

PROPONENTE:

Alloro

SOCIETA' APPARTENENTE AL GRUPPO



Carlo Maresca ^{Spa}

Progetto Definitivo

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI ACCUMULO DI ENERGIA CON POTENZA DI IMMISSIONE 50MW E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE NEL COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE)

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTROMAGNETICI

CODICE ELABORATO

SCALA

FOGLIO

FORMATO

5.01

/

1 di 34

A4

| | | | | | |
|------|------------|--|-----------|-------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | 06/02/2026 | Progetto definitivo per autorizzazione | Cercio S. | Giancola F. | Giancola F. |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE | ESEGUITO | REVISIONATO | APPROVATO |

| | | | |
|-------------------------------|--|---|---|
| Progettazione e coordinamento |  Oiko Energy S.r.l. Via Monte Pagano 41, 65124 Pescara (PE) www.oikoenergy.it info@oikoenergy.it | Studio Archeologico | Dott. Eugenio Di Valerio Via Ticino 6, 65015 Montesilvano (PE) tel. 3200633765 eugenio.divalerio@gmail.com |
| Progettazione Elettrica | Ing. Francesco Giancola Via Monte Pagano 41, 65124 Pescara (PE) www.oikoenergy.it f.giancola@oikoenergy.it | Studio Geologico e di compatibilità idraulica | Dott. Geol. Alessandro Mascitti Via Turati 2, 63074 San Benedetto del Tronto (AP) tel. 3497545862 alessandromascitti@gmail.com |
| Progettazione Strutturale | Ing. Davide Cicchini Via XX Settembre 19, 65125 Pescara (PE) www.tarazed.it d.cicchini@tarazed.it | Prevenzione Incendi e Studio Acustico | Ing. Riccardo Occhiuto Viale Suzzani 92, 20162 Milano (MI) tel. 3392379601 riccardo.occhiuto@ingpec.eu |
| Studio Paesaggistico | Envex Srl Via Salvatore Tommasi, 65126 Pescara (PE) tel. 3277655030 info@envex.it | Progettazione opere idrauliche | Dott. Ing. Sergio Ciampolillo Via Turati 2, 63074 San Benedetto del Tronto (AP) tel. 0735431388 cubeinfo@pec.it |

Indice

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Premessa e scopo | 2 |
| 2 | Normativa e leggi di riferimento | 4 |
| 3 | Generalità | 7 |
| 3.1 | Inquadramento normativo..... | 7 |
| 3.2 | Metodo di calcolo della DPA per elettrodotti MT..... | 10 |
| 4 | Fonti di emissione..... | 12 |
| 4.1 | Area BESS..... | 13 |
| 4.1.1 | Power Conversion System (PCS) | 13 |
| 4.1.2 | Container Ausiliari..... | 13 |
| 4.1.3 | Elettrodotti MT interni..... | 13 |
| 4.2 | Elettrodotto MT esterno | 16 |
| 4.3 | Sottostazione elettrica 30/150 kV..... | 17 |
| 4.4 | Elettrodotto a 150 kV | 18 |
| 5 | Verifica Campi Elettromagnetici..... | 20 |
| 5.1 | Area BESS..... | 20 |
| 5.1.1 | Power Conversion System (PCS) | 20 |
| 5.1.2 | Container ausiliari | 21 |
| 5.1.3 | Elettrodotti MT interni..... | 21 |
| 5.2 | Elettrodotto MT esterno | 26 |
| 5.2.1 | Ipotesi di coesistenza con cavidotto MT di altra iniziativa | 26 |
| 5.3 | Sottostazione elettrica 30/132 kV..... | 31 |
| 5.4 | Cavidotto AT | 33 |

1 Premessa e scopo

La società Alloro S.r.l. intende realizzare un impianto di accumulo, Battery Energy Storage System (BESS) di tipo stand alone di potenza nominale pari a 50 MW, da installarsi in località S. Agnese del Comune di Città Sant'Angelo (PE), nell'area identificata dalle coordinate geografiche:

- Latitudine: 42°29'37.94"
- Longitudine: 14° 2'34.67"

L'impianto di accumulo verrà connesso mediante cavidotto MT a 30 kV di lunghezza esterna pari a circa 390 m alla Sottostazione di trasformazione AT/MT multiutente di nuova realizzazione; in Sottostazione la tensione verrà innalzata da 30kV a 132kV mediante installazione di un trasformatore AT/MT. Mediante cavidotto AT, di lunghezza pari a circa 270 m, avverrà quindi il collegamento allo stallo della Stazione Elettrica RTN condiviso con gli altri utenti della Sottostazione.

Nell'immagine che segue è rappresentata l'area su cui verrà installato l'impianto BESS, il tracciato del cavidotto MT, l'area su cui insisterà la Sottostazione multiutente e il cavidotto AT di collegamento fra la Sottostazione e la Stazione Elettrica della RTN.

Si evidenzia inoltre in adiacenza all'area dell'impianto BESS la presenza di altra iniziativa di altro proponente. Tale iniziativa, analoga in termini di proposta progettuale, seguirà una procedura autorizzativa distinta. Tuttavia, sebbene le procedure autorizzative siano indipendenti, per i due i progetti, curati dallo stesso team di progettazione, è stata opportunamente valutata la presenza dell'altra iniziativa, soprattutto in termini di potenziali effetti cumulo.

La procedura autorizzativa relativa all'impianto in oggetto, e delle relative opere connesse, è la Procedura Abilitativa Semplificata, così come previsto dall'Allegato B del Decreto Legislativo n. 190 del 25 novembre 2024, le cui disposizioni sono dettagliate nel Capitolo 2.

Scopo del presente documento è esporre i calcoli e le considerazioni effettuate per la verifica dei campi elettromagnetici, come previsto dalla Normativa vigente.



LEGENDA

- Area Stazione TERNA
- Area SSE AT/MT multiutente
- Area impianto BESS
- Altra iniziativa
- Cavidotto AT
- Cavidotto MT esterno

Figura 1: Inquadramento su ortofoto

2 Normativa e leggi di riferimento

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- 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.
- DECRETO 22 Gennaio 2008, n.37, regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.M 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per b.t.;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 81-10: Protezione delle strutture contro i fulmini e valutazione del rischio dovuto a fulmine;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e rinfrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

- CEI 20-11 Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento;
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso ingomma per tensioni nominali tra 1- 30KV
- CEI 20-21Calcolo delle portate dei cavi;
- CEI 20-43 Ottimizzazione economica delle sezioni di condutture dei cavi elettrici per l'energia
- CEI EN 50522,2011-07 (CEI 99-3) Messa a terra degli Impianti a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI EN IEC 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c.
- CEI EN 50341-1 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata - Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni
- CEI EN 50341-2-13 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia
- DPCM 8 luglio 2003 - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz
- Legge 36/2001 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- Decreto 29 maggio 2008 - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- DM 21 marzo 1988, n. 449 - Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne.

3 Generalità

3.1 Inquadramento normativo

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4 c.2):

- limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della legge 36/01 (art 4 c. 1 lettera h) introduce la metodologia di calcolo della fascia di rispetto degli elettrodotti. Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore d'induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico, si applica nel caso di:

- Realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati;
- Progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

- **Fascia di rispetto**: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 2) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h).

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu T$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17).

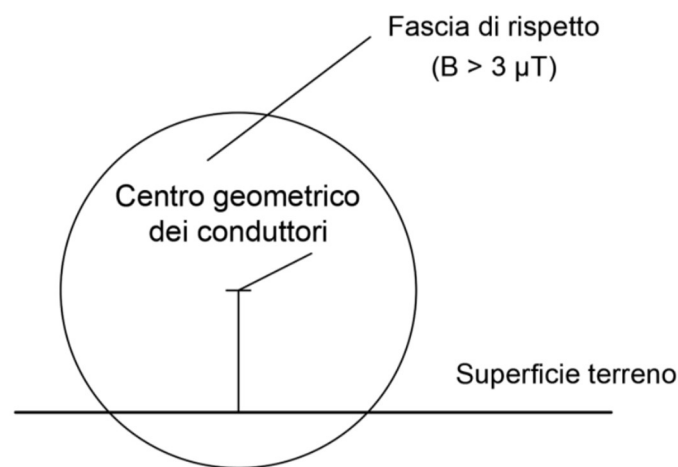


Figura 2: Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

- **Distanza di prima approssimazione (DPA)**: Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 3).
Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia). Mentre per le cabine elettriche è intesa come la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi). All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu T$.

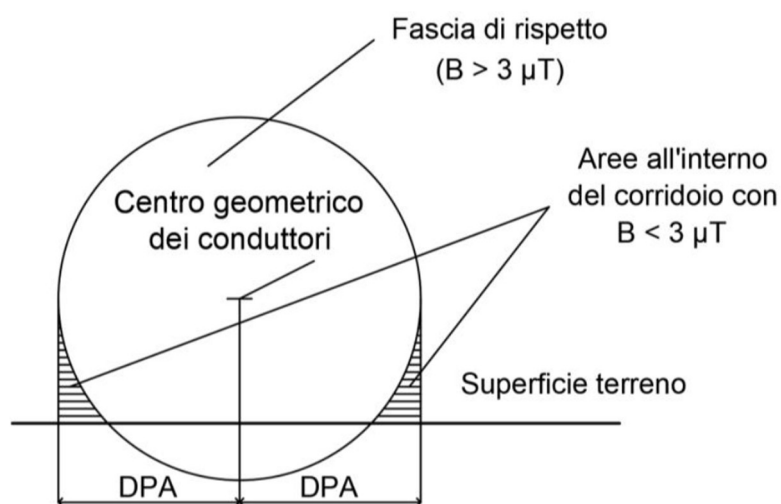


Figura 3: Calcolo della DPA per un elettrodotto

- **Elettrodotto**: insieme delle linee elettriche per il trasporto dell'energia elettrica;
- **Linea**: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;
- **Tronco**: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);
- **Tratta**: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;
- **Impianto**: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee in corrente continua);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

In particolare, al fine di agevolare / semplificare:

- L'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti;
- Le attività di gestione territoriale relative a progettazione di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazioni dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali;

sono state elaborate le schede sintetiche con le DPA per le tipologie di linee elettriche di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio.

Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al paragrafo 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008). Nelle schede sintetiche sopra citate, sono tabellate le DPA, in relazione alla geometria dei conduttori ed alla portata di corrente in servizio normale delle linee MT e Cabine Secondarie.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, nei casi di Linea in media tensione in cavo cordato ad elica (aeree o interrate) e per linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di Bassa Tensione), le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dal Dm marzo 1968, n. 449 e s.m.i.

3.2 Metodo di calcolo della DPA per elettrodotti MT

Ai fini della valutazione dei campi magnetici generati dagli elettrodotti e la verifica delle DPA, si è fatto uso del [WebNIR](#) (Strumenti Web per la valutazione dell'esposizione occupazionale alle Radiazioni Non Ionizzanti), una piattaforma web progettata e sviluppata dall'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito di una serie di progetti finanziati da INAIL. Tale software mette a disposizione strumenti web operativi per la valutazione e gestione del rischio derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici (CEM), includendo uno strumento di calcolo.

Questo strumento permette di determinare i livelli di induzione magnetica dispersi da uno o più fasci (o sistemi) di conduttori rettilinei indefiniti, tutti paralleli tra di loro. Un modello di questo tipo viene comunemente utilizzato per rappresentare gli elettrodotti, sia aerei sia

interrati, come previsto anche dalla guida CEI 211-4 *Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche*, almeno per la parte relativa ai modelli bidimensionali.

4 Fonti di emissione

Nell'ambito della verifica dei campi elettromagnetici, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti:

1) AREA BESS:

- i power conversion system (PCS);
- i container ausiliari;
- gli elettrodotti MT interni a 30 kV di interconnessione fra i PCS e fra i container ausiliari.

2) ELETTRODOTTO MT esterno di collegamento fra l'area BESS e la SSE multiutente AT/MT.

3) SOTTOSTAZIONE ELETTRICA A 132 kV.

4) ELETTRODOTTO AT di collegamento tra la SSE multiutente e la Stazione Terna della RTN.

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc.) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche; pertanto, non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito si riportano brevemente le caratteristiche tecniche delle varie fonti di emissione presenti.

4.1 Area BESS

4.1.1 Power Conversion System (PCS)

Nell'impianto BESS sono presenti:

- 6 PCS del tipo Twin Skid Compact, ognuno dei quali ospita:
 - Due inverter, l'elemento di interconnessione fra le batterie funzionanti in corrente continua DC e la rete elettrica esercita in corrente alternata AC;
 - Un trasformatore 30kV/690V-690V a doppio secondario di potenza 8150 kVA, utile ad adattare la tensione di 30 kV in ingresso alla tensione di 690 V degli inverter;
 - Un Quadro MT, già incluso nello skid PCS.
- 1 PCS del tipo MV Skid Compact composto da:
 - Un inverter;
 - Un trasformatore 30kV/690V di potenza 4075 kVA;
 - Un Quadro MT, già incluso nello skid PCS.

4.1.2 Container Ausiliari

Nell'impianto BESS sono presenti tre container ausiliari, che garantiscono la distribuzione elettrica e l'alimentazione a tutti i dispositivi installati. Ogni container ausiliari contiene:

- Un trasformatore 30kV/400V di potenza 1000 kVA in resina.
- Quadro MT 30 kV.
- Quadri di distribuzione e comunicazione.

4.1.3 Elettrodotti MT interni

Tutte le linee elettriche di collegamento a 30kV interne all'area saranno realizzate attraverso l'utilizzo di cavo del tipo ARE4H5E-18/30 kV di sezione 240, 500 e 630 mm², il cui numero di terne varia in funzione della tratta considerata. Si riporta di seguito il datasheet del cavo utilizzato:

ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Miscela estrusa

Isolante

Miscela di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Miscela estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 30/Km)

Gualina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marchatura

PRYSMIAN (**) ARE4H5E <tensione>
<sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marchatura in rilievo ogni metro

Marchatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTs-630/IC (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 30/Km)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARE4H5E <rated voltage>
<cross-section> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTs-630/IC (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5E

| sezione nominale | diámetro conduttore | diámetro sull'isolante | diámetro esterno nominale | masse indicative del cavo | raggio minimo di curvatura | sezione nominale | portata di corrente in aria | potenza dissipata a trifase ps1 °C m/W | potenza dissipata a trifase ps2 °C m/W |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|--|
| conductor cross-section | conductor diameter | diameter over insulation | nominal outer diameter | approximate weight | minimum bending radius | conductor cross-section | open air installation | underground installation trefoil ps1 °C m/W | underground installation trefoil ps2 °C m/W |
| (mm²) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg/km) | (mm) | (mm²) | (A) | (A) | (A) |

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

| | | | | | |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50 | 8,2 | 19,9 | 28 | 580 | 370 |
| 70 | 9,7 | 20,8 | 29 | 650 | 380 |
| 95 | 11,4 | 22,1 | 30 | 740 | 400 |
| 120 | 12,9 | 23,2 | 32 | 840 | 420 |
| 150 | 14,0 | 24,5 | 33 | 930 | 440 |
| 185 | 15,8 | 26,1 | 35 | 1090 | 470 |
| 240 | 18,2 | 28,5 | 37 | 1310 | 490 |
| 300 | 20,8 | 31,7 | 42 | 1560 | 550 |
| 400 | 25,8 | 34,9 | 45 | 1930 | 670 |
| 500 | 26,7 | 37,8 | 48 | 2320 | 690 |
| 630 | 30,5 | 42,4 | 53 | 2880 | 700 |

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 50 | 186 | 175 | 154 |
| 70 | 250 | 214 | 164 |
| 95 | 280 | 256 | 197 |
| 120 | 325 | 291 | 225 |
| 150 | 365 | 325 | 250 |
| 185 | 421 | 368 | 285 |
| 240 | 500 | 427 | 328 |
| 300 | 578 | 485 | 371 |
| 400 | 676 | 551 | 425 |
| 500 | 787 | 627 | 482 |
| 630 | 916 | 712 | 547 |

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

| | | | | | |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50 | 8,2 | 25,5 | 34 | 830 | 450 |
| 70 | 9,7 | 25,6 | 34 | 870 | 450 |
| 95 | 11,4 | 26,5 | 35 | 950 | 470 |
| 120 | 12,9 | 27,4 | 36 | 1040 | 470 |
| 150 | 14,0 | 28,1 | 37 | 1150 | 490 |
| 185 | 15,8 | 29,5 | 38 | 1260 | 510 |
| 240 | 18,2 | 31,5 | 41 | 1480 | 550 |
| 300 | 20,8 | 34,7 | 44 | 1740 | 590 |
| 400 | 25,8 | 37,9 | 48 | 2150 | 690 |
| 500 | 26,7 | 41,0 | 51 | 2550 | 690 |
| 630 | 30,5 | 45,6 | 56 | 3150 | 760 |

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 50 | 190 | 175 | 154 |
| 70 | 255 | 215 | 164 |
| 95 | 285 | 255 | 196 |
| 120 | 328 | 291 | 225 |
| 150 | 370 | 324 | 249 |
| 185 | 425 | 368 | 285 |
| 240 | 505 | 426 | 327 |
| 300 | 581 | 480 | 369 |
| 400 | 680 | 549 | 422 |
| 500 | 789 | 624 | 479 |
| 630 | 918 | 709 | 545 |

Figura 4: datasheet cavo MT

4.2 Elettrodotto MT esterno

L'impianto BESS sarà connesso alla Sottostazione elettrica di trasformazione AT/MT multiutente mediante cavidotto MT a 30 kV di lunghezza complessiva pari a ca 610 m. Il cavo utilizzato è del tipo ARE4H5E, con conduttori in alluminio, il cui datasheet è riportato nel paragrafo precedente.

Il cavidotto è caratterizzato da 4 corrugati di diametro 250 mm in cui sono alloggiate:

- 2 terne di sezione 630 mm²
- 2 terne da 500 mm²
- una terna di cavi da 240 mm²

Di seguito si riporta la sezione di scavo, in cui si evidenzia anche il potenziale parallelismo con altro cavidotto adiacente di altra iniziativa.

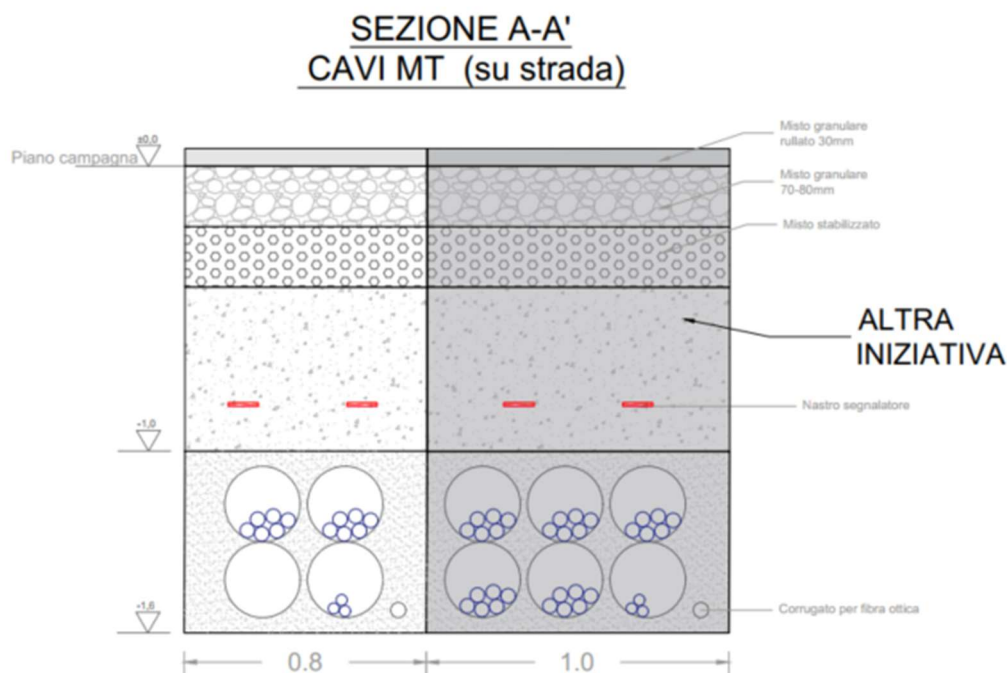


Figura 5: Cavidotto MT – Sezione di scavo

4.3 Sottostazione elettrica 30/132 kV

Mediante il cavidotto MT si raggiunge la Sottostazione elettrica multiutente di trasformazione 132kV/30kV, mediante la quale si realizza la trasformazione da media ad alta tensione.

Tale sottostazione multiutente verrà condivisa in condominio con altri due proponenti.

Di seguito si riporta la planimetria della SSE multiutente:

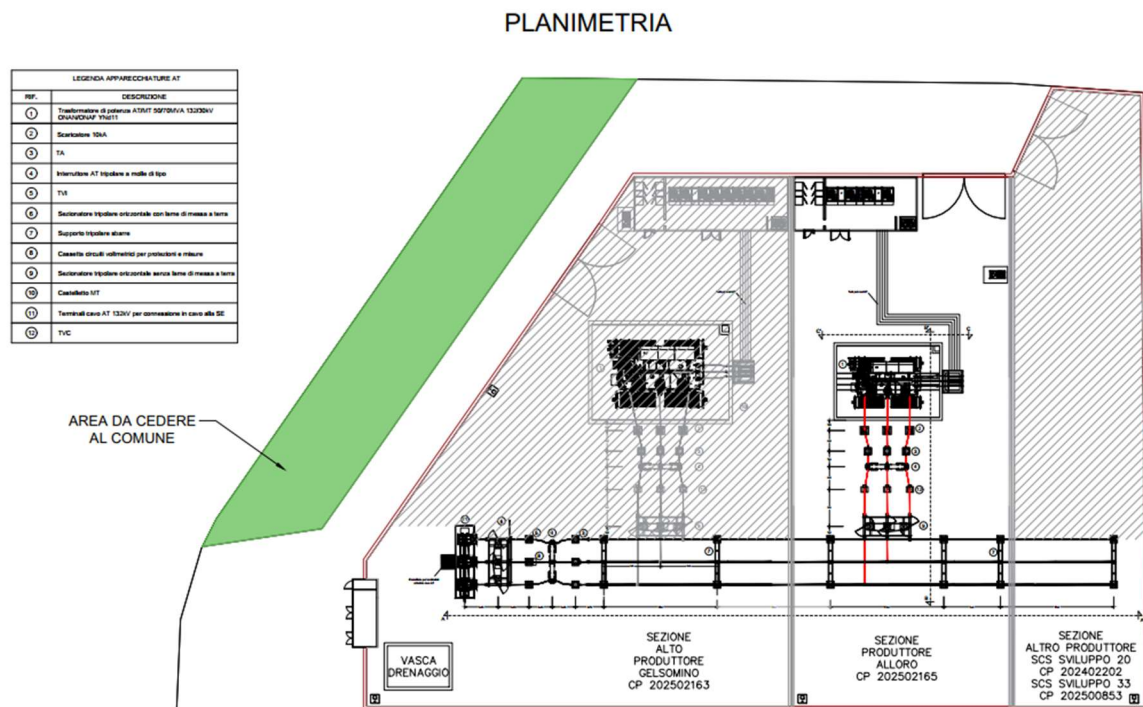


Figura 6: Planimetria SSE Multiutente

4.4 Elettrodotto a 132 kV

Il cavidotto AT interrato di connessione fra la Sottostazione AT/MT multiutente e la Stazione Terna è costituito da una Terna di cavi AT di sezione 1600 mm².

Il tracciato del cavidotto è rappresentato in Figura 7 mentre la sezione di scavo in Figura 8.

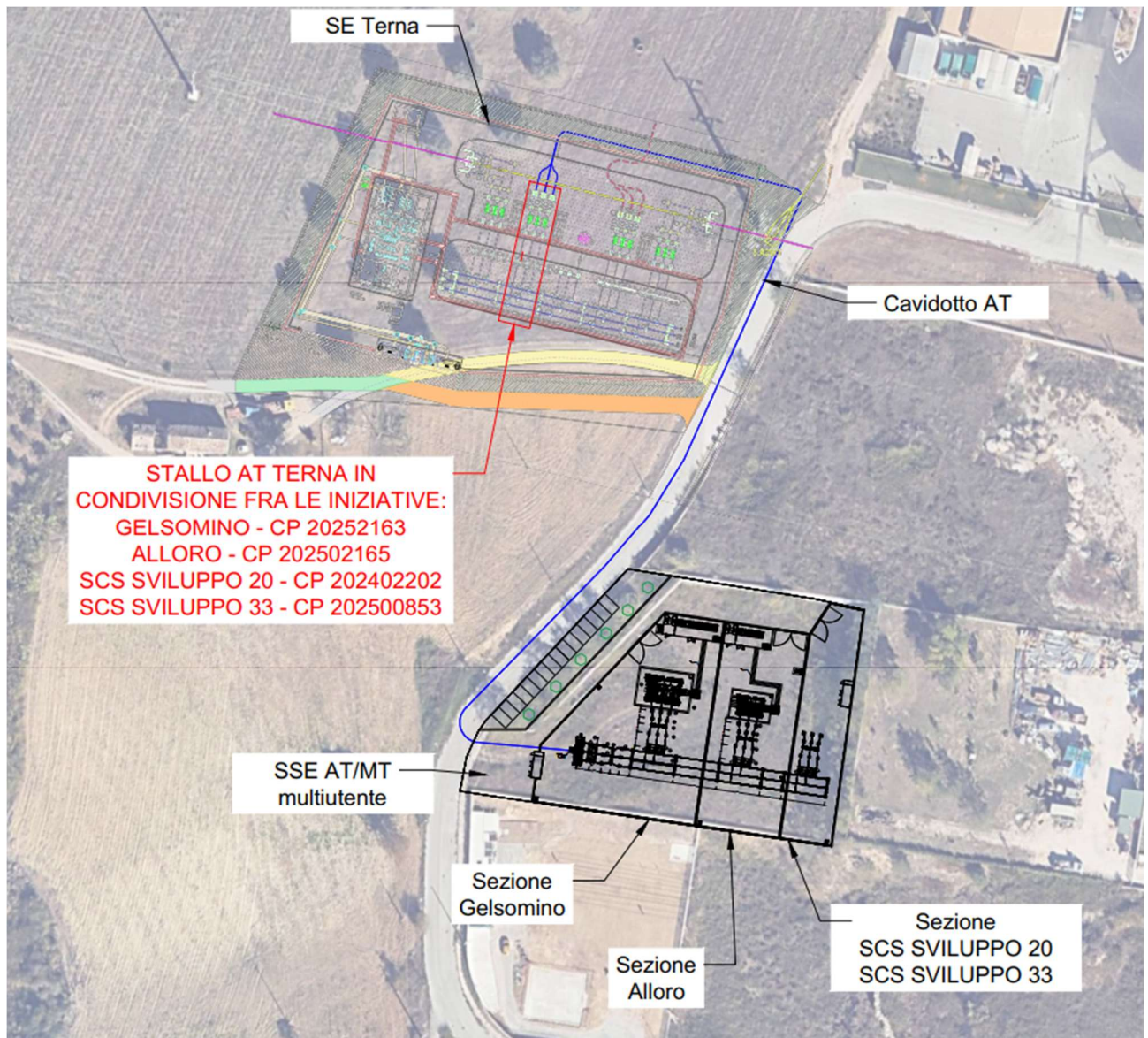
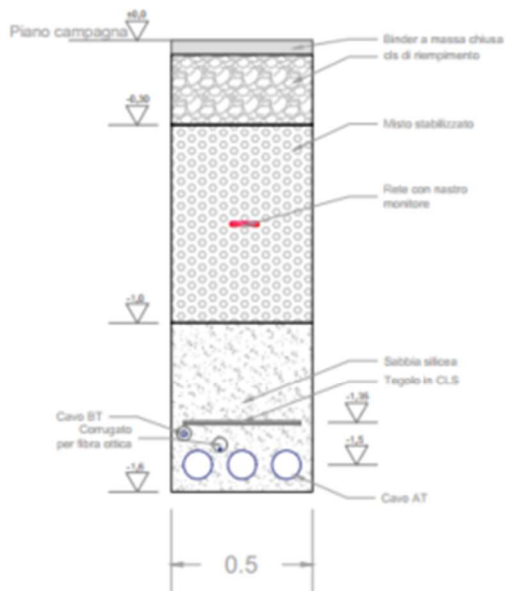


Figura 7: Cavidotto AT di collegamento fra SE Terna e SSE Multiutente

SEZIONE X-X' SU STRADE ASFALTATE O BANCHINE ASFALTATE



SEZIONE X-X' SU STRADE BRECCIATE

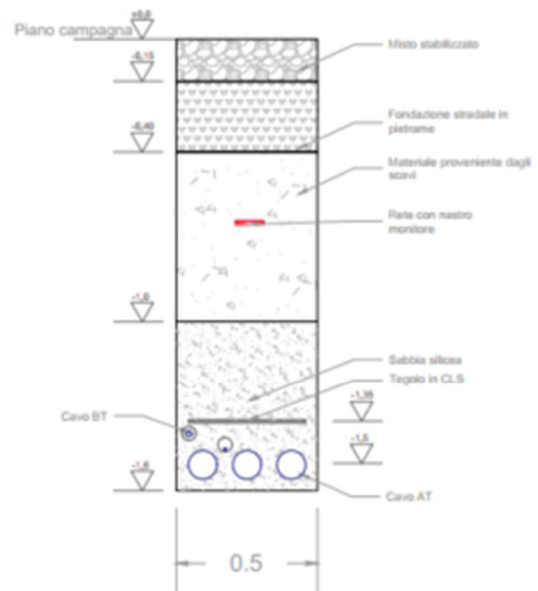


Figura 8: Cavidotto AT – Sezioni di scavo

5 Verifica Campi Elettromagnetici

5.1 Area BESS

5.1.1 Power Conversion System (PCS)

Nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 6,7 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0,5241} * \sqrt{I}$$

I PCS sono assimilabili a cabine secondarie di trasformazione, per cui è stata utilizzata la suddetta formula, considerando che:

- 6 PCS hanno potenza operativa massima pari a 8,150 MVA con un valore massimo di corrente alternata in ingresso al trasformatore pari a 6828 A;
- 1 PCS ha potenza operativa massima pari a 4,075 MVA con un valore massimo di corrente alternata in ingresso al trasformatore pari a circa 3414 A.

La distanza fra le fasi è ipotizzata per il calcolo è pari a 200 mm.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere:

- circa 14,6 m per i 6 PCS di potenza maggiore;
- circa 10,3 m per il PCS di potenza inferiore.

È quindi individuata una fascia di rispetto pari a:

- 15 m per i 6 PCS di potenza maggiore;
- 11 m per il PCS di potenza inferiore.

Considerando che:

- tutti i PCS di potenza maggiore verranno posizionati all'interno dell'area di impianto e ad una distanza maggiore di 15 m dal confine di proprietà
- il PCS di potenza inferiore verrà posizionato all'interno dell'area d'impianto ad una distanza maggiore di 11 m dal confine di proprietà

non sussistono pericoli di esposizione per la popolazione generati dai PCS.

5.1.2 Container ausiliari

Anche i container ausiliari sono assimilabili a cabine secondarie di trasformazione, per cui è stata utilizzata la suddetta formula, considerando che i trasformatori all'interno dei container hanno potenza massima di 1.000 kVA con un valore massimo di corrente alternata in ingresso pari a circa 1.445 A.

La distanza fra le fasi è ipotizzata pari a 200 mm.

Utilizzando tali valori per il calcolo di cui sopra, la DPA risulta essere pari a circa 6,7 m.

Pertanto, relativamente ai container ausiliari, viene individuata una DPA pari a 7 m, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

In conclusione, considerando che tutti i container ausiliari verranno posizionati:

- all'interno dell'area d'impianto
- ad una distanza almeno pari a circa 7 m dal confine di proprietà

non sussistono pericoli di esposizione per la popolazione generati dai container ausiliari.

5.1.3 Elettrodotti MT interni

Gli elettrodotti MT interni al campo sono caratterizzati dalla presenza di terne di cavi unipolari di sezione 240 mm², 500 mm² o 630 mm² le cui caratteristiche tecniche sono riportate nei paragrafi precedenti.

In funzione della tratta di elettrodotto considerata, il numero di terne presenti nella sezione di scavo varia. Per garantire un approccio conservativo e cautelativo, si è scelto di considerare, per il calcolo delle DPA, il caso più gravoso, ovvero la tratta caratterizzata dal numero massimo di terne in parallelo.

La DPA così determinata viene poi estesa anche alle restanti tratte dell'impianto, risultando cautelativamente applicabile a tutto il sistema di elettrodotti MT interno al campo.

La tratta interessata dal numero maggiore di terne in parallelo è costituita da:

- 2 terne di cavi da 500 mm²
- 2 terne di cavi da 630 mm²
- 1 terna di cavi da 240 mm²

Si mostra quindi di seguito la sezione di scavo di progetto e la riproduzione della stessa sul webNIR.

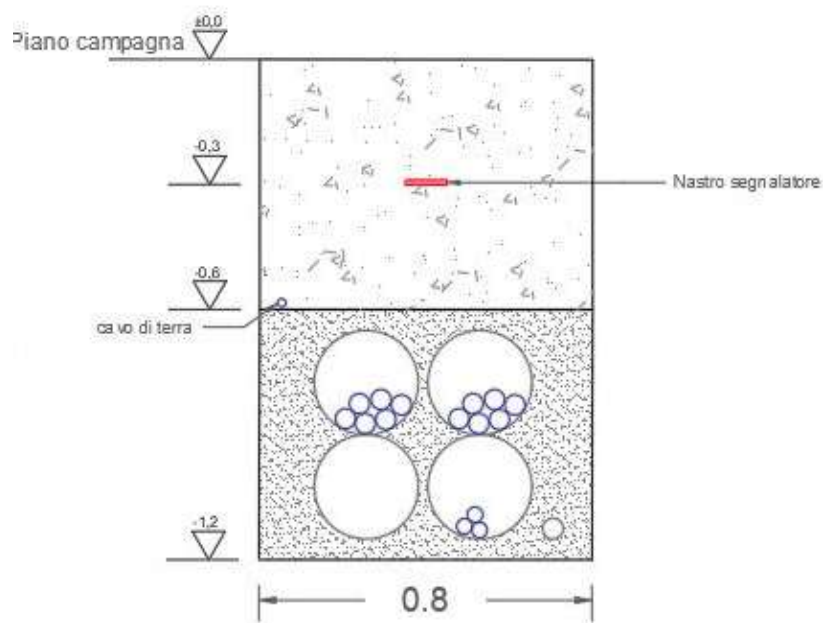


Figura 9: Scavo interno al campo con maggior numero di terne

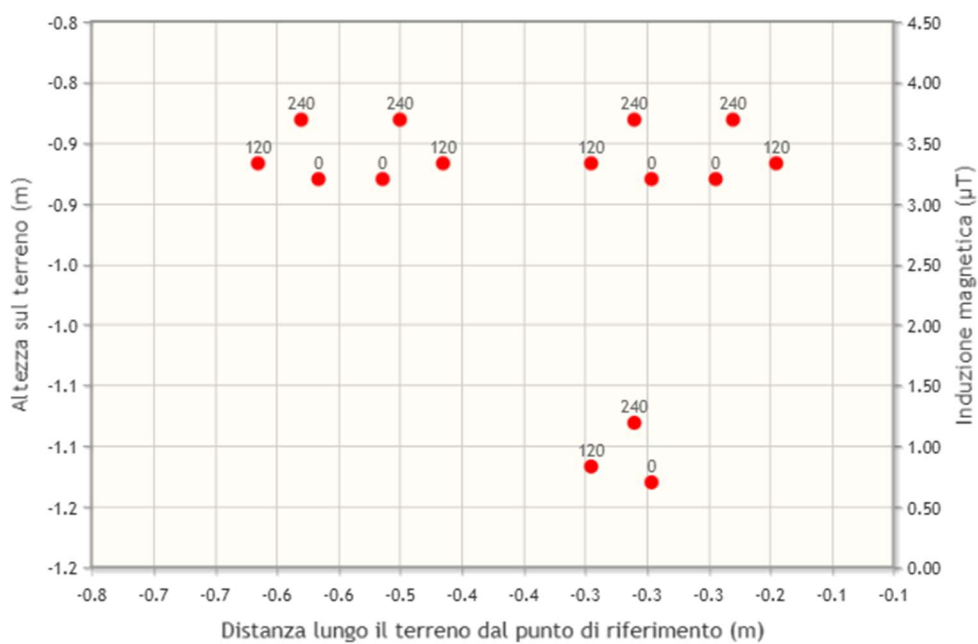


Figura 10: Riproduzione della geometria in WebNIR

Nel seguito gli esiti del calcolo:

- Tabella con valori del campo magnetico ad altezza da terra pari a 1 m , con distanza variabile dall'asse centrale dell'elettrodotto fra -10 m e $+10\text{ m}$.
- Rappresentazione grafica dell'andamento del campo magnetico ad altezza da terra pari a 1 , con distanza variabile dall'asse centrale dell'elettrodotto fra -10 m e

+10 m.

- Individuazione della DPA che consente di rientrare nel limite di 3 μT .

Tabella 1: Valori del campo magnetico ad altezza 1 m da terra con distanza variabile fra -10 e + 10 m dall'asse centrale dell'elettrodotto MT

| Distanza dall'asse centrale dell'elettrodotto [m] | Campo magnetico ad altezza 1 m da terra [μT] |
|--|--|
| -10 | 0,204115 |
| -9 | 0,251889 |
| -8 | 0,318175 |
| -7 | 0,413568 |
| -6 | 0,557047 |
| -5 | 0,784609 |
| -4 | 1,168184 |
| -3 | 1,852666 |
| -2 | 3,068872 |
| -1 | 4,663246 |
| 0 | 4,882882 |
| 1 | 3,372786 |
| 2 | 2,039549 |
| 3 | 1,271674 |
| 4 | 0,84414 |
| 5 | 0,593439 |
| 6 | 0,437119 |
| 7 | 0,334172 |
| 8 | 0,26320102" |
| 9 | 0,212385 |
| 10 | 0,174838 |

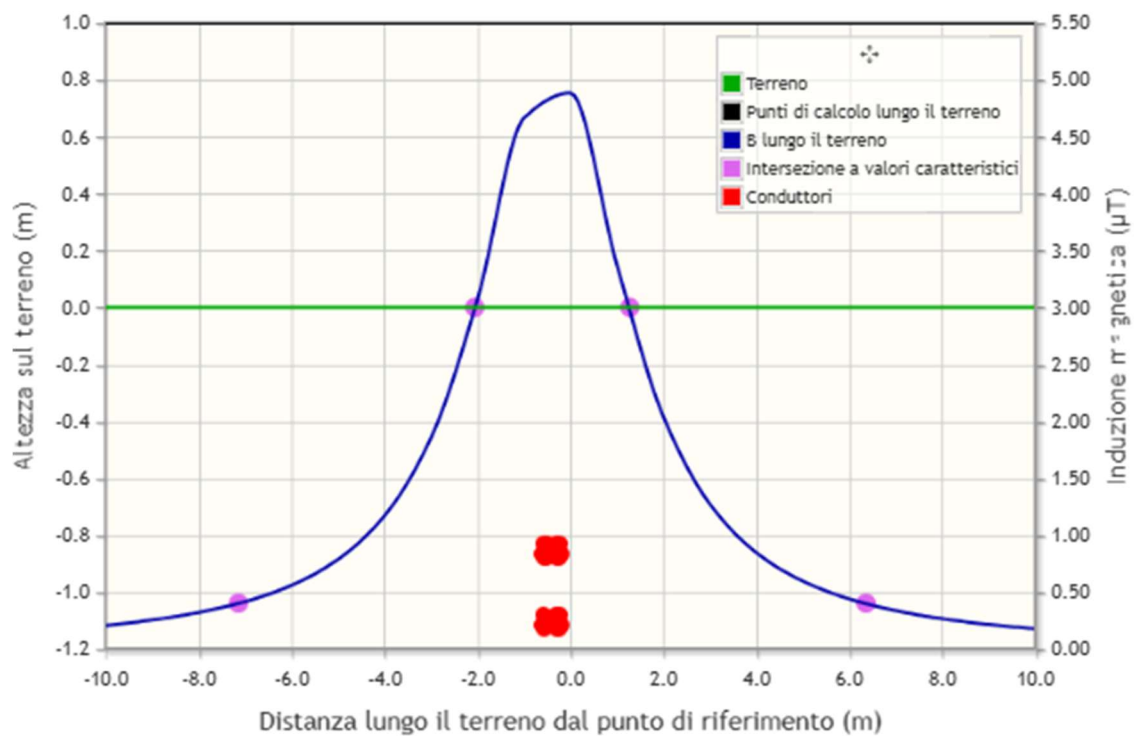


Figura 11: Andamento del campo magnetico ad altezza 1 m da terra e distanza variabile fra -10 e +10 m dall'asse centrale dell'elettrodotto MT

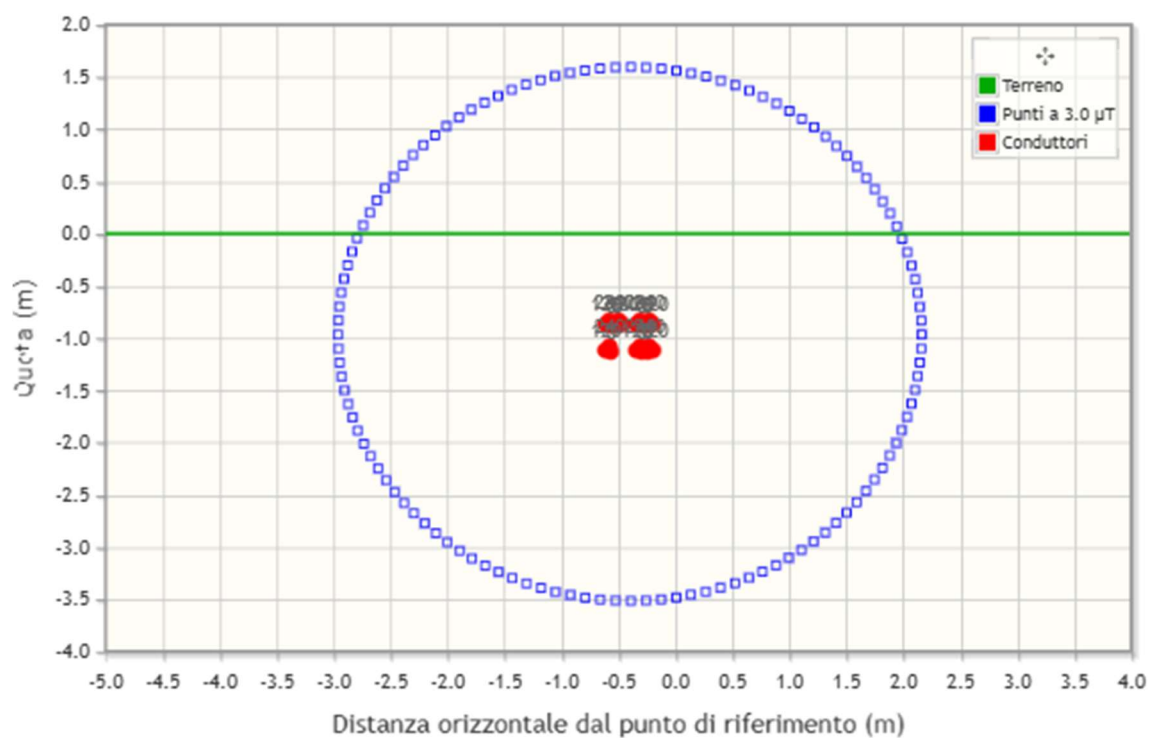


Figura 12: Individuazione delle DPA

Si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza dell'asse centrale ad 1 m dal piano di campagna, pari a $4,88 \mu\text{T}$, superiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma.

Risulta quindi necessario individuare una DPA, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza $H=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$.

In conclusione, relativamente all'elettrodotto in oggetto, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 6 m, centrata sull'asse del cavidotto, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Poiché la fascia di rispetto risulta interamente posta all'interno dell'area di impianto non sussistono pericoli di esposizione per la popolazione.

5.2 Elettrodotto MT esterno

L'elettrodotto MT esterno al campo è analogo al caso dell'elettrodotto MT interno più sollecitato. È pertanto necessario, anche in questo caso, individuare una DPA pari a 3 m, ovvero una fascia di 6 m centrata sull'asse dell'elettrodotto MT.

Considerato che il cavidotto è interamente interrato, e che la fascia di rispetto di 8 metri ricade alternativamente:

- entro la fascia di rispetto della linea AT esistente
- entro aree di proprietà del Comune, nelle quali verranno realizzate area a verde / parcheggi in cui non è prevista la permanenza di persone
- entro la sede stradale
- all'interno della fascia dai confini, nella quale, in conformità al PRG, non è prevista la realizzazione di manufatti

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione.

5.2.1 Ipotesi di coesistenza con cavidotto MT di altra iniziativa

Come evidenziato nel paragrafo introduttivo, è possibile che venga realizzato un impianto BESS in adiacenza a quello previsto dal presente progetto. In tal caso, il cavidotto MT esterno sarà caratterizzato dalla presenza di uno scavo adiacente per l'altra iniziativa, come di seguito rappresentato.

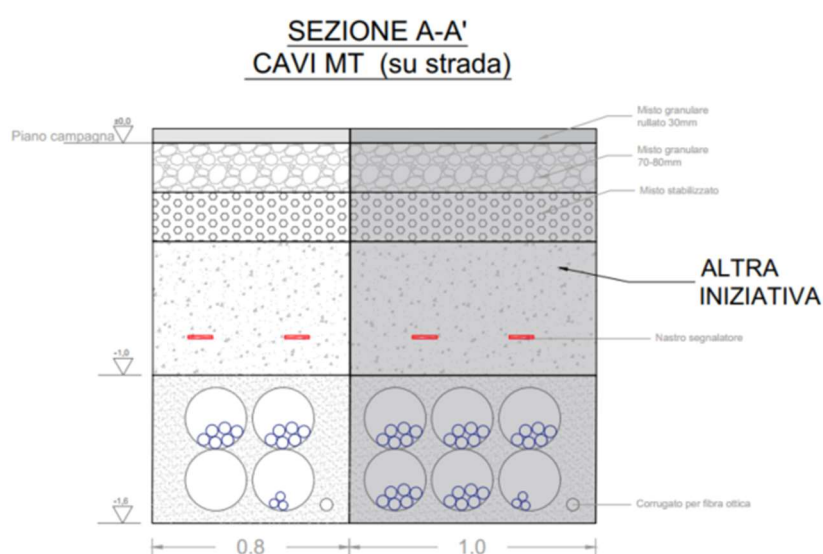


Figura 13: Ipotesi di coesistenza con cavidotto MT di altra iniziativa

Si è quindi proceduto alla verifica nell'ipotesi che i due elettrodotti vengano realizzati entrambi. Si riporta quindi di seguito:

- La geometria riprodotta su WebNIR
- Tabella con valori del campo magnetico ad altezza da terra pari a 1 m, con distanza variabile dall'asse centrale dell'elettrodotto fra -10 m e +10 m.
- Rappresentazione grafica dell'andamento del campo magnetico ad altezza da terra pari a 1, con distanza variabile dall'asse centrale dell'elettrodotto fra -10m e +10 m.
- Individuazione della DPA che consente di rientrare nel limite di 3 μT .

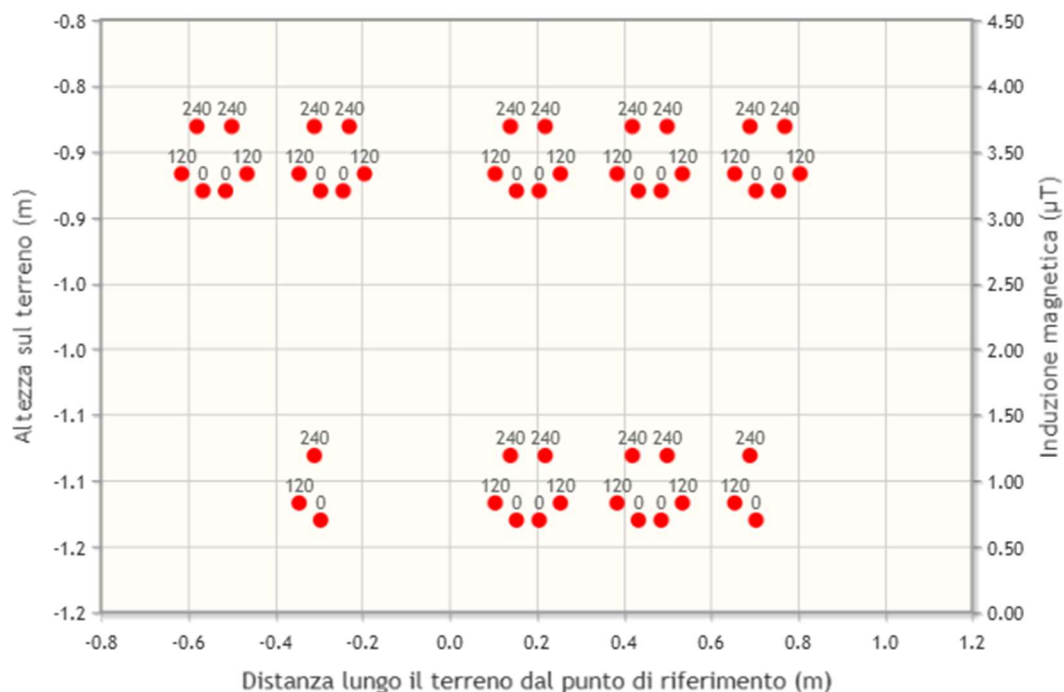


Figura 14: Geometria riprodotta su WebNIR

Tabella 2: Valori del campo magnetico ad altezza 1 m da terra con distanza variabile fra -10 e + 10 m dall'asse centrale dell'elettrodotto MT

| Distanza dall'asse centrale dell'elettrodotto [m] | Campo magnetico ad altezza 1 m da terra [μT] |
|--|---|
| -10 | 0,418627608 |
| -9 | 0,511283299 |
| -8 | 0,637836385 |
| -7 | 0,816592608 |
| -6 | 1,079538073 |
| -5 | 1,48571332 |
| -4 | 2,150040596 |
| -3 | 3,300792938 |
| -2 | 5,32419322 |
| -1 | 8,263387063 |
| 0 | 10,271944239 |
| 1 | 9,242979417 |
| 2 | 6,213738547 |
| 3 | 3,832249207 |
| 4 | 2,452951987 |
| 5 | 1,666096931 |
| 6 | 1,193229057 |
| 7 | 0,89205527 |
| 8 | 0,690170269 |
| 9 | 0,548929197 |
| 10 | 0,446548124 |

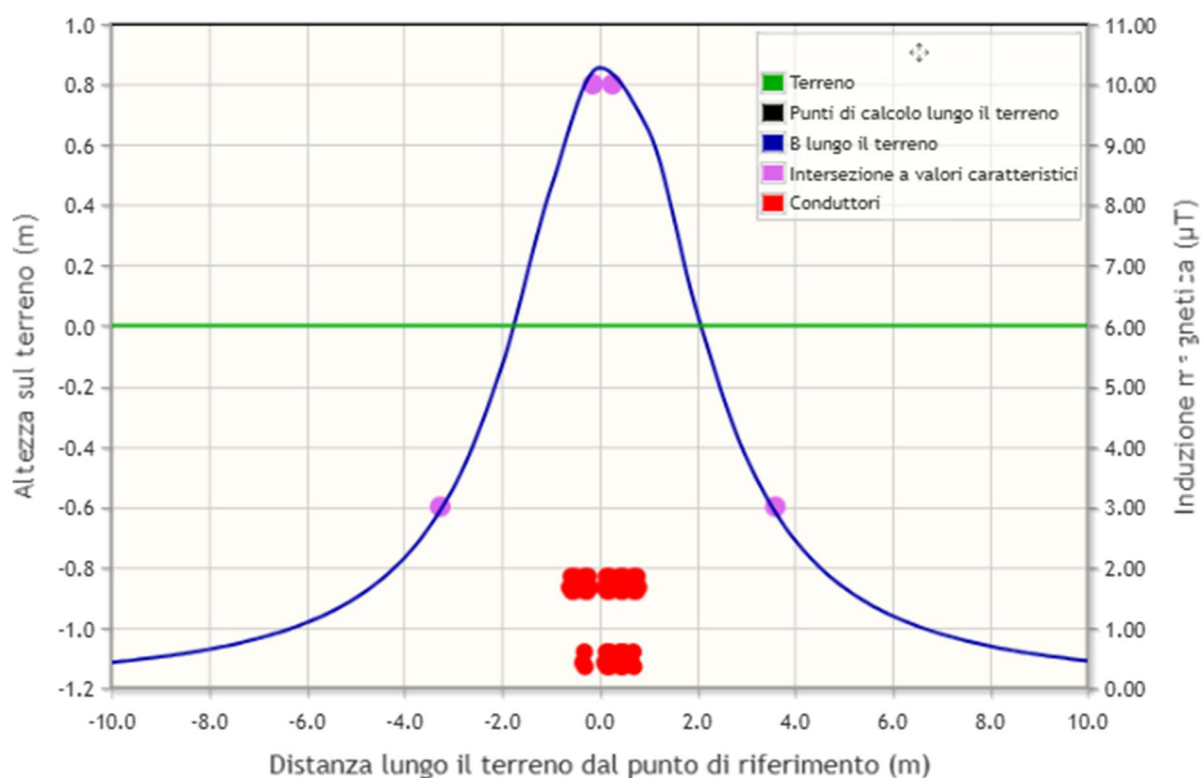


Figura 15: Andamento del campo magnetico ad 1m da terra con distanza variabile dall'asse centrale dell'elettrodotto MT

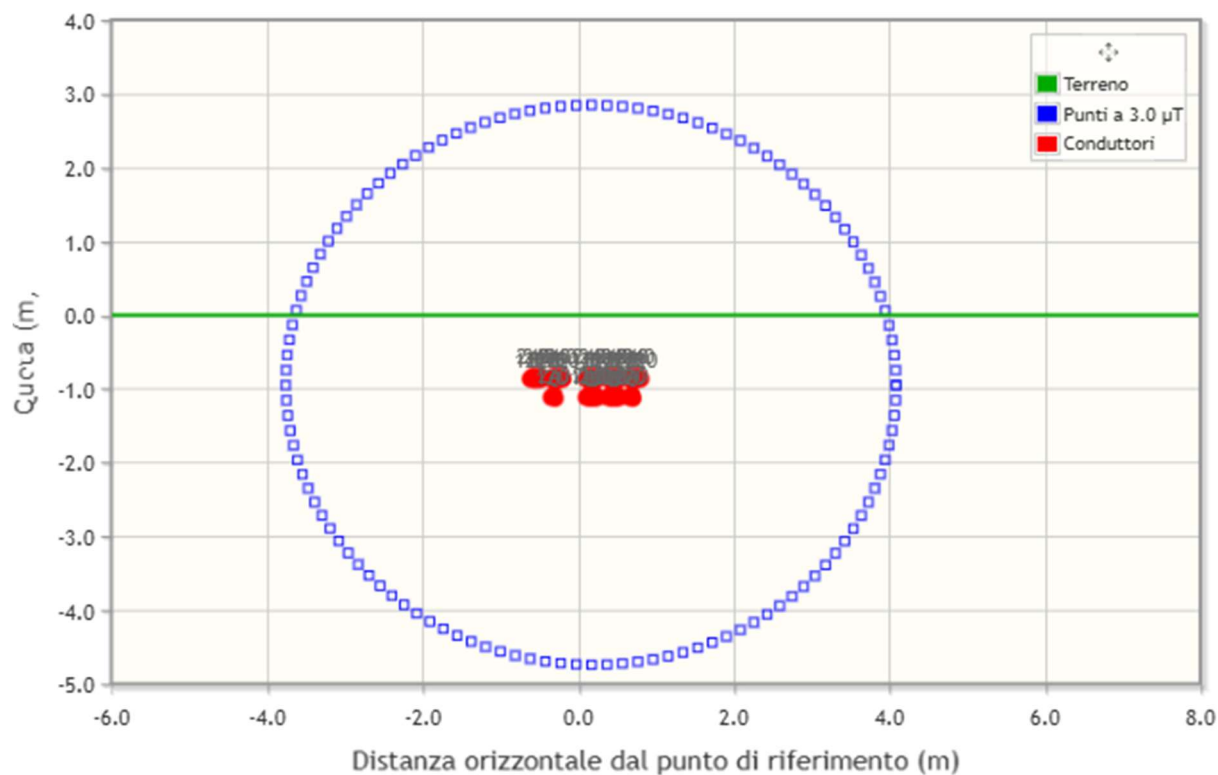


Figura 16: Individuazione delle DPA

Si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza dell'asse centrale ad 1 m dal piano di campagna, pari a $10,27 \mu T$, superiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma.

Risulta quindi necessario individuare una DPA, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza $H=1m$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3 \mu T$.

In conclusione, relativamente all'elettrodotto in oggetto, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 8 m, centrata sull'asse del cavidotto, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Considerato che il cavidotto è interamente interrato, e che la fascia di rispetto di 8 metri ricade alternativamente:

- entro la fascia di rispetto della linea AT esistente
- entro aree di proprietà del Comune, nelle quali verranno realizzate area a verde / parcheggi in cui non è prevista la permanenza di persone
- entro la sede stradale
- all'interno della fascia dai confini, nella quale, in conformità al PRG, non è prevista la realizzazione di manufatti

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione.

5.3 Sottostazione elettrica 30/132 kV

Con riferimento SSE, ai fini della valutazione dei campi EM, si è fatto riferimento all'Allegato A delle Linee Guida DPA denominato "DPA per Linee AT e Cabina Primarie". Le DPA oggetto dell'Allegato A sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellizzazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla normativa applicabile.

In particolare, la sottostazione utente 132kV / 30kV oggetto del progetto è assimilabile all'Allegato A16: Cabina primaria isolata in aria (132/150 kV – 15/20 kV).

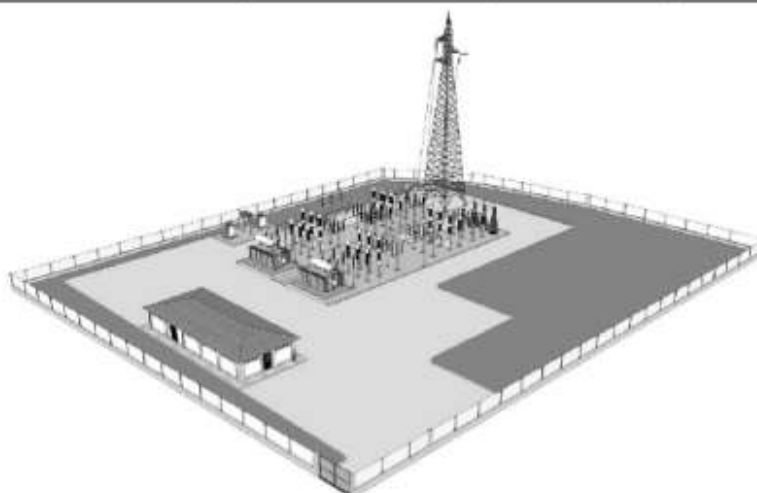
Pertanto, in accordo con le Linee Guida, si considera una DPA pari a 14 m da centro sbarre AT.

Allo stesso modo, per quanto riguarda la Cabina MT, si considera una DPA pari a 7 m da centro sbarre MT.

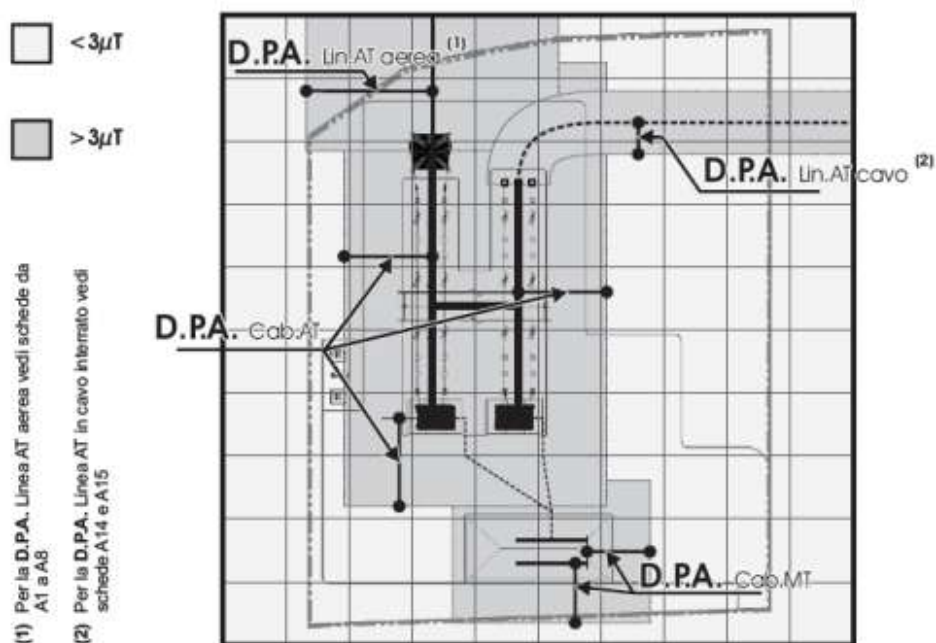
In conclusione, considerando che:

- **la cabina MT in SSE verrà posizionata:**
 - **all'interno dell'area recintata della SSE**
 - **ad una distanza maggiore di 7 m dal confine della particella di proprietà**
- **Il centro sbarre AT della sezione di Alloro è ad una distanza maggiore di 14 m dal confine della particella**

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione generati dalla cabina situata in SSE e dalle sbarre AT della SSE.



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



| Tipologia trasformatore [MVA] | CABINA PRIMARIA | | | | | | Riferimento |
|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------|---------------------------------------|----------------------------|----------|-------------|
| | D.P.A. Cab. da centro sbarre AT | Distanza tra le fasi AT | Corrente | D.P.A. Cab. da centro sbarre MT | Distanza tra le fasi MT | Corrente | |
| | m | m | A | m | m | A | |
| 63 | 14 | 2.20 | 870 | 7 | 0.38 | 2332 | A16 |

Figura 17: Allegato A16 "DPA per Linee AT e Cabina Primarie"

5.4 Cavidotto AT

Anche per lo studio dei campi EM del cavidotto AT, si è fatto riferimento all'Allegato A delle Linee Guida DPA denominato "DPA per Linee AT e Cabina Primarie". Le DPA oggetto dell'Allegato A sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellizzazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla normativa applicabile.

In particolare, il cavidotto AT interrato oggetto del progetto è assimilabile all'Allegato A14: Cavi interrati semplice terna disposti in piano (132/150 kV).

Pertanto, in accordo con le Linee Guida, si considera una DPA pari a 5,1 m dal centro della terna di cavi AT.

Poiché tale elettrodotto è interamente interrato su strada e dal momento che la fascia di rispetto dello stesso ricadrà alternativamente:

- entro la sede stradale
- all'interno della fascia dai confini, nella quale, in conformità al PRG, non è prevista la realizzazione di manufatti

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione generati dall'elettrodotto AT a 132kV.