

   	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  1 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

## ADEGUAMENTO IMPIANTO DI COMPRESSIONE GAS DI MALBORGHETTO-EPC SSE E COLLEGAMENTO MT

### RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRROMAGNETICI

Il Tecnico

Ing. Leonardo Splendido



	01	16/06/23	SECONDA EMISSIONE	G&G	Boffetti	Boffetti	Saipem
Stato di Validità	Numero Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Approvato PMC
Indice di revisione							
Logo e Denominazione Committente 			Logo e Denominazione Progettista 		Numero Documento Cliente/Progettista <b>70-EA-E-44874</b>  Commessa N. <b>023117</b>		
Logo e Denominazione Fornitore <b>BOFFETTI</b> ALWAYS POWER AHEAD					Numero Documento Fornitore  52914-BF23  Commessa N. <b>220496</b>		
Logo e Denominazione Sub-Fornitore					Codice Sub-Fornitore n.a.  Ordine N n.a.		
Progetto <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Malborghetto-EPC SSE e collegamento MT</b>			Ubicazione <b>Malborghetto (UD)</b>		Scala  n.a.	Foglio di Fogli  1 / 13	
Titolo Documento  <b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRROMAGNETICI</b>					Sostituisce il N. Sostituito dal N.		
					Area Impianto  n.a.	Unità di Impianto  <b>70</b>	

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  2 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	ACRONIMI .....	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
4.	DPCM 08/07/2003 E RIFERIMENTI .....	4
5.	DEFINIZIONI: FASCIA DI RISPETTO E DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE .....	5
6.	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	6
7.	RISULTATI DI CALCOLO .....	6
8.	CONCLUSIONI .....	11

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  3 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

## 1. PREMESSA

Snam Rete Gas S.p.A., ha formulato richiesta di connessione alla Rete di Trasmissione Elettrica Nazionale (RTN) per un impianto corrispondente ad unità di consumo pari a 30 MW, presso il Comune di Malborghetto Valbruna (UD), con codice pratica 201800063 e Terna ha rilasciato apposita Soluzione di Connessione (STMG) accettata dal richiedente, prevedendo per l'impianto Snam, il collegamento in antenna a 132 kV con una nuova stazione elettrica RTN a 132 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 132 kV "Chiusaforte – Tarvisio.

In particolare il progetto di adeguamento della centrale di compressione gas di Malborghetto (UD) già in fase di realizzazione prevede l'installazione di due nuove Unità da 12MW azionate da motori elettrici, di seguito denominate ELCO, ovvero EC6 ed EC7. Le due nuove Unità saranno installate in area adiacente all'unità di compressione TC1.

Al fine di alimentare elettricamente le nuove unità ELCO col presente progetto TERNA SPA sarà realizzata, una nuova stazione elettrica e una sottostazione utente con i relativi elettrodotti di collegamento, nello specifico:

- Nuova Stazione Elettrica di Smistamento a 132 kV della RTN, nel seguito chiamata "SE 132 kV RTN di Malborghetto", comprensiva dei raccordi in entra esci alla linea 132 kV Chiusaforte- Tarvisio (presente nel PSR TERNA- 2019).
- Nuova sottostazione elettrica 132/20 kV per l'Utente SNAM Rete Gas, nel seguito chiamata "SSE 132/20 kV SNAM RG di Malborghetto", con i relativi collegamenti alla SE 132 kV RTN di Malborghetto e alle apparecchiature della centrale SNAM RG di Malborghetto.

Il presente documento ha lo scopo di valutare la compatibilità elettromagnetica relativamente a:

- 1) le linee di media tensione che realizzano la connessione tra la centrale e la Sottostazione Utente 132/20 kV;
- 2) La Sottostazione Utente 132/20kV.

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  4 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

## 2. ACRONIMI

AT	Alta Tensione
MT	Media Tensione
bt	Bassa Tensione
V	Tensione
I	Corrente
P	Potenza Attiva
Q	Potenza Reattiva
S	Potenza Apparente
SSE	Sottostazione Elettrica
SE	Stazione Elettrica
TV	Trasformatore di tensione
TA	Trasformatore di corrente

**Tabella 1: Acronimi**

## 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Norma CEI 106-11: “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003”.
- Guida CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.
- D.Lgs 159/2016 “requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici”.

## 4. DPCM 08/07/2003 E RIFERIMENTI

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti, in particolare:

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  5 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

- **All'art.3 comma 1:** nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- **All'art.3 comma 2:** a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- **Art.4 comma 1:** nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- **Art. 6 comma 1:** per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ( $B=3\mu$ T) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di rispetto lo spazio circostante l'elettrodotto, 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.

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica. Pertanto, obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento alla normativa vigente ed in particolare al limite di qualità di 3  $\mu$ T.

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  6 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	100 $\mu$ T (da intendersi come valore efficace)
Valore di attenzione (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	10 $\mu$ T (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
Obiettivo di qualità (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)	3 $\mu$ T (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Tabella 2: Tabella riassuntiva valori di soglia

## 5. DEFINIZIONI: FASCIA DI RISPETTO E DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

La fascia di rispetto così come definita dalla norma CEI 106-11 coerentemente con quanto dichiarato nell'allegato al DM 29/05/2008, è lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da induzione magnetica di intensità maggiore o uguale a un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità.

La distanza di prima approssimazione (DPA) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Tale definizione è riportata nell'allegato al DM 29/05/2008.

## 6. METODOLOGIA DI CALCOLO

La metodologia di calcolo prevede che si conoscano i seguenti dati:

1. Valore del modulo di corrente nelle condizioni operative più sfavorevoli;
2. Numero e tipologia dei cavi interrati, loro disposizione relativa e sistema di riferimento rispetto all'asse del tracciato della connessione.

Le simulazioni avverranno attraverso il software di BE Shielding MAGIC - Magnetic Induction Calculation il quale è uno strumento che quantifica l'impatto ambientale dei campi magnetici e permette la determinazione delle fasce di rispetto per linee elettriche secondo quanto previsto dalla Legge Quadro n.36/2001 (esposizione ai

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  7 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

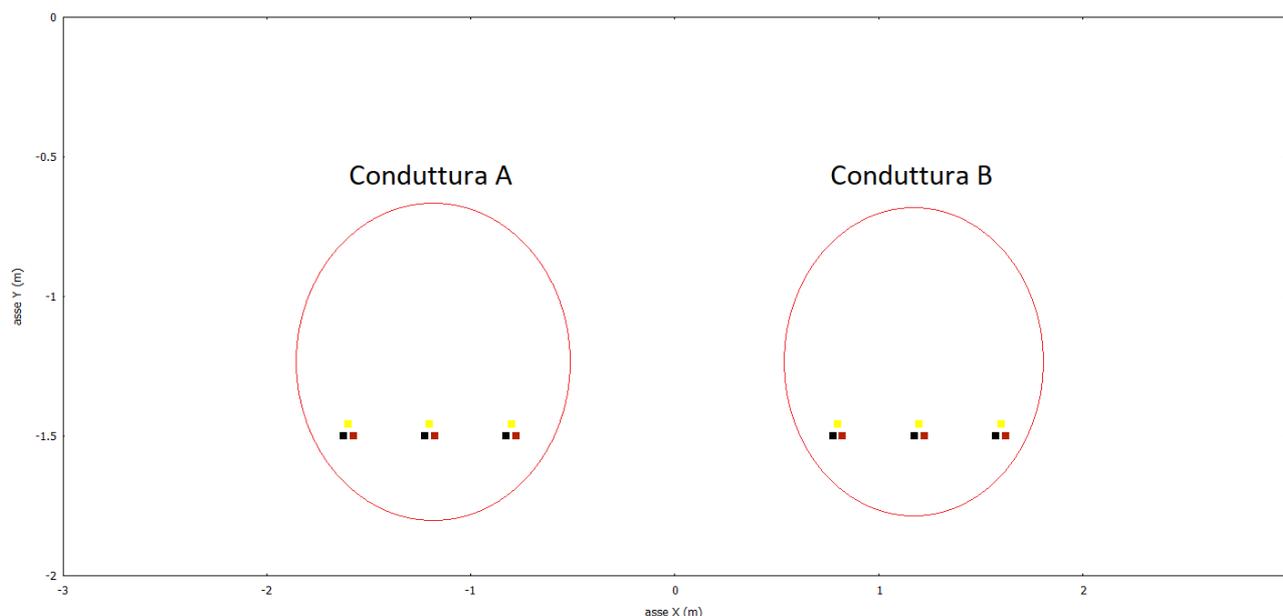
campi magnetici della popolazione) e dal D.Lgs. 81/08 (valutazione dei rischi in ambiente lavorativo). Il software restituisce valori puntuali di induzione elettromagnetica, oltre che grafici di andamenti nello spazio dell'induzione magnetica.

## 7. RISULTATI DI CALCOLO

### Cavidotto MT 20kV

I cavidotti di media tensione che interconnettono la SSE Utente 132/20 kV con la centrale prevedono due condutture, composte ognuna da tre terne di cavi unipolari in rame del tipo RG26H1M16 12/20kV di sezione 630mm<sup>2</sup>. Le terne di cavi saranno posate a trifoglio, direttamente interrato ad una profondità di 1.5 m dal piano calpestabile e disposte nello spazio rispettando le seguenti coordinate:

- Terna 1: ( x =-1.60m; y =-1.50m );
- Terna 2: ( x =-1.20m; y =-1.50m );
- Terna 3: ( x =-0.80m; y =-1.50m );
- Terna 4: ( x = +0.80m; y =-1.50m );
- Terna 5: ( x = +1.20m; y =-1.50m );
- Terna 6: ( x = +1.60m; y =-1.50m ).



**Figura 1. Disposizione cavi MT (Fase R= colore giallo; Fase S=colore nero; Fase T=colore rosso)**

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  8 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

La massima potenza apparente trasportata dalle condutture sarà pari a 48 MVA. Assumendo che questa potenza possa essere trasferita in condizioni di minima tensione del sistema a 20 kV, la corrente che interesserà le condutture avrà un valore di 1386 A. Questo valore sarà arrotondato a 1500 A per tenere conto di eventuali incrementi della corrente dovuti ad abbassamenti della tensione nel sistema in regime a potenza assorbita costante. Pertanto a queste condizioni, ciascuna terna di cavi che compone le condutture potrebbe trasportare 500 A. Le due condutture non potranno operare contemporaneamente in quanto la loro installazione è progettata per assicurare la continuità operativa delle utenze in termini di affidabilità. Si tratta di un'installazione con ridondanza pari al 100% e la loro operazione sarà quindi alternativa.

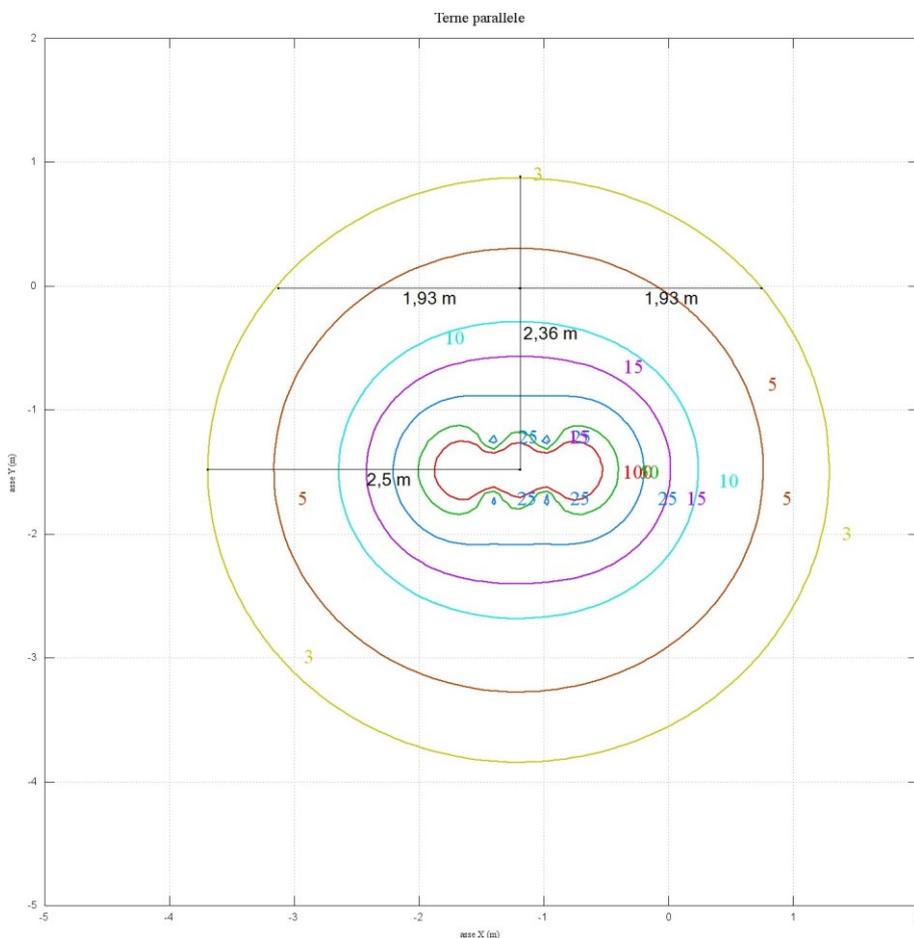
L'analisi verrà pertanto condotta valutando la condizione reale di funzionamento, ossia:

- Considerando attive le linee della conduttura A e della conduttura B funzionanti in modo alternato;
- Considerando la disposizione delle fasi delle terne di entrambe le condutture in modalità RST.

#### Conduttura A:

Si riportano i valori dell'induzione magnetica relativi all'esercizio della conduttura A:

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  9 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	



**Figura 2. Curve di isolivello andamento induzione magnetica relative alla condotta A**

Dal grafico sopra riportato, è possibile evincere che il valore di qualità di  $3 \mu\text{T}$  è riscontrato, lungo l'asse delle y, al di sopra della quota stradale in quanto viene intercettato ad una distanza di 2,36 m dalle terne posate a quota di riferimento  $y=1.50 \text{ m}$ .

Assumendo come riferimento l'asse della condotta risulta:

- DPA (Distanza di Prima Approssimazione) : 2.50 m;
- Fascia di rispetto al suolo: 1.93 m.

Si riporta di seguito il grafico che mostra i valori dell'induzione magnetica sul livello del suolo:

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  10 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

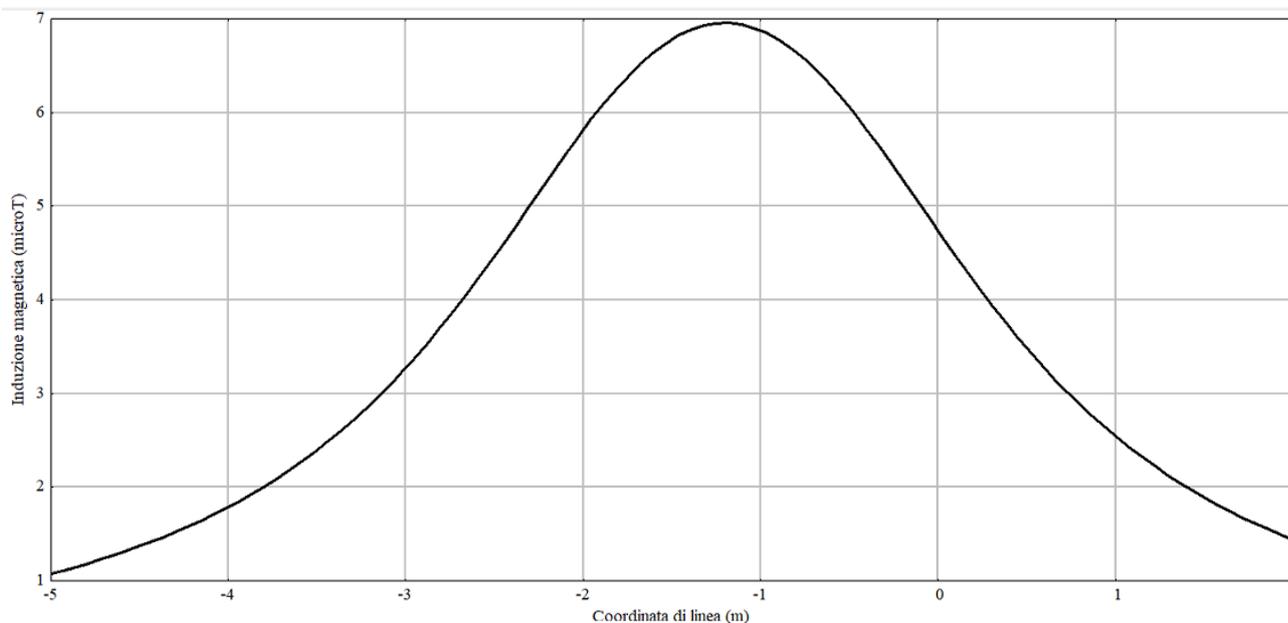
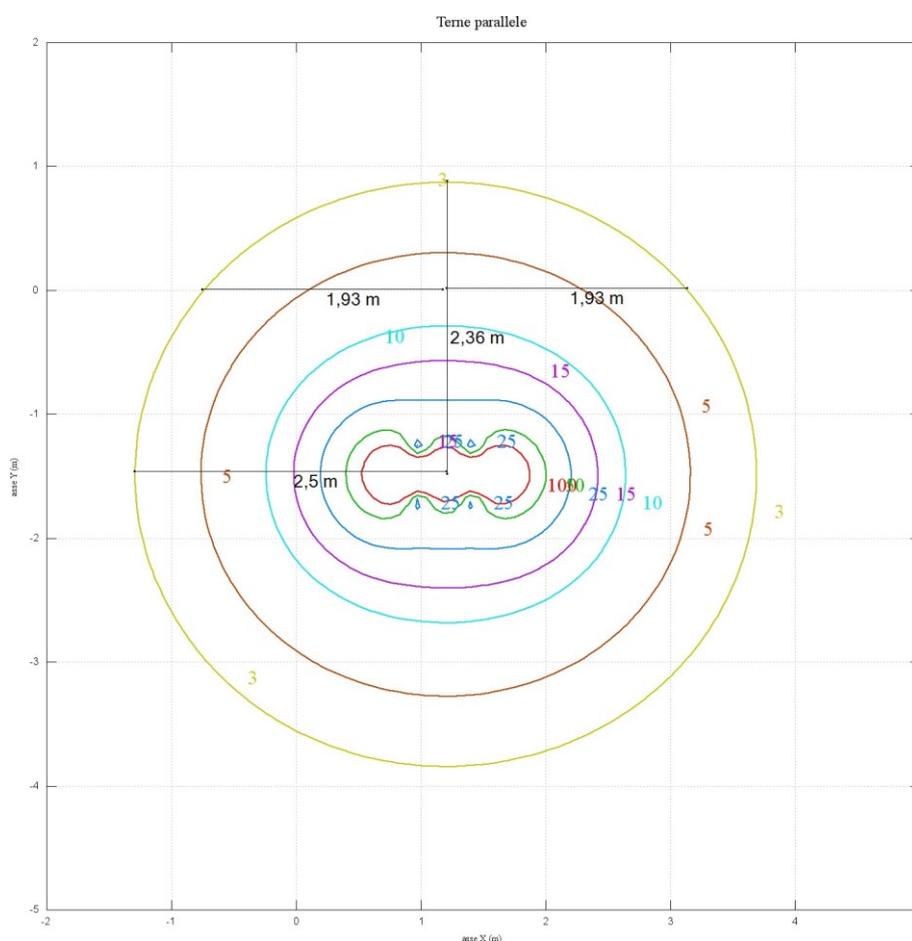


Figura 3. Valori di induzione magnetica relative alla condotta A lungo la retta  $y=0$

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  11 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

### Conduttura B:

Si riportano i valori dell'induzione magnetica relativi all'esercizio della conduttura B:



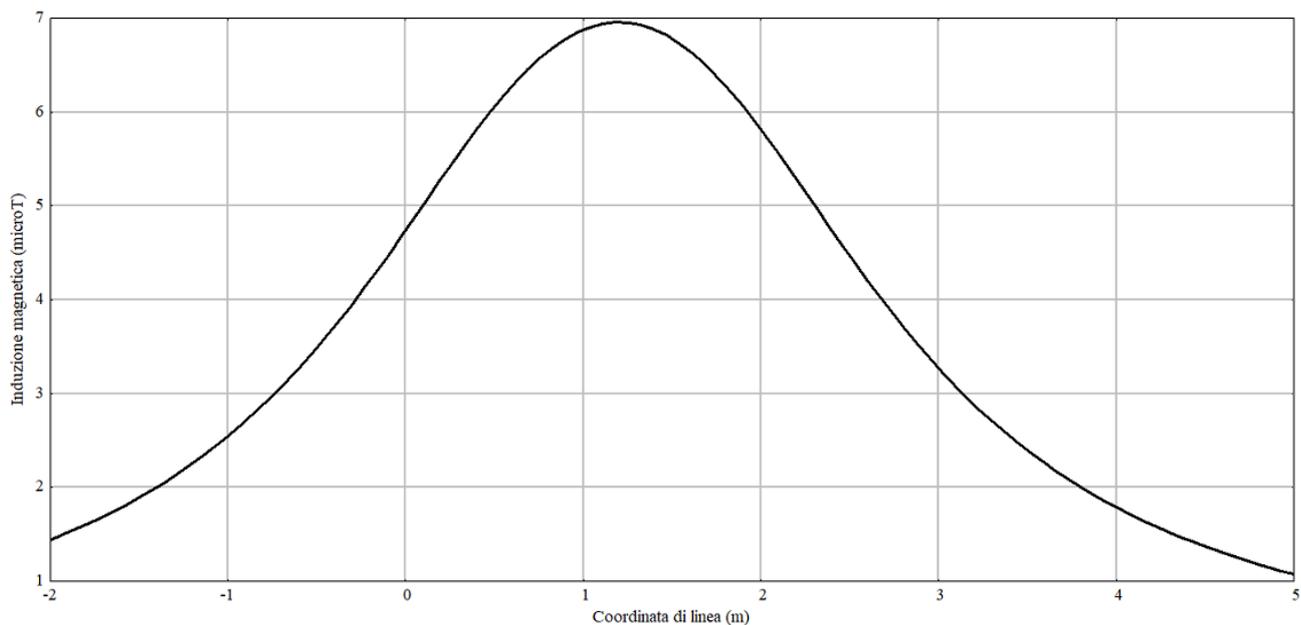
**Figura 4. Curve di isolivello andamento induzione magnetica relativa alla conduttura B**

Dal grafico sopra riportato, è possibile evincere che i risultati ottenuti sono identici all'analisi relativa alla conduttura A, in quanto le terne che compongono le due condutture funzionerebbero alle stesse condizioni di esercizio. In riferimento all'asse della conduttura risulta:

- DPA (Distanza di Prima Approssimazione): 2,50 m;
- Fascia di rispetto al suolo: 1.93 m.

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  12 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	

Si riporta di seguito il grafico che mostra i valori dell'induzione magnetica sul livello del suolo:



**Figura 5. Valori di induzione magnetica relative alla condotta B lungo la retta y=0**

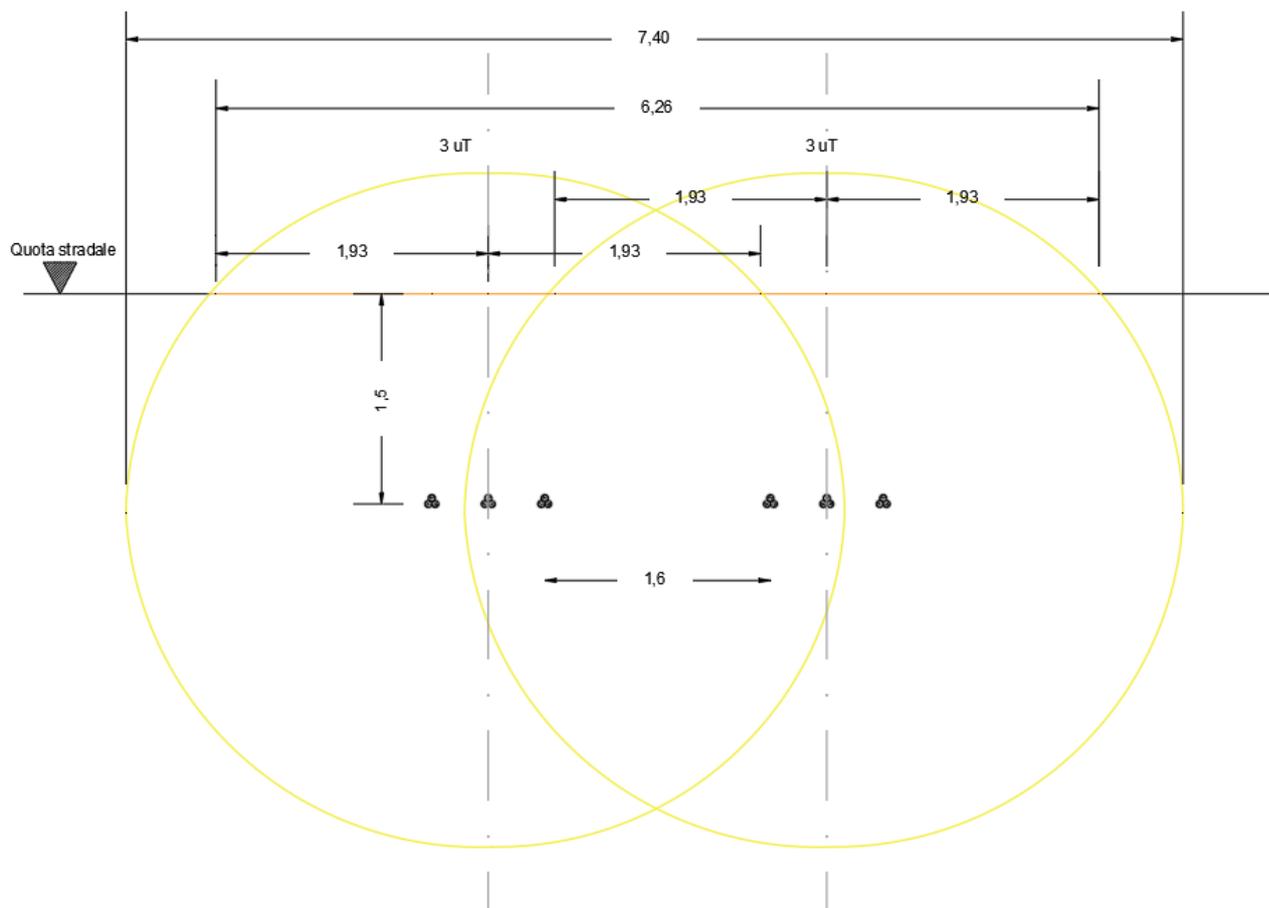
## 8. CONCLUSIONI

Non ricadendo in nessuno dei casi riportati dall' Art.4 comma 1 del D.P.C.M. 23/07/2003 esposto nel paragrafo 4 della presente relazione, l'articolo di riferimento sarà l'Art. 3 comma 1 D.P.C.M. 23/07/2003 che cita testualmente "nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci."

La soglia limite da rispettare per il progetto in esame, pertanto, è pari a 100 $\mu$ T, valore dal quale siamo abbondantemente lontani, considerando che i valori di induzione magnetica sulla quota stradale identificata dall'asse y=0 e riportati nei grafici di Fig. 3 e Fig. 5 non superano i 7  $\mu$ T.

Nonostante ciò qualora si volesse adottare come soglia limite il valore dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T, a seguito delle considerazioni trattate nel capitolo 7 della presente relazione, è necessario considerare una fascia di rispetto di 6.26 m e una DPA complessiva di 7.40 m per come mostrato nella figura seguente:

	Numero documento Cliente/Progettista	Numero documento Fornitore	Indice Rev.		Foglio di Fogli  13 / 13
	70-EA-E-44874	52914-BF23	Stato di Validità	N. Rev.	
				01	



**Figura 6. Fascia di rispetto al suolo generato dal funzionamento alternato delle condutture A e B ( Colore arancione)**

Per quanto riguarda campo elettrico generato dal cavidotto MT, i cavi interrati sono dotati di schermatura, pertanto il capo elettrico esterno è nullo.

Nel complesso si ritiene che l'impatto elettromagnetico generato dal cavidotto di media tensione sull'ambiente esterno risulta essere conforme ai limiti imposti dalla legge.