



SOCIETA' AUTOSTRADE VALDOSTANE S.p.A.
Autostrada A5 Quincinetto - Aosta

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE GALLERIE AL DECRETO LEGISLATIVO N° 264 DEL 5 OTTOBRE 2006

GALLERIE: - HONE
- MONTJOVET
- PETIT MONDE (Fornice Sud)

PROGETTO ESECUTIVO

GALLERIA MONTJOVET PARTE GENERALE

RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI MAGNETICI CAVIDOTTO MT

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------------------------|---|---------------|-------|---------|-------|--------------|--|------------|--------|---|
| CODIFICA | | Codice attività A.101.S.129.E3 | CODICE DOCUMENTO | | | | | | REV. | FOGLIO | SCALA | |
| | | | Comm.SAV | Livello Prog. | Opera | Sezione | WBS | Tipo doc. | N°tab | | 1 di 1 | - |
| | | | - | - | P E | 1 | G G | 0 0 | R C | 0 1 | 01 | |
| COMMITTENTE | | | PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO | | | | | | CONSULENZA | | | |
| | | |  Dott. Ing. Ivano Barilli Ordine degli Ingegneri di Verbano-Cusio-Ossola n° 122 | | | | | |  | | | |
| Rev. | Data | Descrizione | | | | | | Redatto | Controllato | Approvato | | |
| 00 | Maggio 2018 | Emissione | | | | | | S. Farronato | M. Tacca | I. Barilli | | |
| 01 | Luglio 2018 | Revisione generale | | | | | | S. Farronato | M. Tacca | I. Barilli | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |



| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUZIONE | 2 |
| 2. DOCUMENTI E LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO..... | 3 |
| 2.1 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO..... | 3 |
| 3. SIMBOLI SIGLE E TERMINOLOGIA..... | 3 |
| 4. INQUADRAMENTO NORMATIVO..... | 4 |
| 5. METODOLOGIA DI CALCOLO TRIDIMENSIONALE | 5 |
| 6. DEFINIZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DEL CAVO MT..... | 6 |
| 7. CALCOLI CAMPO MAGNETICO DEL CAVO MT | 9 |
| 7.1 DATI DI INGRESSO..... | 9 |
| 7.2 RISULTATI DI CALCOLO..... | 10 |
| 8. VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER LA CABINA UTENTE | 15 |
| 9. CONCLUSIONI..... | 16 |

1. INTRODUZIONE

Il calcolo del campo magnetico a 50 Hz, oggetto del presente documento, è eseguito con riferimento all'elettrodotto in cavo di media tensione di collegamento tra la cabina di consegna e la cabina di trasformazione della galleria Autostradale di Montjovet (AO), considerando anche la stessa cabina di trasformazione dell'utente.

I calcoli sono svolti in ottemperanza al DPCM 8 luglio 2003 (esposizione popolazione) e al D.Lgs. 81/2008 - allegato XXXVI – tabelle 1 e 2 (esposizione lavoratori).

Si evidenzia che:

- relativamente all'elettrodotto in cavo di media tensione, la specifica tipologia delle sorgenti del campo magnetico richiede un metodo di calcolo tridimensionale;
- relativamente alla cabina di trasformazione d'utente, si procede alla valutazione della fascia di rispetto mediante il calcolo della "Distanza di prima approssimazione", secondo quanto stabilito in merito dal D.M. del 29 maggio 2008.

Si evidenzia che, nei calcoli dei campi magnetici, per il cavo di media tensione in oggetto, è stata assunta la massima portata della stessa linea, determinata nel seguito in rapporto alla relativa formazione, sezione e modalità di posa.

Per completezza, si riporta lo schema della cabina di trasformazione d'utente della galleria di Montjovet:

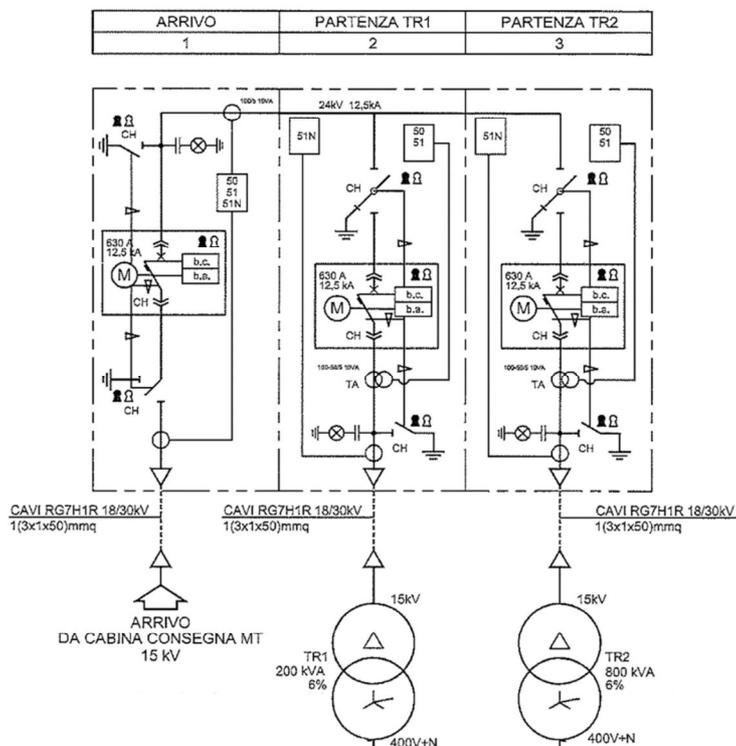


Fig. 1-1: Schema unifilare della cabina di trasformazione



2. DOCUMENTI E LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

2.1 Leggi e norme di riferimento

- 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 ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti” (popolazione)
- D.Lgs. 81/2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” (lavoratori)
- Decreto 29 maggio 2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo” Prima edizione, 2006
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche” Seconda edizione, 2008

3. SIMBOLI SIGLE E TERMINOLOGIA

Nella presente relazione sono stati usati i seguenti simboli:

- I = corrente elettrica
- H = campo magnetico
- B = induzione magnetica
- μ = permeabilità magnetica

Nella presente relazione sono state usate le seguenti sigle (in ordine alfabetico):

- CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
- DPA Distanza di prima approssimazione
- DEVAL Società di distribuzione Energia Elettrica in Vale d'Aosta
- AT Simbolo generico di “Sistema di alta tensione in c.a.”
- MT Simbolo generico di “Sistema di media tensione in c.a.”

Si ritiene inoltre utile chiarire il significato dei seguenti termini utilizzati:

- Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodoto (o comunque un conduttore percorso da corrente), che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore (Fig. 3-1)

- Distanza di Prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (Fig. 3-1).

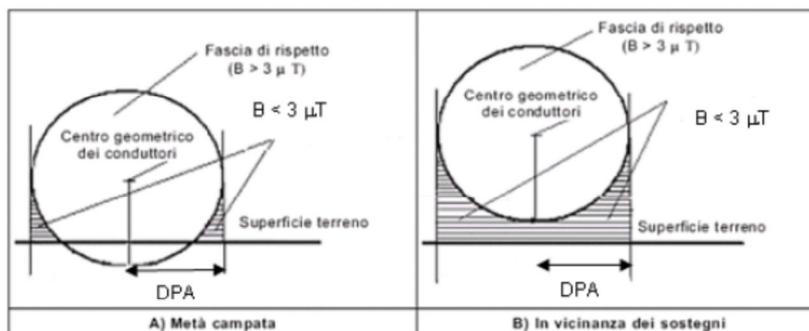


Figura 2 - Schema Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni.

N.B. La dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore (interpretazione prevalente delle ARPA).

Fig. 3-1: Fasce di rispetto e Distanza di Prima Approssimazione

4. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Come anticipato, i calcoli sono svolti in ottemperanza al DPCM 8 luglio 2003 (esposizione popolazione) e al D.Lgs. 81/2008 (esposizione lavoratori).

Obiettivo del DPCM 8 luglio 2003, attuativo della L. 36/01, è la tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine dei campi elettrici e magnetici prodotti dagli elettrodotti e dalle sottostazioni.

Tali provvedimenti prevedono limiti particolarmente restrittivi per l'induzione magnetica nelle "aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere".

In particolare, nei suddetti ambienti di vita, non deve essere superato:

- Il limite di 10 μT (valore di attenzione) in ogni caso;
- Il limite di 3 μT (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti e di nuovi insediamenti vicino a elettrodotti esistenti.

Nel caso specifico, saranno identificate le zone con induzione magnetica superiore a 3 e 10 μT e trattandosi di una nuova installazione sarà comunque valutato che nelle zone con ricettori sensibili l'induzione magnetica non sia superiore a 3 μT .

Altresì, l'obiettivo del D.Lgs. 81/2008 è la tutela dei lavoratori dagli effetti dei campi elettrici e magnetici.

Il D.Lgs. 81/2008 richiede che nelle aree accessibili ai lavoratori, il livello di induzione magnetica non sia superiore al valore di azione fissato pari a 500 μT (Allegato XXXVI – Lettera B – Tabella 2).



Qualora il valore di azione sia superato, è necessario verificare se sia superato anche il valore limite di esposizione (Allegato XXXVI – Lettera A – Tabella 1). Tale valore fino a 1 kHz è stabilito solo per capo e tronco e pertanto, per persone adulte in posizione eretta il valore $500\mu\text{T}$ si può applicare a partire da una altezza dal suolo ragionevolmente fissata a 1 m.

5. METODOLOGIA DI CALCOLO TRIDIMENSIONALE

Il metodo di calcolo tridimensionale si basa sull'applicazione delle leggi della fisica. Il metodo di calcolo adottato in sostanza generalizza alle 3 dimensioni dello spazio il campo di applicazione del metodo definito dalla norma CEI 211-4.

L'induzione magnetica è ottenuta come sovrapposizione degli effetti del contributo degli elementi secondo i quali viene frazionata la sorgente (ovvero i conduttori attivi).

Il calcolo è effettuato con un algoritmo generale che tiene conto della reazione del terreno e degli effetti induttivi.

A bassa frequenza il calcolo corrisponde sostanzialmente a quanto si potrebbe ottenere in condizioni stazionarie trascurando gli effetti della reazione del terreno per cui si possono senz'altro ritenere valide formule di seguito descritte.

Il contributo di ciascun elemento di lunghezza "l" percorso dalla corrente uniforme "i" si ottiene con la (formula di Biot Savart):

$$\dot{\mathbf{B}} = \mu \dot{\mathbf{H}} = \mu \frac{\dot{i} \cdot l}{4\pi r^2} \mathbf{l} \times \mathbf{r}$$

ovvero secondo gli assi del sistema cartesiano di riferimento con le:

$$\dot{B}_x = \mu \frac{\dot{i}l}{4\pi r^2} (l_y r_z - l_z r_y)$$

$$\dot{B}_y = \mu \frac{\dot{i}l}{4\pi r^2} (l_z r_x - l_x r_z)$$

$$\dot{B}_z = \mu \frac{\dot{i}l}{4\pi r^2} (l_x r_y - l_y r_x)$$

Sovrapponendo gli effetti di elementi interessati da correnti tra loro sfasate, il vettore induzione magnetica risultante è caratterizzato in generale da polarizzazione ellittica. Si considera il solo valore efficace (ovvero la radice quadrata della somma dei quadrati dei valori efficaci delle sue componenti):

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

Il campo magnetico si considera imperturbato (ovvero non distorto e non attenuato) dalla presenza di edifici, strutture, alberi, persone etc.

6. DEFINIZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DEL CAVO MT

La determinazione della portata di un cavo corrisponde al calcolo della massima corrente che il cavo stesso può sostenere senza deterioramento delle sue caratteristiche elettriche e meccaniche.

Il calcolo della portata di un cavo, in regime stazionario, si basa sulle tecniche di analisi descritte nelle norme:

- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- IEC 60287: Electric cables - Calculation of the current rating.

Vi sono sostanzialmente due metodi di approccio al calcolo della portata dei cavi:

- il metodo tabellare, che consiste nell'applicare opportuni coefficienti correttivi ad un valore di portata determinato in condizioni di riferimento;
- l'utilizzo di specifici software, che calcolano direttamente la portata in funzione delle caratteristiche dei cavi e delle condizioni al contorno, ricorrendo ad una simulazione numerica del campo di flusso termico che ne deriva.

Nel presente documento è stato scelto di utilizzare un metodo tabellare, quindi, la portata massima della conduttura di MT in oggetto, considerando il regime di funzionamento permanente, è determinata sulla base dei dati forniti dai costruttori, per la tipologia di cavo scelta, tenendo conto del declassamento dovuto alla temperatura, profondità e tipologia di posa.

Nel caso specifico, per la valutazione della portata massima dell'elettrodotta in oggetto, in rapporto alle diverse tipologie di posa previste per lo stesso, è stata considerata la sola posa interrata (in quanto la posa in aria consente una portata maggiore ma non sostenibile per la posa interrata).

Con riferimento ad un cavo RG7H1R, con posa a trifoglio e formazione 3x1x50 mm² (rif. PRYSMIAN), la portata in condizioni nominali I₀ è pari a 166 A (si veda nel seguito estratto del catalogo PRYSMIAN).

Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche
 Power - Ground and/or wind farm applications

RG7H1R EPRO-SETTE™

Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Unipolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 45 kV

| sezione nominale conductor cross-section (mm ²) | diametro indicativo conduttore approximate conductor diameter (mm) | spessore isolante insulation thickness (mm) | diametro esterno massimo maximum outer diameter (mm) | peso indicativo del cavo approximate weight (kg/km) | raggio minimo di curvatura minimum bending radius (mm) | posa in aria open air installation | | posa interrata underground installation | | | | |
|---|--|---|--|---|--|---------------------------------------|-------------------------------|---|-----|---|-----|-----|
| | | | | | | in piano flat (A) | a trifoglio trefoil (A) | in piano p=1 °C m/W flat p=1 °C m/W (A) | | in piano p=2 °C m/W a trifoglio trefoil p=2 °C m/W (A) | | |
| 35 | 7,0 | 8,0 | 34,6 | 1290 | 450 | 50 | 211 | 191 | 187 | 181 | 146 | 142 |
| 50 | 8,2 | 8,0 | 34,8 | 1390 | 450 | 70 | 253 | 229 | 222 | 214 | 172 | 166 |
| 70 | 9,9 | 8,0 | 36,6 | 1660 | 480 | 95 | 316 | 285 | 272 | 263 | 210 | 203 |
| 95 | 11,6 | 8,0 | 38,3 | 1940 | 500 | 120 | 386 | 347 | 325 | 314 | 250 | 242 |
| 120 | 13,1 | 8,0 | 39,8 | 2230 | 520 | 150 | 445 | 400 | 370 | 358 | 283 | 275 |
| 150 | 14,4 | 8,0 | 41,2 | 2520 | 540 | 185 | 505 | 452 | 413 | 400 | 315 | 306 |
| 185 | 16,1 | 8,0 | 43,4 | 2960 | 570 | 240 | 580 | 520 | 467 | 453 | 355 | 345 |
| 240 | 18,5 | 8,0 | 45,8 | 3560 | 600 | 300 | 680 | 614 | 539 | 525 | 408 | 398 |
| 300 | 21,1 | 8,0 | 48,5 | 4240 | 640 | 400 | 775 | 704 | 606 | 593 | 457 | 448 |
| 400 | 23,9 | 8,0 | 51,3 | 5120 | 680 | 500 | 895 | 815 | 684 | 671 | 514 | 506 |
| 500 | 27,1 | 8,0 | 55,3 | 6300 | 730 | 630 | 1030 | 943 | 775 | 761 | 580 | 572 |
| 630 | 30,7 | 8,0 | 59,8 | 7790 | 790 | 810 | 1170 | 1085 | 874 | 860 | 650 | 644 |

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|------|-----|
| 35 | 7,0 | 8,0 | 34,6 | 1290 | 450 |
| 50 | 8,2 | 8,0 | 34,8 | 1390 | 450 |
| 70 | 9,9 | 8,0 | 36,6 | 1660 | 480 |
| 95 | 11,6 | 8,0 | 38,3 | 1940 | 500 |
| 120 | 13,1 | 8,0 | 39,8 | 2230 | 520 |
| 150 | 14,4 | 8,0 | 41,2 | 2520 | 540 |
| 185 | 16,1 | 8,0 | 43,4 | 2960 | 570 |
| 240 | 18,5 | 8,0 | 45,8 | 3560 | 600 |
| 300 | 21,1 | 8,0 | 48,5 | 4240 | 640 |
| 400 | 23,9 | 8,0 | 51,3 | 5120 | 680 |
| 500 | 27,1 | 8,0 | 55,3 | 6300 | 730 |
| 630 | 30,7 | 8,0 | 59,8 | 7790 | 790 |

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

| | | | | | | |
|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 35 | 211 | 191 | 187 | 181 | 146 | 142 |
| 50 | 253 | 229 | 222 | 214 | 172 | 166 |
| 70 | 316 | 285 | 272 | 263 | 210 | 203 |
| 95 | 386 | 347 | 325 | 314 | 250 | 242 |
| 120 | 445 | 400 | 370 | 358 | 283 | 275 |
| 150 | 505 | 452 | 413 | 400 | 315 | 306 |
| 185 | 580 | 520 | 467 | 453 | 355 | 345 |
| 240 | 680 | 614 | 539 | 525 | 408 | 398 |
| 300 | 775 | 704 | 606 | 593 | 457 | 448 |
| 400 | 895 | 815 | 684 | 671 | 514 | 506 |
| 500 | 1030 | 943 | 775 | 761 | 580 | 572 |
| 630 | 1170 | 1085 | 874 | 860 | 650 | 644 |

Fig. 6-2: Tabella di riferimento del catalogo Prysmian

Si evidenzia che le condizioni di riferimento (I_0), secondo quanto riportato nei datasheet del costruttore, sono le seguenti:

- profondità di posa: 1 [m];
- resistenza termica del suolo: 2°C [m/W];
- temperatura per posa interrata: 20 [°C];
- posa dei cavi a trifoglio.

Quindi, sempre in rapporto alla modalità di posa interrata, sono stati considerati i seguenti coefficienti di correzione della portata:

- $k_1 = 1$ (come da condizioni di riferimento)
- $k_2 = 1$ (come da condizioni di riferimento)
- $k_3 = 1$ (come da condizioni di riferimento)
- $k_4 = 1$ (come da condizioni di riferimento)
- $k_{add} = 0.8$ (da tabelle costruttore considerando 1 solo circuito orizzontale)

Dove:

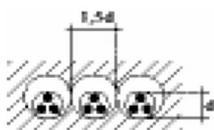
- I_0 = portata in condizioni nominali dei conduttori isolati in gomma G7 ed è ricavata dai datasheet (per posa interrata o in aria)
- k_1 (solo per posa interrata) = coefficiente di correzione per profondità di posa diversa da quella di riferimento
- k_2 (solo per posa interrata) = coefficiente di correzione per resistività termica del terreno diversa da quella di riferimento
- k_3 = coefficiente di correzione per temperatura diversa da quella di riferimento (temperatura del terreno o dell'aria)
- k_4 = coefficiente di correzione che tiene conto del numero di circuiti affiancati (più cavi o tubi)
- k_{add} (solo per posa interrata) = coefficiente di correzione che tiene conto della posa in tubo

Si riportano quindi alcune tabelle del costruttore, da cui sono ricavabili i coefficienti "k_{add}", di cui sopra, per la specifica tipologia di posa.

**Cavi tripolari (o terne di cavi unipolari a trifoglio) posati in terra /
 Three core buried cables (or 3 core systems in trefoil formation)**

| distanza tra cavi o terne (in orizzontale) <i>distance between cables or systems (horizontally)</i> | numero di cavi o terne (in orizzontale) <i>number of systems (horizontally)</i> | | | |
|--|--|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 2 | 0,84 | 0,74 | 0,67 | 0,60 |
| 3 | 0,86 | 0,78 | 0,74 | 0,69 |

**Cavi tripolari (o terne di cavi unipolari a trifoglio) posati in tubo interrato /
 Three core buried cables (or 3 core systems in trefoil formation) in buried duct**



| numero di terne (in orizzontale) <i>number of systems (horizontally)</i> | | |
|---|------|------|
| 1 | 2 | 3 |
| 0,82 | 0,69 | 0,61 |



La porta massima I_z della conduttura MT in oggetto è data dalla formula:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_{add}$$

Nella fattispecie I_z è pari a $(166) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (0,8) = 132,8$ A.

Quindi, nel seguito, i valori delle correnti (terne simmetriche ed equilibrate) sui conduttori MT saranno i seguenti:

- dorsale MT - alimentazione cabina di trasformazione: $I = 133$ A

7. CALCOLI CAMPO MAGNETICO DEL CAVO MT

7.1 Dati di ingresso

I dati di ingresso riguardano sostanzialmente la geometria delle sorgenti del campo magnetico (conduttori percorsi da corrente) ed i valori delle correnti longitudinali (in modulo e fase).

I valori delle correnti (terne simmetriche ed equilibrate) sui conduttori MT sono i seguenti:

- dorsale MT - alimentazione cabina di trasformazione : $I = 133 \text{ A}$

Come già detto, per la dorsale MT, è stata assunta la portata massima della conduttura di MT in oggetto, considerando il regime di funzionamento permanente.

I valori delle correnti e i versi di percorrenza nei conduttori della linea in cavo MT in oggetto, sono le condizioni che massimizzano gli effetti del fenomeno in esame relativo all'analisi dei campi di induzione magnetica, che in via conservativa sono stati utilizzati a tutela della salute della popolazione e dei lavoratori.

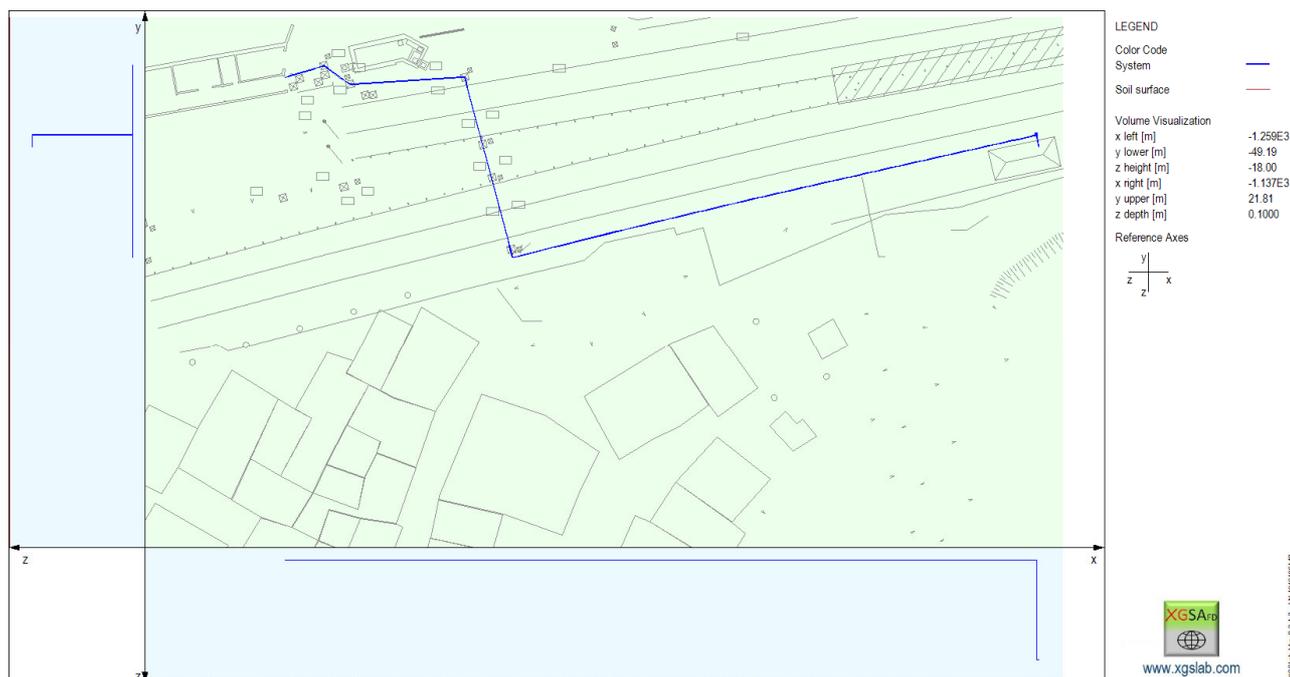
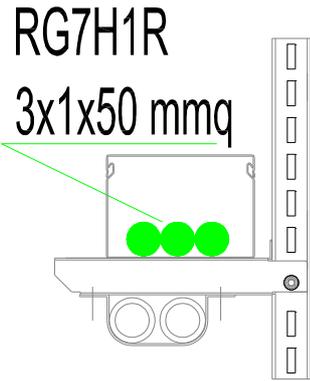
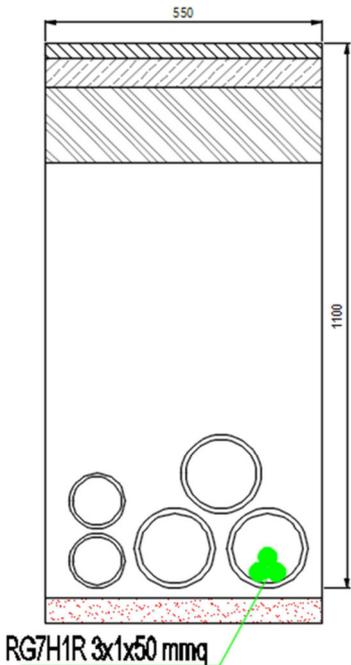


Fig. 7-0: Layout delle sorgenti del campo magnetico

Si riepilogano alcune informazioni riguardo ai conduttori utilizzati:

- Sviluppo complessivo del collegamento MT: 125 m
- Posa cavo MT: in parte su canalizzazione metallica a vista ed in parte in tubazione interrata
- Tipologia cavo MT: unipolare RG7H1R 18/30 kV, formazione 3x1x50 mm²
- Tensione di esercizio del sistema MT: 15 kV

Si riportano nel seguito i particolari delle modalità di posa dei cavi MT.

| | |
|--|---|
|  <p>RG7H1R 3x1x50 mmq</p> |  <p>550</p> <p>1100</p> <p>RG7H1R 3x1x50 mmq</p> |
| <p>Modalità di posa in canale metallico e cavi MT con disposizione orizzontale</p> | <p>Modalità di posa in tubo interrato e cavi MT con disposizione a trifoglio</p> |

7.2 Risultati di calcolo

Di seguito sono riportati i principali risultati dei calcoli effettuati.

Le distribuzioni di induzione magnetica sono state calcolate secondo superfici orizzontali e verticali.

Le superfici di calcolo orizzontali sono riferite ad una quota + 1 m rispetto al piano di riferimento per il recettore.

Le superfici di calcolo verticali sono riferite alle sezioni più significative.

Le figure 7.1, 7.2 e 7.3 rappresentano una panoramica del campo magnetico nell'area oggetto di studio e nelle immediate adiacenze.

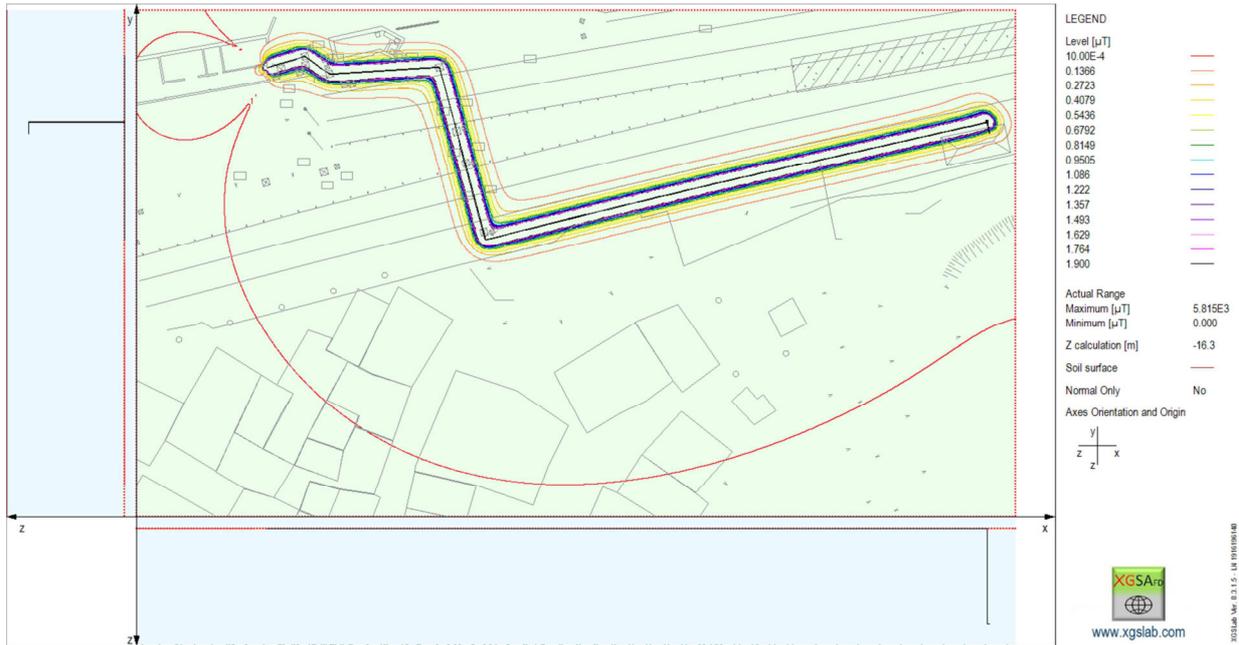


Fig. 7-1: Campo magnetico a livello delle condutture MT – in rosso curva del campo a 1 nT

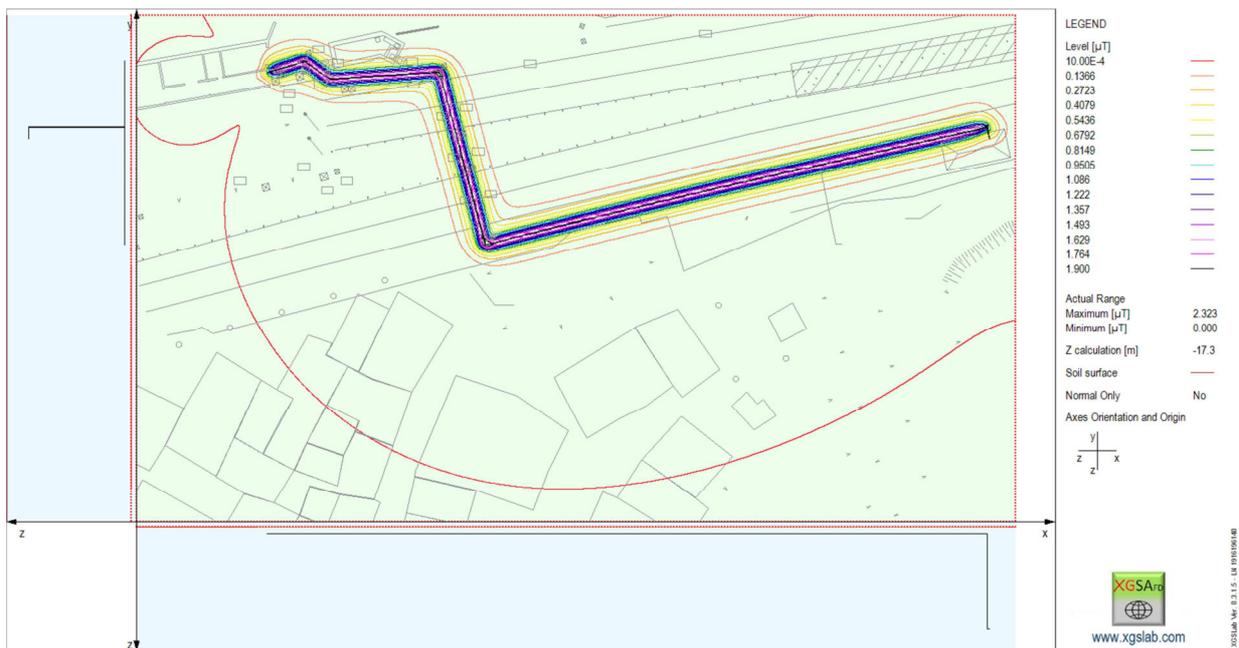


Fig. 7-2: Campo magnetico ad 1 m dal suolo a livello della piattaforma autostradale – in rosso curva del campo a 1 nT

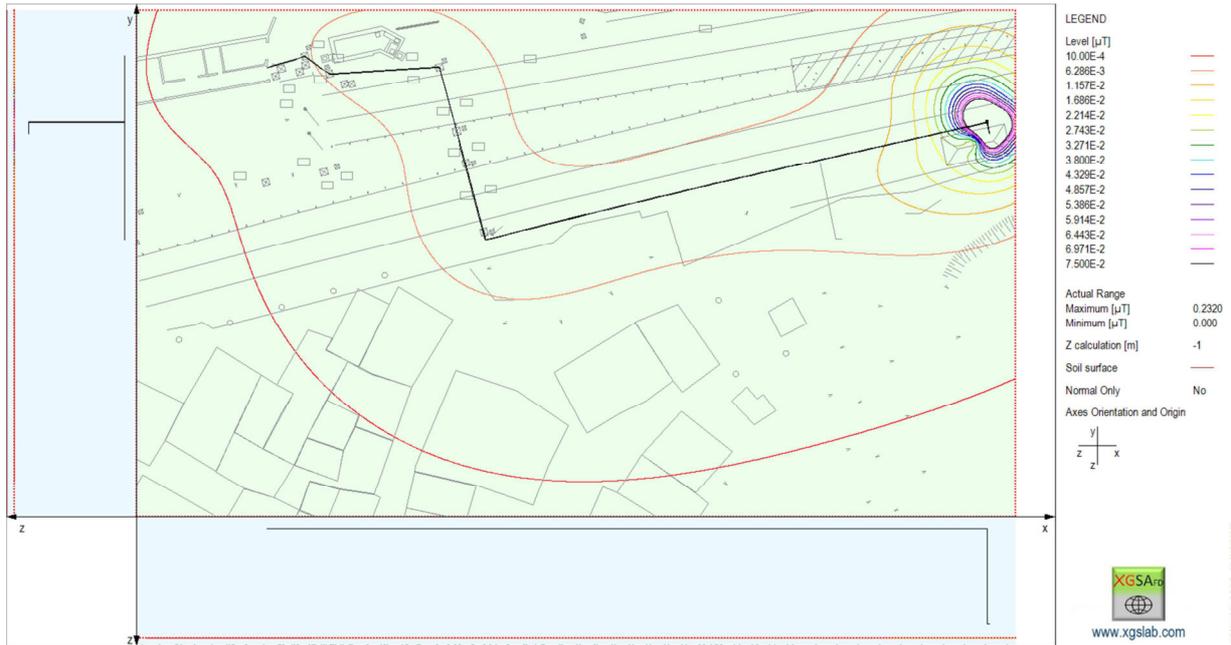


Fig. 7-3: Campo magnetico ad 1 m dal suolo a livello cabina – in rosso curva del campo a 1 nT

Le successive figure 7.4, 7.5 rappresentano le distribuzioni del campo magnetico nel range 0 – 10 µT.

Il confronto tra valori di induzione magnetica calcolati e limiti ammessi per la popolazione dal DPCM 8 luglio 2003 evidenzia i seguenti aspetti:

- Il livello di induzione magnetica supera i 3 µT solo in aree estremamente vicine alla line in cavo.
- L'elettrodotta si contraddistingue per una DPA di 1 m (Fig. 7.6)

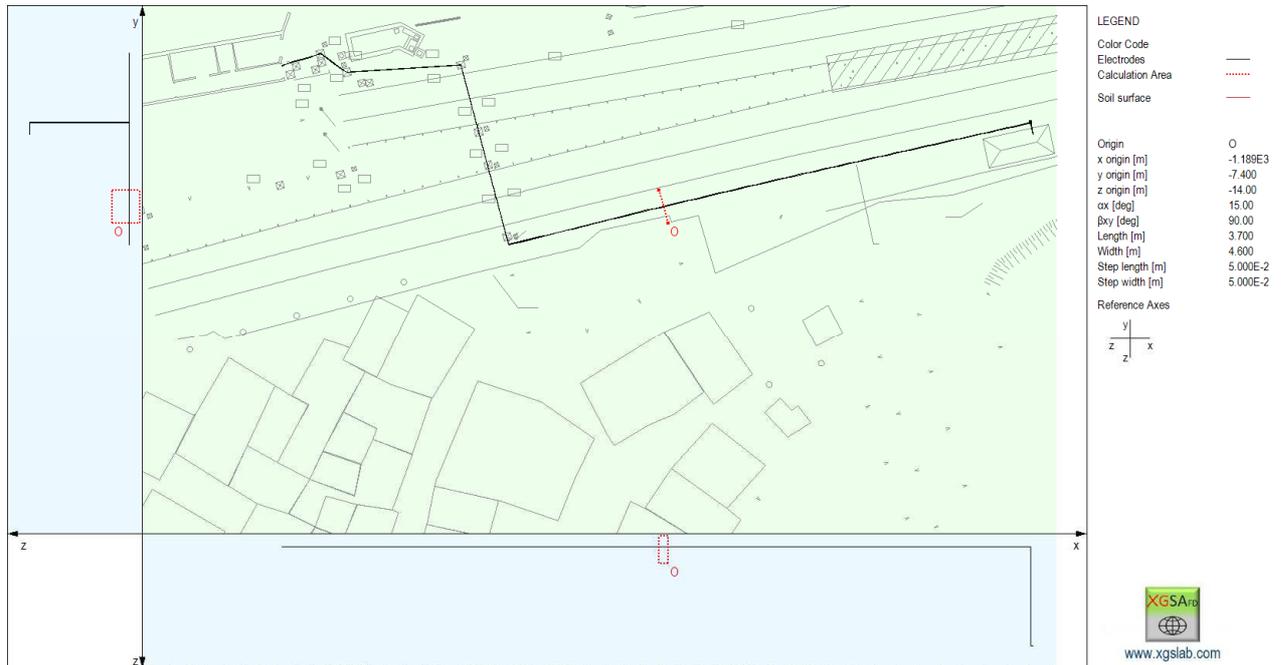


Fig. 7-4: Area di calcolo campo magnetico su superficie verticale

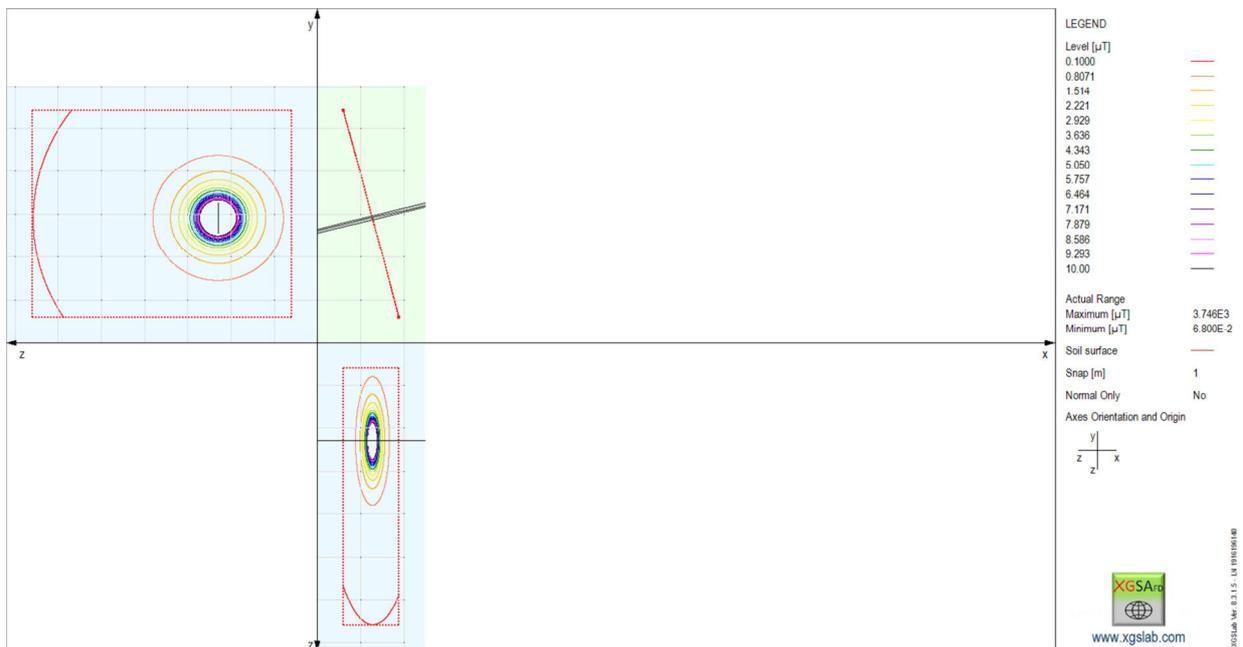


Fig. 7-5: Risultato in dettaglio del campo magnetico su area verticale (range 0,1 – 10 μT) – rappresentazione 2D – Snap 1 m

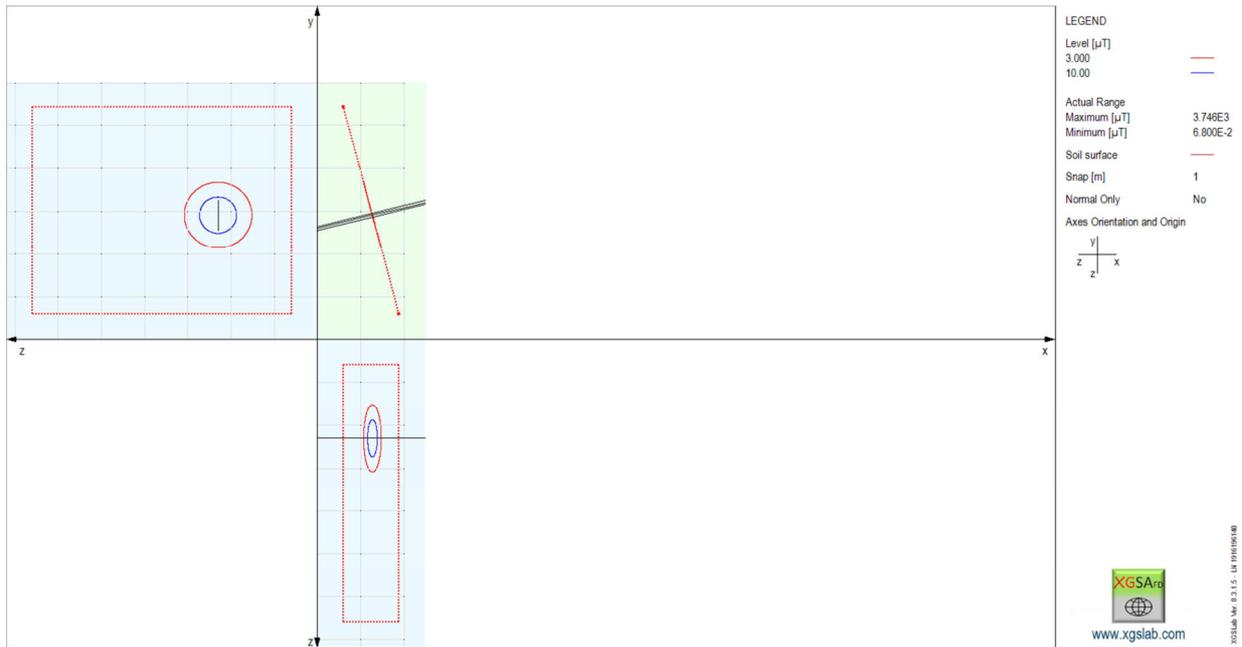


Fig. 7-6: Risultato in dettaglio del campo magnetico su area verticale (step 3 – 10 μT) – rappresentazione 2D - Snap 1 m

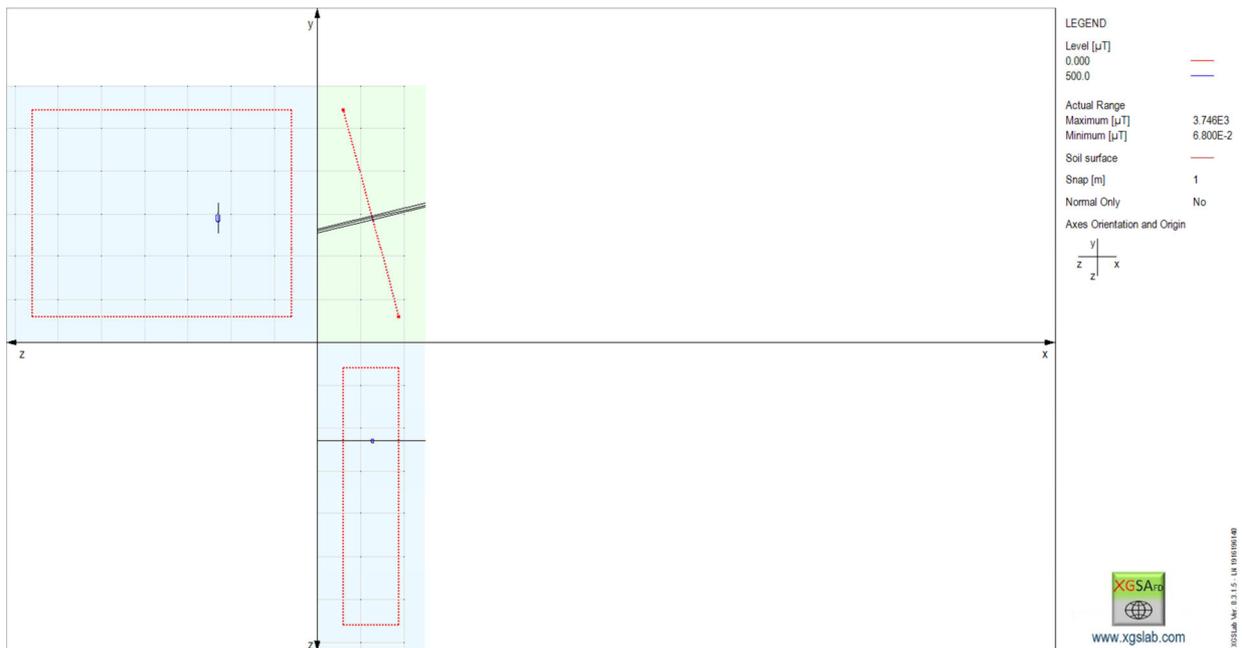


Fig. 7-7: Risultato in dettaglio del campo magnetico su area verticale (step 0 – 500 μT) – rappresentazione 2D - Snap 1 m



8. VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER LA CABINA UTENTE

Relativamente alla cabina di trasformazione d'utente, a servizio dell'impianto in oggetto, si procede al calcolo secondo le previsioni di progetto esecutivo.

La valutazione della fascia di rispetto relativa a questa cabina viene condotta mediante il calcolo della "Distanza di prima approssimazione", secondo quanto stabilito in merito dal D.M. del 29 maggio 2008 ("Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"), a partire dalle caratteristiche della cabina stessa.

Nel caso in oggetto, per il calcolo della Dpa risulta ancora applicabile la formula di cui al capitolo 5.2.1 della "Metodologia di Calcolo per la Determinazione delle Fasce di Rispetto degli Elettrodotti", come approvato dall'Art.1 del D.M. del 29 maggio 2008, utilizzando i seguenti dati in ingresso:

- Trasformatore equivalente da 1000 kVA (considerando la somma dei n.2 trasformatori previsti, di taglia rispettivamente 800kVA e 200kVA).
- Corrente nominale (I) in uscita dal trasformatore equivalente: 1445 A
- Diametro dei cavi (D) in uscita dal trasformatore equivalente: 0,0292 m (cavi FG7M1 di sezione 240 mm²)

La formula in questione fornisce dunque il seguente risultato:

$$Dpa = 0,40942 \times D^{0,5241} \times \sqrt{I} = 0,40942 \times 0,0292^{0,5241} \times \sqrt{1445} = 2,44 \text{ m}$$

Secondo il citato DM, il risultato della formula deve essere approssimato al mezzo metro superiore, ne consegue che, per il caso in oggetto, si deve considerare Dpa = 2,5 m.



9. CONCLUSIONI

Sono stati effettuati i calcoli dei valori efficaci dell'induzione magnetica associati alla condotta MT in oggetto e le valutazioni dei campi elettromagnetici per la cabina utente.

Le conclusioni sui risultati dei calcoli e di verifica, riportati nei paragrafi 7.2 e 8 sono riassunti nel seguito.

Il confronto tra valori di induzione magnetica calcolati e i limiti ammessi, per la popolazione nella costruzione di nuovi elettrodotti dal DPCM 8 luglio 2003, evidenzia quanto segue:

- Per quanto concerne la condotta MT, il livello di induzione magnetica supera i $3 \mu\text{T}$ solo in aree estremamente vicine alla condotta MT (distanza < circa 0,8 m).
- Per quanto concerne la cabina d'utente, si deve considerare la $D_{pa} = 2,5 \text{ m}$, ove il livello di induzione magnetica può risultare superiore ai $3 \mu\text{T}$.

Inoltre, per la sola condotta MT, il confronto tra valori di induzione magnetica calcolati e i limiti ammessi per i lavoratori dal D.Lgs. 81/2008 evidenzia i seguenti aspetti:

- Il livello di induzione magnetica supera i $500 \mu\text{T}$ solo nelle estreme vicinanze dei cavi della linea. In particolare si pone in evidenza come, in corrispondenza dei cavidotti MT, i livelli di induzione magnetica superiori ai $500 \mu\text{T}$ si spingano, al massimo, fino a circa 0,1 m dall'asse della linea. Ciò, in ragione del valore limite di esposizione (D.Lgs. 81/2008 - Allegato XXXVI – Lettera A – Tabella 1) che fino a 1 kHz è stabilito solo per capo e tronco, non costituisce un rischio per i lavoratori.

Infine, si riscontra che, ad oggi, le fasce di rispetto individuate non interessano alcun luogo che rientri nella classificazione prevista dal DPCM; ne consegue che non vi è la necessità di interventi volti a ridurre il campo magnetico generato.