di posa dei cavi MT impiegati nel progetto in oggetto differiscono dalle condizioni di riferimento poiché:

- La profondità di interramento è pari a 1,1 m: $K_3 = 0,96$;
- La resistività termica del terreno è pari a $1 \text{ C}^\circ\text{m/W}$: $K_4 = 1$;
- È stato considerato il caso peggiore di raggruppamento dei circuiti presenti nello stesso strato (in questo progetto).
Tre circuiti nello stesso strato a distanza di 0,25 m fra le terne: $K_2 = 0,9$;
- Resta invariata la temperatura del terreno pari a $20 \text{ }^\circ\text{C}$: $K_1 = 1$

Pertanto, la formula diventa:

$$I_z = I_0 * 1 * 0,9 * 0,96 * 1 = I_0 * 0,864$$

Si riporta di seguito la tabella delle portate in corrente dei cavi scelti alle condizioni di riferimento e alle condizioni operative impiegate nel progetto.

Valori di I_0 alle condizioni di riferimento:

| ARE4H5E 18/30kV Sezione nominale [mm ²] | Portata [A] (Posa interrata a trifoglio) | Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] | Reattanza di fase [Ohm/km] | Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] |
|--|--|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| 70 | 232 | 0,5682 | 0,1347 | 0,58 |
| 95 | 278 | 0,4106 | 0,1291 | 0,43 |
| 120 | 320 | 0,3248 | 0,1247 | 0,35 |
| 150 | 354 | 0,2646 | 0,1205 | 0,29 |
| 185 | 405 | 0,211 | 0,1166 | 0,24 |
| 240 | 468 | 0,1612 | 0,1117 | 0,20 |
| 300 | 526 | 0,1295 | 0,1086 | 0,17 |
| 400 | 605 | 0,1015 | 0,1031 | 0,14 |
| 500 | 684 | 0,0799 | 0,0996 | 0,13 |
| 630 | 794 | 0,0632 | 0,0965 | 0,12 |
| 800 | 899 | 0,0512 | 0,0928 | 0,11 |

Valori di I_z alle condizioni operative, (applicando i coefficienti correttivi):

| ARE4H5E 18/30kV Sezione nominale [mm ²] | Portata [A] | Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] | Reattanza di fase [Ohm/km] | Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] |
|--|----------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| 70 | 200,4 | 0,5682 | 0,1347 | 0,58 |
| 95 | 240,2 | 0,4106 | 0,1291 | 0,43 |
| 120 | 276,5 | 0,3248 | 0,1247 | 0,35 |
| 150 | 305,9 | 0,2646 | 0,1205 | 0,29 |
| 185 | 349,9 | 0,2110 | 0,1166 | 0,24 |
| 240 | 404,4 | 0,1612 | 0,1117 | 0,20 |
| 300 | 454,5 | 0,1295 | 0,1086 | 0,17 |
| 400 | 522,7 | 0,1015 | 0,1031 | 0,14 |
| 500 | 591,0 | 0,0799 | 0,0996 | 0,13 |
| 630 | 686,0 | 0,0632 | 0,10 | 0,12 |
| 800 | 776,7 | 0,0512 | 0,0928 | 0,11 |

La sezione minima da utilizzare per le linee MT in funzione della corrente di cortocircuito, pari a 185 mm², risulta essere idonea alla corrente circolante nelle linee stesse. Di conseguenza, la temperatura di esercizio risulta essere inferiore al valore limite scelto, pari a 80°C. Inoltre, la C.d.T. risulta inferiore al valore minimo scelto, pari al 3%. Dunque, la sezione minima risulta soddisfare tutti i criteri per il dimensionamento dei cavi MT, nei casi analizzati.

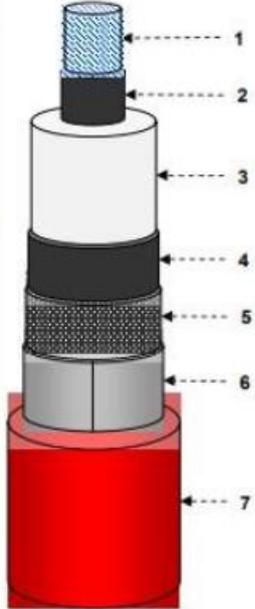
Di seguito, si riportano i calcoli per il dimensionamento delle linee MT, per il collegamento delle varie Cabine di Raccolta alla Cabina di Centrale, in funzione della corrente di impiego, della temperatura di esercizio e della C.d.T.

| Rete radiale - CR - CC | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|--------|------------------|------------------------------------|------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------|
| Pn [kVA] | TRATTA | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mm ²] | Te [°C] | Re (T) [Ohm/km] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%] | Ploss [kW] | Ploss [%] | Posa |
| 15400 | CR>>CC | 311,97 | 3830 | 240 | 61,67 | 0,18 | 427,4 | 1,425 | 180,3 | 0,001 | ST - Trifog lio |

Dai risultati ottenuti è possibile vedere che la sezione minima non soddisferebbe il valore della temperatura limite, per la linea MT considerata. Dunque, la sezione del cavo è stata dimensionata in maniera tale che vengano rispettati tutti i parametri di progettazione delle linee MT.

7.1.4 Dimensionamento dei cavi AT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione

Si riportano di seguito le specifiche tecniche del cavo scelto per i collegamenti in AT.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|---|--|---|---|-------------------|--|---|---|---|
|  | | <p>ARE4H5E 20,8/36kV 1x... SR/0,2</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES SINGLE CORE CABLES WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>APPLICATIONS In MV energy distribution networks for voltage systems up to 42kV. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.</p> | |  | | | | | | | | | | | | |
| <p>FUNCTIONAL CHARACTERISTICS</p> <table border="0"> <tr> <td>Rated voltage U_0/U:</td> <td>20,8/36 kV</td> </tr> <tr> <td>Maximum voltage U_m:</td> <td>42 kV</td> </tr> <tr> <td>Test voltage:</td> <td>3,5 U_0</td> </tr> <tr> <td>Max operating temperature of conductor:</td> <td>90 °C</td> </tr> <tr> <td>Max short-circuit temperature:</td> <td>250 °C (max duration 5 s)</td> </tr> <tr> <td>Max short-circuit temperature (screen):</td> <td>150 °C</td> </tr> </table> | | | Rated voltage U_0/U : | 20,8/36 kV | Maximum voltage U_m : | 42 kV | Test voltage: | 3,5 U_0 | Max operating temperature of conductor: | 90 °C | Max short-circuit temperature: | 250 °C (max duration 5 s) | Max short-circuit temperature (screen): | 150 °C |
| Rated voltage U_0/U : | 20,8/36 kV | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum voltage U_m : | 42 kV | | | | | | | | | | | | | |
| Test voltage: | 3,5 U_0 | | | | | | | | | | | | | |
| Max operating temperature of conductor: | 90 °C | | | | | | | | | | | | | |
| Max short-circuit temperature: | 250 °C (max duration 5 s) | | | | | | | | | | | | | |
| Max short-circuit temperature (screen): | 150 °C | | | | | | | | | | | | | |
| <p>CONSTRUCTION</p> <ol style="list-style-type: none"> Conductor <i>stranded, compacted, round aluminium - class 2 acc. to IEC 60228</i> Conductor screen <i>extruded semiconducting compound</i> Insulation <i>extruded XLPE compound</i> Insulation screen <i>extruded semiconducting compound - fully bonded</i> Longitudinal watertightness <i>semiconducting water blocking tape</i> Metallic screen and radial water barrier <i>aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)</i> Outer sheath <i>extruded PE compound - colour: red</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>INSTALLATION DATA</p> <table border="0"> <tr> <td>Max pulling force during laying 50 N/mm² (applied on the conductors)</td> <td>STANDARDS IEC 60840 where applicable (testing) Nexans Design</td> </tr> <tr> <td>Min bending radius during laying 14 D_{cable} (dynamic condition)</td> <td>HD 620 where applicable (materials)</td> </tr> <tr> <td>Min temperature during laying - 25 °C (cable temperature)</td> <td></td> </tr> </table> | | Max pulling force during laying 50 N/mm ² (applied on the conductors) | STANDARDS IEC 60840 where applicable (testing) Nexans Design | Min bending radius during laying 14 D _{cable} (dynamic condition) | HD 620 where applicable (materials) | Min temperature during laying - 25 °C (cable temperature) | | | | | | | | |
| Max pulling force during laying 50 N/mm ² (applied on the conductors) | STANDARDS IEC 60840 where applicable (testing) Nexans Design | | | | | | | | | | | | | |
| Min bending radius during laying 14 D _{cable} (dynamic condition) | HD 620 where applicable (materials) | | | | | | | | | | | | | |
| Min temperature during laying - 25 °C (cable temperature) | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MARKING by ink-jet of the following legend: "MANUFACTURER <Year> ARE4H5E 20,8/36kV 1x<S> <meter marking>" <Year> = year of manufacturing <S> = section of the conductor</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitudinal waterproof</td> <td>Radial waterproof</td> <td>Max operating temp. of conductor: 90 °C</td> <td>Max short-circuit temperature : 250 °C</td> <td>Max short-circuit temperature screen: 150 °C</td> <td>Minimum installation temperature: -25 °C</td> </tr> </table> | | |  |  |  |  |  |  | Longitudinal waterproof | Radial waterproof | Max operating temp. of conductor: 90 °C | Max short-circuit temperature : 250 °C | Max short-circuit temperature screen: 150 °C | Minimum installation temperature: -25 °C |
|  |  |  |  |  |  | | | | | | | | | |
| Longitudinal waterproof | Radial waterproof | Max operating temp. of conductor: 90 °C | Max short-circuit temperature : 250 °C | Max short-circuit temperature screen: 150 °C | Minimum installation temperature: -25 °C | | | | | | | | | |

| ARE4H5E 20,8/36kV 1x... | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|---------------|------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------------|------------|-------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Type | Conductor diameter nominal | Insulation | | Sheath thickness nominal | Cable | | Electrical resistance | | X at 50 Hz | C | Current capacity | | Short circuit current | |
| | | thickness min | diameter nominal | | diameter approx | weight indicative | at 20 °C - d.c. max | at 90 °C - a.c. | | | in ground at 20 °C | in free air at 30 °C | conductor Tmax 250°C | screen Tmax 150°C |
| n° x mm ² | mm | mm | mm | mm | mm | kg/km | Ω/km | Ω/km | Ω/km | μF/km | A | A | kA x 1,0 s | kA x 0,5 s |
| 1x185 | 16,0 | 7,4 | 32,6 | 2,2 | 40,7 | 1.450 | 0,1640 | 0,211 | 0,115 | 0,221 | 321 | 429 | 17,5 | 2,3 |
| 1x240 | 18,5 | 7,1 | 34,5 | 2,3 | 42,8 | 1.660 | 0,1250 | 0,161 | 0,109 | 0,252 | 372 | 508 | 22,7 | 2,3 |
| 1x300 | 20,7 | 6,8 | 36,1 | 2,3 | 44,5 | 1.850 | 0,1000 | 0,129 | 0,104 | 0,283 | 419 | 583 | 28,3 | 2,4 |
| 1x400 | 23,5 | 6,9 | 39,1 | 2,4 | 47,9 | 2.190 | 0,0778 | 0,101 | 0,101 | 0,308 | 479 | 680 | 37,8 | 2,6 |
| 1x500 | 26,5 | 7,0 | 42,6 | 2,5 | 51,7 | 2.630 | 0,0605 | 0,079 | 0,098 | 0,337 | 547 | 792 | 47,2 | 2,9 |
| 1x630 | 30,0 | 7,1 | 46,3 | 2,6 | 56,0 | 3.190 | 0,0469 | 0,063 | 0,095 | 0,367 | 622 | 920 | 59,5 | 3,0 |

Le condizioni di posa dei cavi AT impiegati nel progetto in oggetto differiscono dalle condizioni di riferimento poiché (si distinguono due casi: 1) dalla CC alla CUC, 2) dalla CUC alla SE):

- La profondità di interramento è pari a 1,5 m: $K_3 = 0,93$;
- La resistività termica del terreno è pari a 1,5 $K \cdot m/W$ $K_4 = 1$;
- Sono stati considerati due casi di raggruppamento dei circuiti: 2 circuiti nello stesso strato a distanza di 0,4 m fra le terne: $K_2 = 0,9$;
- Resta invariata la temperatura del terreno pari a 20 °C: $K_1 = 1$

Pertanto, la formula diventa:

$$I_{z, caso 1} = I_0 * 1 * 0,9 * 0,93 * 1 = I_0 * 0,837$$

Si riporta di seguito la tabella delle portate in corrente dei cavi scelti alle condizioni di riferimento e alle condizioni operative impiegate nel progetto.

Valori di I_0 alle condizioni di riferimento:

| ARE4H5E 20,8/36 kV - Al unipolare Sezione nominale [mm ²] | Portata [A] (Trifoglio) | Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] | Reattanza di fase [Ohm/km] | Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] |
|--|-------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| 185 | 321 | 0,2110 | 0,1166 | 0,24 |
| 240 | 372 | 0,161 | 0,1117 | 0,20 |
| 300 | 419 | 0,129 | 0,1086 | 0,17 |
| 400 | 479 | 0,101 | 0,1031 | 0,14 |
| 500 | 547 | 0,079 | 0,0996 | 0,13 |
| 630 | 622 | 0,063 | 0,10 | 0,12 |

Valori di I_z alle condizioni operative (applicando i relativi coefficienti correttivi):

| ARE4H5E 20,8/36 kV - Al unipolare Sezione nominale [mm ²] | Portata [A] (Trifoglio) | Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] | Reattanza di fase [Ohm/km] | Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km] |
|--|-------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| 185 | 268,7 | 0,2110 | 0,1166 | 0,24 |
| 240 | 311,4 | 0,161 | 0,1117 | 0,20 |
| 300 | 350,7 | 0,129 | 0,1086 | 0,17 |
| 400 | 400,9 | 0,101 | 0,1031 | 0,14 |
| 500 | 457,8 | 0,079 | 0,0996 | 0,13 |
| 630 | 532,4 | 0,063 | 0,10 | 0,12 |

Data la potenza dell'impianto, la corrente che attraversa le linee AT dalla CC alla CUC è pari a circa 270,1 A. Quindi, un cavo di sezione di 240 mm² risulterebbe adeguato alla portata in corrente nominale. Tuttavia, data la lunghezza della tratta, si è scelto di utilizzare un cavo di sezione pari a 400 mm², per ridurre le C.d.T. e conseguentemente le perdite di potenza. Per quanto riguarda le linee dalla CUC alla SE (2 terne), la sezione sarà pari a 240 mm², con una corrente nominale di impiego pari a 270,11 A, calcolata al netto delle perdite di potenza lungo l'impianto.

7.2 Impianto di messa a terra

L'impianto di terra dell'impianto fotovoltaico ha lo scopo di assicurare la messa a terra delle carpenterie metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, degli involucri dei quadri elettrici al fine di prevenire pericoli di elettrocuzione per tensioni di contatto e di passo secondo le Norme CEI 11-1. Il layout della rete di terra dovrà essere progettato utilizzando picchetti di acciaio zincato e/o maglia di terra in rame nudo e deve dare le prestazioni attese secondo la normativa vigente. Particolare cura deve essere rivolta ad evitare che nelle zone di contatto rame/superficie di acciaio zincato si formino coppie elettrochimiche soggette a corrosione per effetto delle correnti di dispersione dei moduli fotovoltaici (corrente continua). Non è permessa la messa a terra delle cornici dei moduli fotovoltaici.

7.3 Sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio prevede la possibilità di evidenziare le grandezze di interesse del funzionamento dell'impianto attraverso opportuno software di interfaccia su di un PC collegato al sistema di acquisizione dati via RS485, Modbus TCP, gateway e attraverso modem anche da remoto.

L'hardware del sistema sarà composto da:

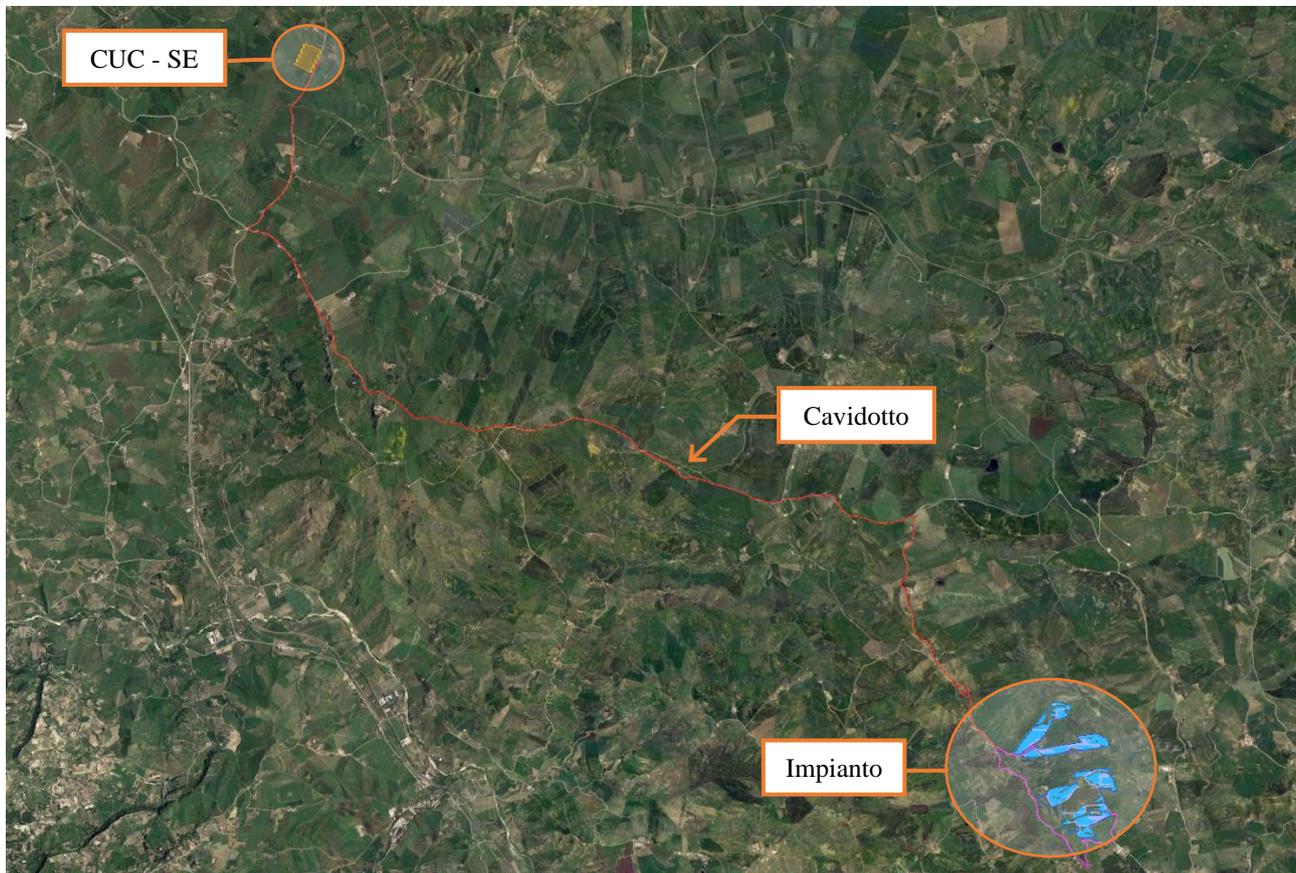
- Sistema SCADA (data logger dotato anche di ingressi per le grandezze meteo);
- interfaccia RS 485;
- sensore di temperatura ambiente;
- sensore di irraggiamento;

- sensore di vento (velocità e direzione);
- linee di collegamento via RS 485 e Modbus TCP.

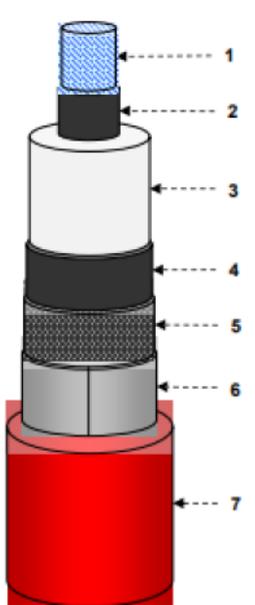
Le caratteristiche generali d'impianto, il campo di funzionamento necessario per la connessione alla rete AT ed in particolare i sistemi di protezione, regolazione e controllo saranno conformi a quanto prescritto dall'Allegato A.68 di Terna "CENTRALI FOTOVOLTAICHE" – Condizioni generali di connessione alle reti AAT e AT. Qualora il tracciato delle linee MT dovesse presentare degli attraversamenti di canale, saranno eseguiti con una delle soluzioni tecniche conformi a quanto indicato nella Norma CEI 11-17. Le interferenze che si dovessero presentare lungo il tracciato delle linee MT saranno trattate con una delle soluzioni tecniche conformi a quanto indicato nella Norma CEI 11-17.

7.4 Rete esterna AT

Il raccordo AT è ubicato nei territori dei Comuni di Cammarata (AG), Vallelunga di Pratameno (CL) e Castronovo di Sicilia (PA). I lavori consisteranno nella realizzazione di 2 terne interrato da 400 mm² per il tratto dalla Cabina Centrale (CC) alla Cabina Utente per la Consegna (CUC) e 2 terne da 240 mm² per il collegamento alla sezione a 36 kV di una futura stazione di trasformazione (SE) della RTN. Il tracciato dalla CC alla CUC si svilupperà prevalentemente su strada per una lunghezza totale pari a circa 16,5 km. Il tracciato dalla CUC alla nuova SE attraverserà i terreni adiacenti ad essa, per una lunghezza pari a circa 100 m. Di seguito viene mostrato il tracciato del cavidotto su ortofoto, dalla CC alla SE di Terna, estratto dall'elaborato "C22016S05-PD-PL-04-01 – Inquadramento Impianto su Ortofoto".



La linea elettrica sarà realizzata con cavo in alluminio ARE4H5E 20,8/36 kV, con isolamento in polietilene reticolato estruso (XLPE), con una portata nominale 479 A per la sezione da 400 mm², con riferimento alla posa interrata "a trifoglio" ad una profondità di 0,8 m ed una resistività termica di 1,5 °Cm/W.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|---|--|---|-------------------------|-------------------|--|--|---|---|
|  | | <p>ARE4H5E 20,8/36kV 1x... SR/0,2</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES SINGLE CORE CABLES WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>APPLICATIONS In MV energy distribution networks for voltage systems up to 42kV. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.</p> | |  | | | | | | | | | | | | |
| <p>FUNCTIONAL CHARACTERISTICS Rated voltage U₀/U: 20,8/36 kV Maximum voltage U_m: 42 kV Test voltage: 3,5 U₀ Max operating temperature of conductor: 90 °C Max short-circuit temperature: 250 °C (max duration 5 s) Max short-circuit temperature (screen): 150 °C</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>CONSTRUCTION 1. Conductor <i>stranded, compacted, round aluminium - class 2 acc. to IEC 60228</i> 2. Conductor screen <i>extruded semiconducting compound</i> 3. Insulation <i>extruded XLPE compound</i> 4. Insulation screen <i>extruded semiconducting compound - fully bonded</i> 5. Longitudinal watertightness <i>semiconducting water blocking tape</i> 6. Metallic screen and radial water barrier <i>aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)</i> 7. Outer sheath <i>extruded PE compound - colour: red</i></p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>INSTALLATION DATA Max pulling force during laying 50 N/mm² (applied on the conductors) Min bending radius during laying 14 D_{cable} (dynamic condition) Min temperature during laying - 25 °C (cable temperature)</p> | | <p>STANDARDS IEC 60840 where applicable (testing) Nexans Design HD 620 where applicable (materials)</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>MARKING by ink-jet of the following legend: "MANUFACTURER <Year> ARE4H5E 20,8/36kV 1x<S> <meter marking>" <Year> = year of manufacturing <S> = section of the conductor</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitudinal waterproof</td> <td>Radial waterproof</td> <td>Max operating temp. of conductor: 90 °C</td> <td>Max short-circuit temperature: 250 °C</td> <td>Max short-circuit temperature screen: 150 °C</td> <td>Minimum installation temperature: -25 °C</td> </tr> </table> | | |  |  |  |  |  |  | Longitudinal waterproof | Radial waterproof | Max operating temp. of conductor: 90 °C | Max short-circuit temperature: 250 °C | Max short-circuit temperature screen: 150 °C | Minimum installation temperature: -25 °C |
|  |  |  |  |  |  | | | | | | | | | |
| Longitudinal waterproof | Radial waterproof | Max operating temp. of conductor: 90 °C | Max short-circuit temperature: 250 °C | Max short-circuit temperature screen: 150 °C | Minimum installation temperature: -25 °C | | | | | | | | | |

La posa sarà effettuata con la disposizione "a trifoglio" principalmente sul fondo di una trincea scavata ad una profondità di 1,5 m, per i tratti su sede stradale, e 1,6 m, per i tratti su terreno agricolo.

La larghezza della trincea per la posa interrata, sia in terreno agricolo che su sede stradale, per le 2 terne è di 0,95 m di larghezza. Il cavo sarà posato con disposizione a trifoglio, su di un letto di posa dello spessore di 0,1 m costituito cemento; il tutto sarà poi ricoperto da un ulteriore strato dello spessore di 0,5 m di cemento magro. Saranno previste due sistemi di protezione meccanica al di sopra del bauletto in cemento, ovvero una piastra di protezione in cemento armato vibrato ed una rete in PVC.

Verrà inoltre posata, al di sopra del bauletto in cemento, una rete di segnalazione in materiale plastico di colore rosso-arancio con applicato sulla faccia superiore un nastro con la scritta "CAVI a 36000Volt" (o equivalente). Laddove necessario verrà inoltre posata una palina con targa monitoria, piantata sul terreno a margine del tracciato del cavidotto. Gli scavi verranno reinterrati con inerti di caratteristiche adeguate; per i tratti asfaltati dovrà essere ricostruito il sottofondo pre-bitumato per uno spessore di 0,3 m ed un tappeto d'usura per uno spessore minimo di 0,03 m.

In corrispondenza degli attraversamenti stradali la posa sarà effettuata in tubo. Tale operazione potrà avvenire con il sistema spingi tubo tradizionale. In casi particolari potrà essere utilizzato il sistema di perforazione teleguidata, consistente nell'esecuzione di un foro di attraversamento nel quale verranno infilati tubi in PVC a protezione di ogni cavo componente la terna. Di seguito si riporta una rappresentazione della sezione tipo di scavo.

SEZIONE AT IMPIANTO UTENTE PER LA CONNESSIONE
2 terne 400 mm²

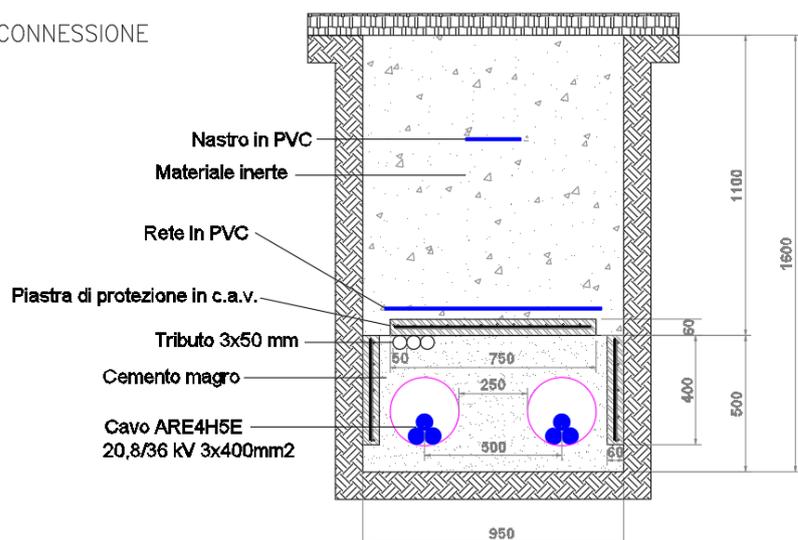
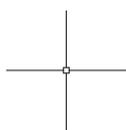


Figura 26 – Sezione tipo AT su terreno agricolo

SEZIONE AT IMPIANTO UTENTE PER LA CONNESSIONE
2 terne 400 mm²

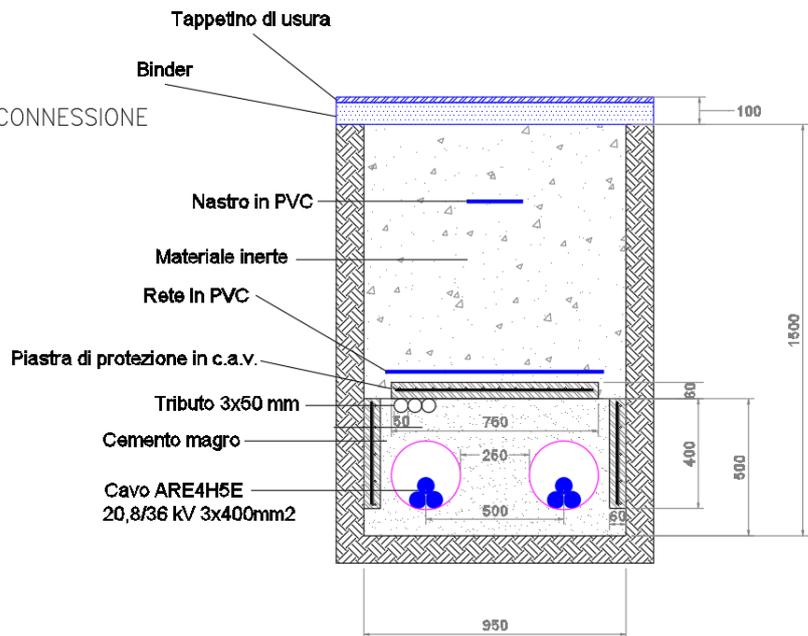


Figura 27 – Sezione tipo AT su sede stradale

7.4.1 Opere per la realizzazione della linea AT

Per quanto riguarda le opere per la realizzazione della linea AT, potrebbe essere necessario predisporre i giunti e la messa a terra degli schermi, ove necessari. *Sarà valutata in fase esecutiva la necessità di tale opera.* Nei paragrafi successivi viene data una descrizione più approfondita per quanto riguarda le suddette opere.

7.4.2 Buche giunti

La buca giunti necessaria per il collegamento del cavo potrebbe essere posizionata a circa metà del percorso dei cavi, a metri 8250 circa, ed ubicati all'interno di apposite buche che avranno le seguenti caratteristiche:

- I giunti saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di 2,00 m e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti;
- Una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame. Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.

| | | | |
|--|---|---|---------|
|  DS ITALIA 12 SRL | <p style="text-align: center;">IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CAMMARATA"</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO</p> |  Ingegneria & Innovazione | |
| | | 30/06/2023 | REV: 01 |

7.4.3 Messa a terra degli schermi della linea AT

Al fine di un corretto funzionamento della linea AT, di ricondurre al potenziale di terra la parte esterna del cavo e per motivi di sicurezza, si predispone la messa a terra dello schermo metallico delle linee AT. Questa dovrà essere realizzata alle estremità di ogni collegamento, ovvero in CC e in CUC, attraverso i terminali dei cavi. La messa a terra sarà realizzata mediante la treccia di rame, realizzata attraverso gli schermi dei cavi (come rappresentato in figura), da collegare ad un conduttore di terra, che a sua volta sarà collegato ad un dispersore di terra (puntazza) e relativo pozzetto di ispezione.

7.4.4 Profondità e sistema di posa cavi

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Le modalità di posa dei cavidotti saranno le seguenti:

- FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):
 - o Demolizione della fondazione stradale per uno spessore di 10 cm;
- FASE 2 (posa cavidotti);
 - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,50 m dalla quota di progetto stradale finale;
 - o collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
 - o stesura di uno strato di almeno 10 cm di cemento magro;
 - o collocazione delle terme di cavo AT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
 - o ricoprimento dello scavo con getto di 40 cm di cemento magro;
 - o collocazione di un sistema di protezione in cemento armato vibrato ed una rete in PVC;
 - o collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di alta tensione;
 - o rinterro con materiale inerte in parte proveniente da scavo;
- FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):
 - o stesura del sottofondo pre-bitumato per uno spessore di 0,07 m
 - o stesura di un tappeto d'usura per uno spessore minimo di 0,03 m.

Nel caso i cavidotti seguano una viabilità esistente di tipo sterrato su terreno agricolo, le fasi lavorative si riducono alla sola FASE 2, precedentemente descritta.

7.4.5 Profondità e sistema di posa cavi AT

Le modalità da seguire durante le operazioni di posa sono riportate nelle norme CEI 11-17, per quanto applicabili.

Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

Posa del cavo

Una volta realizzata la trincea e bonificato eventuali sottoservizi interferenti, si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento, per non assoggettare i cavi a notevoli sforzi di trazione (che vanno fatti comunque sopportare al conduttore interno e non al mantello di protezione) e per non imprimere curvature troppo pronunciate, saranno adottate le seguenti precauzioni:

- Si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il loro tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- I raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Nel caso in cui i cavi fossero stati precedentemente esposti a basse temperature, occorre che essi vengano posti per un certo tempo in ambienti a temperatura sensibilmente superiore e posati dopo che la guaina esterna dei cavi abbia assunto una temperatura sensibilmente superiore allo zero.

Ricopertura e ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il terreno attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera. In corrispondenza della viabilità perimetrale verrà ripristinato il manto di asfalto.

Collaudo dell'elettrodotto

A posa e rinterro ultimati si renderà necessario provare la buona esecuzione dell'opera. Prima della messa in servizio del cavo dovrà essere effettuato il controllo di impianto, teso ad assicurare che il montaggio degli accessori sia stato a regola d'arte e che i cavi non abbiano subito deterioramenti durante la posa.

Dovranno altresì essere eseguite le “Prove elettriche dopo l’installazione” previste dalla norma CEI 20-66.

7.5 Rete MT

La linea elettrica sarà realizzata con il cavo ARE4H5E 18/30 kV, con isolante in miscela di polietilene reticolato (XLPE), aventi massima temperatura di servizio pari a 90°C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250°C. La posa sarà effettuata con la disposizione “a trifoglio” principalmente sul fondo di una trincea scavata ad una profondità di 1,2 m, una larghezza variabile in funzione del tratto considerato, predisponendo un letto di posa dello spessore di almeno 25 cm; il tutto sarà poi ricoperto da un ulteriore strato di materiale proveniente dalla fase di scavo. Sarà predisposta una protezione meccanica al di sopra del corrugato e una rete di segnalazione in materiale plastico di colore rosso-arancio con applicato sulla faccia superiore un nastro con la scritta “CAVI a 30000Volt” (o equivalente). Laddove necessario verrà inoltre posata una palina con targa monitoria, piantata sul terreno a margine del tracciato del cavidotto.

7.5.1 Profondità e sistema di posa cavi

Nel caso in cui i cavi fossero stati precedentemente esposti a basse temperature, occorre che essi vengano posti per un certo tempo in ambienti a temperatura sensibilmente superiore e posati dopo che la guaina esterna dei cavi abbia assunto una temperatura sensibilmente superiore allo zero.

Per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,20 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

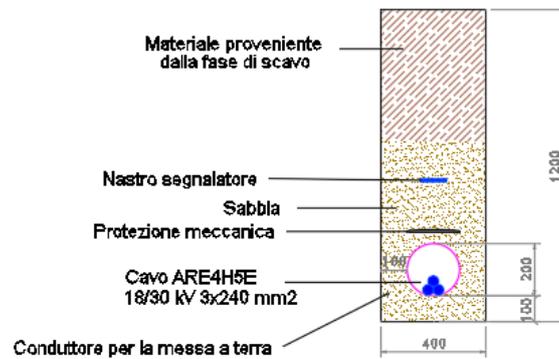
Le modalità di esecuzione dei cavidotti su strade di parco, nell’ipotesi in cui vengano realizzati contestualmente, saranno le seguenti:

- FASE 2 (posa cavidotti);
- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
- collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
- collocazione delle terne di cavo MT all’interno di tubi corrugati, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
- collocazione della fibra ottica;
- formazione di letto di fondo dello scavo con sabbia, per uno spessore di almeno 25 cm;
- collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
- rinterro dello scavo con materiale granulare e con materiale proveniente dagli scavi compattato;

Qualora i cavidotti vengano posati su strade asfaltate le operazioni di scavo saranno le seguenti:

- FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):
 - o apertura delle piste e demolizione della fondazione stradale;
- FASE 2 (posa dei cavidotti);
- FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):
 - o Collocazione di fondazione stradale;
 - o Stesura dello strato di finitura stradale pari a 10 cm fino al piano stradale di progetto finale.

SEZIONE MT INTERNA ALL'IMPIANTO
1 terna 240 mm²



SEZIONE MT INTERNA ALL'IMPIANTO
2 terne 185 mm²

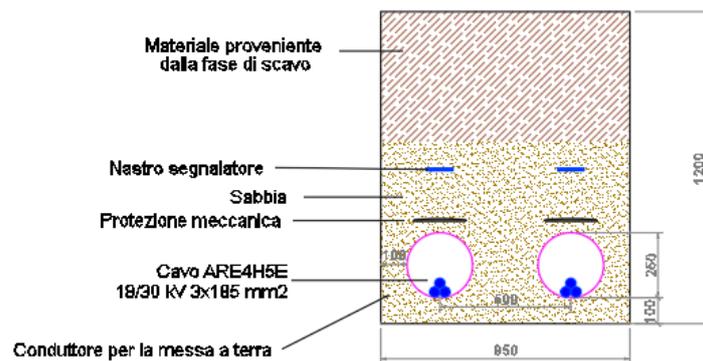
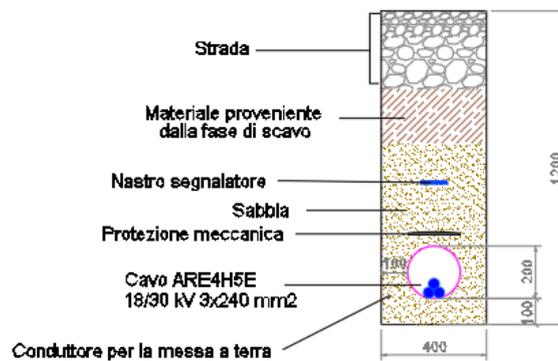


Figura 28 – Sezione tipo MT su terreno agricolo

SEZIONE MT INTERNA ALL'IMPIANTO
1 terna 240 mm²



SEZIONE MT INTERNA ALL'IMPIANTO
2 terne 185 mm²

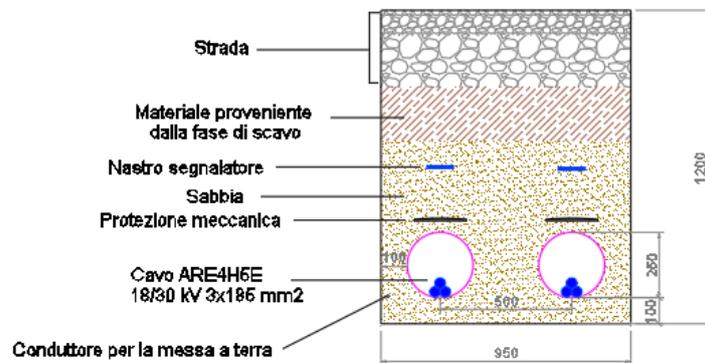


Figura 29 – Sezione tipo MT su sede stradale

SEZIONE AT IMPIANTO UTENTE PER LA CONNESSIONE
2 terne 400 mm²

SEZIONE MT INTERNA ALL'IMPIANTO
1 terna 240 mm²

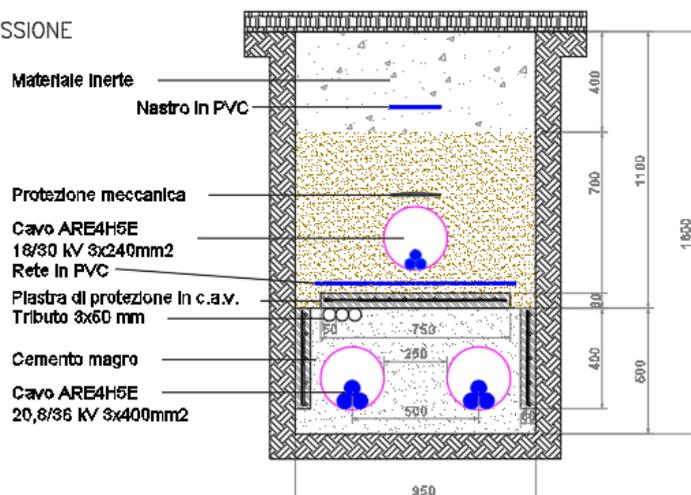


Figura 30 – Sezione tipo MT in condivisione con linea AT su terreno agricolo

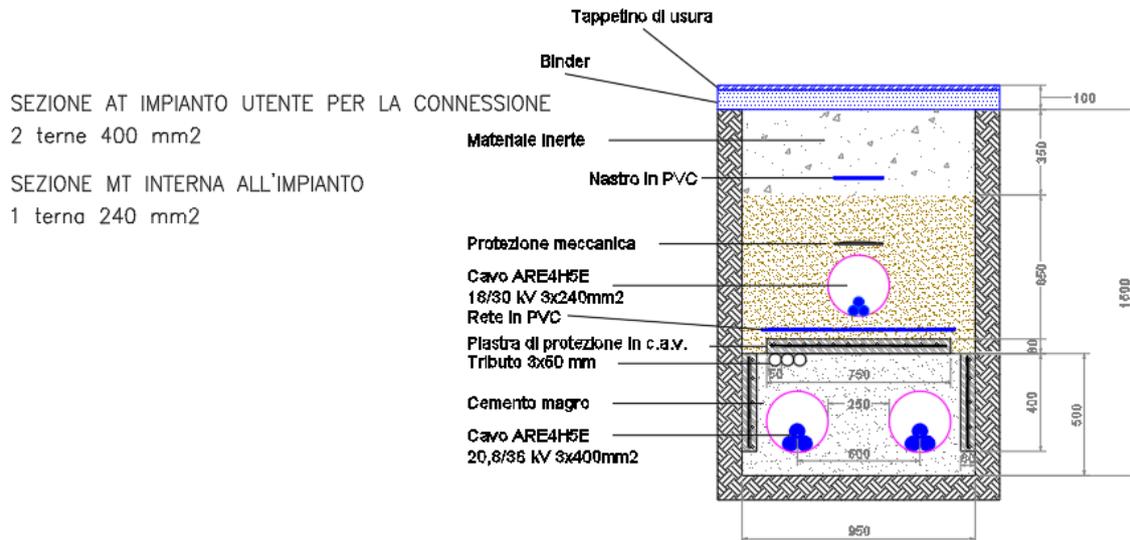


Figura 31 – Sezione tipo MT in condivisione con linea AT su sede stradale

8. OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE (CODICE PRATICA: 202200970)

Il preventivo di connessione rilasciato da Terna (Codice di Pratica: 202200970) elaborato secondo le seguenti condizioni:

- Potenza totale in immissione richiesta: 31,967 MW;
- Potenza nominale dell'impianto di produzione: 36 MWp;

I seguenti dati sono relativi al punto di connessione dell'impianto in oggetto alla RTN con tensione nominale pari a 36 kV e identificato con il Codice Pratica 202200970.

La potenza nominale DC dell'impianto è pari a 39,501 MW.

La potenza nominale AC degli inverters dell'impianto è pari a 32 MW.

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una futura stazione di trasformazione (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla futura linea RTN 380 kV "Chiaromonte Gulfi – Ciminna", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'ARERA, l'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'elettrodotto a 36 kV per il collegamento in antenna della centrale alla citata stazione RTN costituisce impianto utente per la connessione.

Ai fini della connessione è stata aggiunta una cabina, denominata "Cabina Utente per la Consegna", interposta tra il cavidotto in AT in uscita dall'impianto ed il cavidotto in AT per il collegamento alla nuova SE. I lavori consisteranno nella realizzazione di 2 terne interrate da 400 mm² per il tratto dalla Cabina Centrale (CC) alla Cabina Utente per la Consegna (CUC) e 2 terne da 240 mm² per il collegamento alla sezione a 36 kV di una futura stazione di trasformazione (SE) della RTN. Il tracciato dalla CC alla CUC si svilupperà prevalentemente su strada per una lunghezza totale pari a circa 16,5 km. Il tracciato dalla CUC alla nuova SE attraverserà i terreni adiacenti ad essa, per una lunghezza pari a circa 100 m.

9. CALCOLO DI PRODUCIBILITA'

Il calcolo della producibilità è stato effettuato imputando il modello del sistema nel software di simulazione PVsyst vers.7.1.5 del quale si riporta il report di calcolo in allegato alla presente relazione.

Al fine della simulazione della producibilità dell'impianto fotovoltaico si è stabilita la disponibilità di fonte solare, in funzione del sito d'installazione dell'impianto, e sono state considerate tutte le perdite dello stesso.

Come risultato della simulazione è stata ottenuta una producibilità pari a 63327 MWh/anno fronte di una potenza nominale installata pari a 39,501 MW.

Considerata la potenza dell'impianto si ha una produzione specifica pari a 103 kWh/kWp/anno.

Sulla base di tutte le perdite considerate nel software, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio - PR) pari a 81,63%.

10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

10.1 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione sarà costituito da due sistemi:

- Illuminazione cabine;
- Illuminazione puntuale lungo la viabilità d'impianto;

L'illuminazione perimetrale prevederà proiettori direzionali su pali, con funzione di illuminazione stradale notturna e anti-intrusione. L'illuminazione lungo la viabilità d'impianto si accenderà solamente in caso di rilevamento di movimento, verrà posizionata su pali conici in acciaio laminato a caldo e privi di saldature predisposti con foro per ingresso cavo di alimentazione, con attacco testa palo. L'illuminazione delle cabine prevederà lampade su sostegno agganciato alla parete, con funzione di illuminazione delle piazzole per manovre e sosta e si accenderà solamente in caso di intrusione esterna. Verrà realizzata mediante proiettori led ad alta efficienza installati su bracci posizionati sul prospetto delle cabine stesse.

10.2 Impianto di videosorveglianza

L'impianto di video sorveglianza è stato dimensionato per coprire l'intero perimetro della recinzione, con l'aggiunta di ulteriori unità di videosorveglianza:

- in prossimità delle cabine;

- in prossimità degli accessi area di impianto;

L'impianto di sicurezza potrà presentare soluzioni di monitoraggio combinate o non sulla base delle seguenti tecnologie:

- termico (termocamere);
- infrarosso;
- Dome;

Nello specifico ognuna delle soluzioni avrà le seguenti caratteristiche:

- Termico. Le telecamere inviano segnali sulla temperatura con una accuratezza che raggiunge $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Le termografiche acquisiranno la temperatura corporea lavorando nel range $30-45^{\circ}$ e fornendo dati estremamente accurati e veloci. Il sistema sarà in grado di individuare fino a 30 volti simultaneamente, lo screening viene effettuato solo sulle persone, riducendo i falsi allarmi ed escludendo così qualsiasi altra sorgente calda (ad esempio piccoli animali). La taratura delle telecamere avverrà attraverso la configurazione di una pagina web dedicata;
- Infrarosso. Le telecamere sono dotate di illuminatore a led infrarossi (LED IR) per registrare nel buio e in modo invisibile. La luce dell'infrarosso, infatti, permette le riprese in notturno (seppur esclusivamente in bianco nero) ma risulta invisibile all'occhio umano. Il raggio d'azione di una IR LED varia solitamente da 10 a 100 metri, ma dato che si prospetta un uso esterno si prevederà di impiegare un modello con raggio dai 50 metri in su.
- Dome. Le telecamere dome saranno di tipo PTZ (acronimo per Pan-Tilt-Zoom), le quali permettono una variazione del posizionamento dell'obiettivo che può offrire una panoramica lungo gli assi orizzontali (Pan) oppure una rotazione lungo quelli verticali (Tilt), oltre che offrire la possibilità di effettuare zoom con ingrandimento più o meno elevato. In alcuni punti si potrà prevedere di installare un particolare tipo di telecamera dome detta speed-dome, evoluzione della dome che presenta modelli caratterizzati da un'elevata velocità di spostamento dell'obiettivo in ogni direzione, che può essere anche di 360° al secondo. Infine, la dome dispone di una particolare funzione che permette di preimpostare specifiche posizioni di controllo. In base al tipo di modello si potranno preimpostare dalle venti fino a oltre le cento posizioni nonché i diversi livelli di zoom. La frequenza con cui vanno effettuati i controlli in zone specifiche va anche essa predefinita a seconda delle specifiche necessità, così come va impostato il tempo di permanenza in ciascuna zona di controllo. Oltre al posizionamento fisso in determinate zone per un certo periodo di tempo, è possibile impostare la telecamera in modo che essa esegua dei controlli continui e ciclici, come vere e proprie ronde.

11. GESTIONE DELL'IMPIANTO

La centrale viene tenuta sotto controllo-mediante un sistema di supervisione che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota.

A fronte di situazioni rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardia;

- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria, programmate in conformità a procedure stabilite per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto sarà effettuata generalmente con ispezioni a carattere giornaliero, mentre la manutenzione ordinaria sarà effettuata con interventi a periodicità mensile.

12. CRONOPROGRAMMA

Di seguito si riporta il cronoprogramma studiato per il caso in oggetto e che tiene conto delle seguenti macro attività:

1. Allestimento area di cantiere;
2. Opere Civili;
3. Impianto di Illuminazione e videosorveglianza
4. Cavidotto MT interno;
5. Cavidotto AT esterno;
6. Impianto Fotovoltaico;
7. Cabina consegna utente;
8. Opere di mitigazione ambientale;
9. Smantellamento opere provvisori.

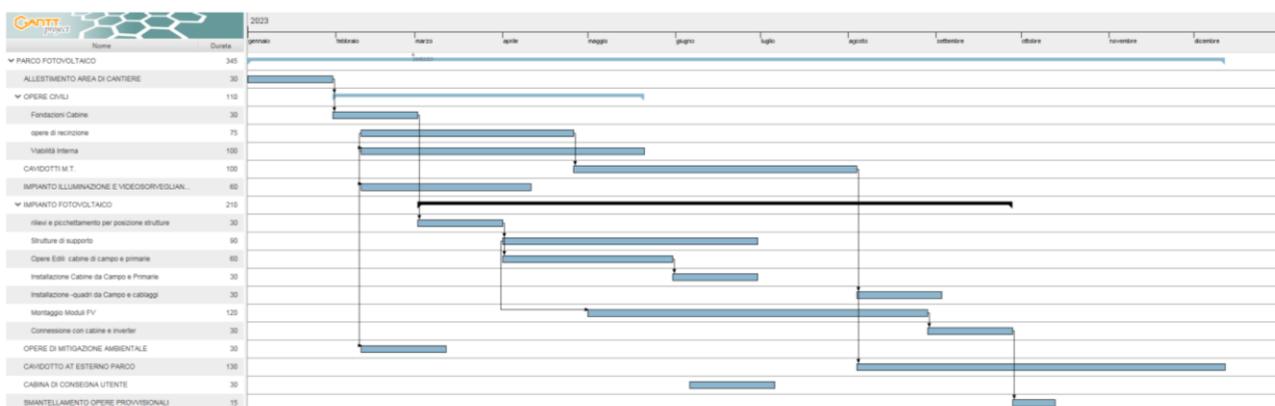


Figura 32 – Gantt Project

| | |
|--|-----|
| ▼ PARCO FOTOVOLTAICO | 345 |
| ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE | 30 |
| ▼ OPERE CIVILI | 110 |
| Fondazioni Cabine | 30 |
| opere di recinzione | 75 |
| Viabilità Interna | 100 |
| CAVIDOTTI M.T. | 100 |
| IMPIANTO ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIAN... | 60 |
| ▼ IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 210 |
| rilievi e picchettamento per posizione strutture | 30 |
| Strutture di supporto | 90 |
| Opere Edili cabine di campo e primarie | 60 |
| Installazione Cabine da Campo e Primarie | 30 |
| Installazione -quadri da Campo e cablaggi | 30 |
| Montaggio Moduli FV | 120 |
| Connessione con cabine e inverter | 30 |
| OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE | 30 |
| CAVIDOTTO AT ESTERNO PARCO | 130 |
| CABINA DI CONSEGNA UTENTE | 30 |
| SMANTELLAMENTO OPERE PROVVISORIALI | 15 |

I tempi previsti per la realizzazione dell'opera sono sintetizzati nella seguente tabella:

| ATTIVITA' LAVORATIVA | Giorni Naturali e Conseguitivi |
|---|--------------------------------|
| Allestimento Area di Cantiere | 30 |
| Opere Civili | 110 |
| Impianto di Illuminazione e videosorveglianza | 60 |
| Cavidotto MT | 100 |
| Cavidotto MT esterno | 160 |
| Impianto Fotovoltaico | 210 |
| Cabina di Consegna utente | 30 |
| Opere di mitigazione ambientale | 30 |
| Smantellamento opera provvisionali | 15 |

| | | | |
|--|---|---|---------|
|  DS ITALIA 12 SRL | <p style="text-align: center;">IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CAMMARATA"</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO</p> |  Antex group Ingegneria & Innovazione | |
| | | 30/06/2023 | REV: 01 |

Allo scopo di ridurre i tempi di realizzazione dell'opere i lavori sono sovrapposti considerando in campo più squadre e cantieri operanti contemporaneamente, in particolare sono previste tre zone di lavoro:

1. Area Parco fotovoltaico;
2. Cavidotto MT esterno (cantiere con sviluppo lineare);
3. Cabina consegna utente

si stimano in totale **345 giorni naturali e consecutivi**.

13. ANALISI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

Analizzando il progetto, finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da destinarsi alla vendita, le prime considerazioni di carattere generale, politica ed occupazionale sono da ricercarsi nelle seguenti condizioni:

- la disponibilità di territorio atto alla realizzazione di un tale impianto che presenta una situazione priva di vegetazione arborea, con la giusta esposizione, servito da linee elettriche, peraltro già esistenti in loco a distanze economicamente ragionevoli, con modeste antropizzazioni e scarsa visibilità dai punti panoramici circostanti;
- la situazione politico – economica in atto, che rende economicamente interessanti e vantaggiosi investimenti aventi questo genere di finalità e comunque rivolti a produzioni energetiche alternative;
- le importanti ricadute sul territorio comunale sia in termini di valorizzazione delle risorse ambientali che di sviluppo economico grazie alla formazione di nuovi e rilevanti posti di lavoro per le attività di cantiere e di manutenzione degli impianti fotovoltaici e delle relative opere di connessione.

In sintesi, si può affermare che l'inserimento dell'impianto fotovoltaico in progetto nel territorio, e le scelte che hanno guidato la realizzazione di un tale intervento infrastrutturale, devono essere inserite all'interno della più ampia azione di sostenibilità ambientale. La realizzazione dell'opera si inserisce in un contesto di generazione energetica alternativa alle fonti esauribili: il presente impianto andrà a sfruttare solo ed esclusivamente energia pulita ed inesauribile quale quella rappresentata dall'irradiazione solare, per fini pienamente in linea con gli indirizzi dettati dalle normative internazionali (Protocollo di Kyoto), nazionali (Piano Energetico Nazionale) e Regionali (Piano Energetico Regionale).

14. COSTO DELL'OPERA E STIMA SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

14.1 Quadro economico sui costi di realizzazione

Di seguito si riporta il Quadro Economico ove si propone la stima dei costi relativi alla gestione del progetto, consulenze, direzione lavori e oneri di spesa. Le somme previste sono tutte comprensive di I.V.A. e oneri previdenziali per le spese di consulenza.

| QUADRO ECONOMICO GENERALE | | | |
|--|----------------------|---------|-------------------------|
| Valore complessivo dell'opera privata | | | |
| DESCRIZIONE | IMPORTI IN € | I.V.A % | Totale € (IVA compresa) |
| A) COSTO DEI LAVORI | | | |
| A.1) Interventi previsti | 23.657.055,37 | 10 | 26.022.760,91 |
| A.2) oneri di sicurezza | 122.205,26 | 10 | 134.425,79 |
| A.3) Opere di mitigazione | 34.295,00 | 10 | 37.724,50 |
| A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale | *** | ** | *** |
| A.5) Opere connesse: corrispettivo di connessione (153k€x0.3197) | 48.914,10 | 22 | 59.675,20 |
| TOTALE A) | 23.862.469,73 | | 26.254.586,40 |
| B) SPESE GENERALI | | | |
| B.1) Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio, alle necessarie attività preliminari. al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità | 230.795,24 | 22 | 281.570,19 |
| B.2) Spese consulenza e supporto tecnico | 49.192,15 | 22 | 60.014,42 |
| B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici | 39.048,09 | 22 | 47.638,67 |
| B.4) Spese per rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluso le spese per le attività di monitoraggio ambientale) | 38.948,72 | 22 | 47.517,43 |
| B.5) Oneri di legge sulle spese tecniche B,1), B,2), B,4) e collaudi B.3) | 10.793,73 | 22 | 13.168,35 |
| B.6) Imprevisti | 473.141,11 | 22 | 577.232,15 |
| B.7) Spese varie | | | |
| TOTALE B) | 841.919,03 | --- | 1.027.141,21 |
| C) eventuali altre imposte e contributi per legge: oneri di conferimento in discarica | 12.820,00 | 22 | 15.640,40 |
| "Valore complessivo dell'opera" | | | |
| TOTALE (A + B + C) | 24.717.208,76 | --- | 27.297.368,01 |

14.2 Stima dei Costi di Dismissione Impianto a fine vita

A fine vita si procederà prima allo smantellamento dell'impianto e delle strutture accessorie presenti e dopo al ripristino e risistemazione dell'area dell'impianto.

È previsto l'affidamento a ditta specializzata delle operazioni suddette, con l'apertura di un apposito cantiere. Si ritiene che l'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto comprenda implicitamente anche l'autorizzazione alla messa in ripristino dello stato dei luoghi, previa dismissione dell'impianto medesimo.

Per la costituzione del nuovo cantiere dovrà essere inviata apposita comunicazione alle autorità competenti, indicando le fasi operative, le aree di stoccaggio temporaneo previste e le modalità di gestione dei materiali di risulta (rifiuti speciali) nonché quelle preposte alla sicurezza sui cantieri.

La dismissione prevede lo smantellamento dei moduli fotovoltaici avendo cura di non romperli, vetri in particolare, e di stocarli separatamente dalle strutture di sostegno in metallo.

A questo punto si procederà con la raccolta dei cavi di collegamento e dei necessari scavi per lo scalzamento degli stessi. La fase successiva prevede la raccolta di tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche per poi passare alla fase di smantellamento di tutte le opere edili prefabbricate e no.

Di seguito si riporta il quadro generale riepilogativo dei costi sulla dismissione.

| QUADRO RIEPILOGATIVO GENERALE | | | |
|---|---|--|-----------------------|
| | Totale Lavorazioni | | 3.179.099,88 € |
| | Totale Sicurezza Speciale | | 59.519,91 € |
| | Totale progetto | | 3.238.619,79 € |
| QUADRO RIEPILOGO PER CAPITOLI E SOTTOCAPITOLI | | | |
| | IMPIANTO FOTOVOLTAICO | | |
| | 001 SICUREZZA SPECIALE | | 59.519,91 € |
| | --- | | |
| | 002 SCAVI, SBANCAMENTI INFRASTRUTTURE | | 42.744,66 € |
| | --- | | |
| | 003 DISMISSIONE CAVI E CAVIDOTTI | | 3.524.873,91 € |
| | --- | | |
| | 004 DISMISSIONE SISTEMI ACCESSORI E RECINZIONE | | 177.184,80 € |
| | --- | | |
| | 006 DISMISSIONE LOCALI TECNICI, APARECCHIATURE ELETTRICHE, PANNELLI | | 620.515,00 € |
| | --- | | |
| | 007 RIPRISTINO DEI LUOGHI | | 807.996,00 € |
| | --- | | |
| | 008 RECUPERO MATERIALI RICICLABILI | | -2.138.999,56 € |
| | --- | | |
| | 009 TRASPORTO E CONFERIMENTO IN DISCARICA | | 15.386,52 € |
| | --- | | |
| | Totale Capitolo IMPIANTO FOTOVOLTAICO | | 3.109.221,24 € |

14.2.1 Opere di ripristino ambientale

Terminate le operazioni di smobilizzo delle componenti l'impianto, nei casi in cui il sito non verrà più interessato da nuovi impianti o potenziamenti, si provvederà a riportare tutte le superfici interessate allo stato ante operam. Quindi le superfici occupate dalle pannellature e dalle cabine, le strade di servizio all'impianto ed eventuali opere di regimentazione acque, una volta ripulite verranno ricoperte con uno strato di terreno vegetale di nuovo apporto e operata l'idro-semina di essenze autoctone o, nel caso di terreno precedentemente coltivato, a restituito alla funzione originaria.

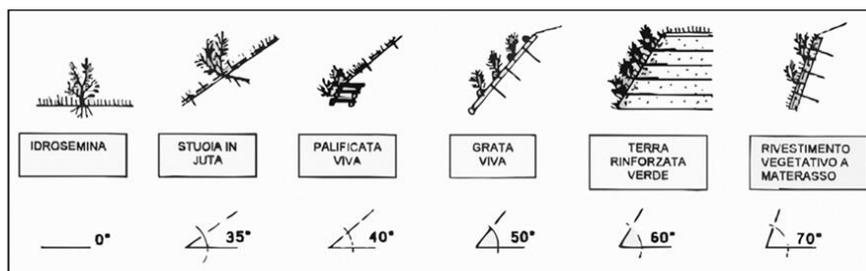
Le attività di smontaggio producono le stesse problematiche della fase di costruzione: emissioni di polveri prodotte dagli scavi, dalla movimentazione di materiali sfusi, dalla circolazione dei veicoli di trasporto su strade sterrate, disturbi provocati dal rumore del cantiere e del traffico dei mezzi pesanti. Pertanto, saranno riproposte tutte le soluzioni e gli accorgimenti tecnici già adottati nella fase di costruzione e riportati nella relazione di progetto contenente gli studi ambientali.

Vista la natura dei luoghi, la morfologia e tipologia del terreno non sono previsti particolari interventi di stabilizzazione e di consolidamento ad eccezione di piccoli interventi di inerbimento mediante semina a spaglio o idro-semina di specie erbacee delle fitocenosi locali, a trapianti delle zolle e del cotico erboso nel caso in cui queste erano state in precedenza prelevate o ad impianto di specie vegetali ed arboree scelte in accordo con le associazioni vegetali rilevate. Le opere di ripristino possono essere estese a tutti gli interventi che consentono una maggiore conservazione degli ecosistemi ed una maggiore integrazione con l'ambiente naturale.

Difatti le operazioni di ripristino possono consentire, attraverso una efficace minimizzazione degli impatti, la conservazione degli habitat naturali presenti. Le opere di ripristino degli impianti fotovoltaici, si riferiscono essenzialmente al rinverdimento e al consolidamento delle superfici sottratte per la realizzazione dei percorsi e delle aree necessarie alla realizzazione dell'impianto.

Il concetto generale è quello di impiegare il più possibile tecnologie e materiali naturali, ricorrendo a soluzioni artificiali solo nei casi di necessità strutturale e/o funzionale. Deve comunque essere adottata la tecnologia meno complessa e a minor livello di energia (complessità, tecnicismo, artificialità, rigidità, costo) a pari risultato funzionale e biologico.

Le opere di copertura consistono nella semina di specie erbacee per proteggere il suolo dall'erosione superficiale, dalle acque di dilavamento e dall'azione dei vari agenti meteorologici, ripristinando la copertura vegetale. Sono interventi spesso integrati da interventi stabilizzanti. Le principali opere di copertura sono: le semine a spaglio, le idro-semine, le semine a spessore, le semine su reti o stuoie, le semine con coltre protettiva (paglia, fieno ecc.). Di seguito ne vengono schematizzati alcuni a seconda del dislivello da stabilizzare:



15. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per la realizzazione dell'opera è prevista un'attività di movimento terre notevole, che si può distinguere nelle seguenti tipologie:

- terreno vegetale da scotico per la realizzazione della viabilità e delle fondazioni;
- materiali provenienti dagli scavi in sito utilizzati per la realizzazione della viabilità, dei cavidotti e delle fondazioni;
- materiali di nuova fornitura necessari per la formazione dello strato finale di strade.

Allo stato attuale è previsto, come già detto, la quasi totalità del riutilizzo in sito delle prime due tipologie e, di conseguenza, anche uno scarso utilizzo della terza tipologia. Per i materiali di nuova fornitura di cui alla terza tipologia, ci si approvvigionerà da cave di prestito autorizzate il più vicino possibile all'area di cantiere, utilizzando il più possibile materiali di recupero certificati.

Il riutilizzo del materiale all'interno del sito ha consentito una buona riduzione di prodotti destinati a discarica consentendo anche una buona riduzione di trasporti su ruota.

L'uso di un frantoio in cantiere consentirà di riutilizzare nelle modalità migliori il materiale a disposizione.

Il volume di materiale che non verrà riutilizzato all'interno del cantiere potrà essere impiegato per rimodellamenti di aree morfologicamente depresse in conformità al piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo da redigersi ai sensi del DPR 120/2017 o trasportato a discarica autorizzata.

Per quanto riguarda i cavidotti, si evidenzia che tutto il materiale di scavo potrà essere riutilizzato fatta eccezione per i tratti stradali asfaltati in cui il bitume sarà trasportato a discarica.

Il resoconto finale del bilancio delle terre e rocce da scavo è riportato nella tabella seguente:

| BILANCIO VOLUMI DI SCAVO E MATERIALI DA RIFIUTO | |
|--|-------------|
| VOLUME DI SCAVO TOT. | 51798,48 mc |
| TOT. TERRENO RIUTILIZZATO | 40842,64 mc |
| di cui riciclo terreno da scavo | 40265,92 mc |
| di cui riciclo terreno da scotico | 576,72 mc |
| VOLUME ECCEDENTE | 10955,84 mc |
| di cui terreno da scavo (prof.>60 cm) | 10257,08 mc |
| di cui terreno vegetale (prof. <60 cm) | 698,76 mc |
| MATERIALE DA RIFIUTO | 1392,30 mc |
| TOTALE MATERIALE ECCEDENTE | 12348,14 mc |

Le attività di scavo per le varie fasi della realizzazione del progetto comportano un volume di materiale di scavo pari a circa 51.798,48 mc, come riportato nella Tabella n. 1, così ripartito:

- 1275,48 mc da scavo superficiale con profondità non superiore a 60 cm;
- 50523,00 mc da materiale da scavo profondo oltre i 60 cm.

Il materiale da scavare, dalle preventive analisi, deve presentare caratteristiche di classificazione secondo UNI CNR 10001 e s.m.i. tali da poterlo definire idoneo per gli usi di costruzione del parco. Nell'ottica di riutilizzare quanto più materiale possibile, si prevede un riutilizzo globale del materiale da scavo di 40.842,64 mc così ripartito:

- 576,72 mc provenienti dal riciclo del materiale da scavo (con profondità minore di 60 cm);
- 40.265,92 mc provenienti dal riciclo del materiale da scavo (con profondità maggiore di 60 cm).

Il riutilizzo del materiale all'interno del sito consente una buona riduzione di prodotti destinati a discarica consentendo anche una buona riduzione di trasporti su ruota.

Il volume di materiale da scavo eccedente dalla lavorazione ammonta a circa 12.348,14 mc, di cui la totalità potrà essere impiegato leggeri livellamenti all'interno delle aree del parco e comunque in conformità al piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo da redigersi ai sensi del DPR 120/2017.

16. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento al Testo Unico sulla Sicurezza (Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e ss.mm.ii.). Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione, il proponente provvederà a nominare un Coordinatore della sicurezza per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo d'opera. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Nello specifico il cantiere sarà suddiviso in due "zone di lavoro":

- Parco fotovoltaico;
- Cavidotto AT esterno parco;

I due cantieri funzioneranno in maniera indipendente tra loro, evitando così eventuali interferenze, e potranno essere istituiti sia contemporaneamente sia in sequenza o in combinazione tra di essi.