

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PRELIMINARE L.O. N.443/01

**NUOVA LINEA TORINO LIONE
TRATTA NAZIONALE**

LINEA PRIMARIA

LP 132KV DI ORBASSANO – RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA Progr. REV.

D040 00 R 18 CL LP1200 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	Carones <i>Pagnani</i>	06/2010	Ribichini <i>R</i>	06/2010	Della Vedova <i>De</i>	06/2010	

File: D04000R18CLLP1200001_A.doc

n. Elab.:



Questo progetto è cofinanziato dalla Comunità Europea

INDICE

1	SCOPO	3
2	RIFERIMENTI	4
3	CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA.....	6
3.1	Conduttori in trincea tipo "A"	6
3.2	Conduttori in trincea tipo "B".....	9
3.3	Conduttori in tubo di materiale ferromagnetico	11
4	CONCLUSIONI	16

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE LINEA PRIMARIA					
LP 132KV DI ORBASSANO – RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO LP1200 001	REV. A	FOGLIO 3 di 16

1 SCOPO

Nell'ambito della progettazione preliminare del nuovo elettrodotto a doppia terna in cavo 132kV per l'alimentazione della SSE/PDA di Grugliasco, sono state condotte alcune simulazioni per valutarne il livello di emissione di campi elettromagnetici.

Scopo del presente documento è la descrizione dei risultati ottenuti da tali simulazioni nelle diverse configurazioni di posa di cui all'elaborato di progetto:

- **D04000R18WALP1200001** – LP 132kV di Orbassano – Sezioni e fasce di asservimento.

Le simulazioni, sviluppate con strumenti informatici, sono state effettuate considerando i carichi elettrici agenti in condizioni di esercizio ed il relativo "squilibrio" che questi subiscono a causa della presenza dei trasformatori monofase per l'alimentazione della linea di Trazione Elettrica AV 25kV.

Con riferimento al citato elaborato di progetto, le configurazioni prese in esame sono:

- Sezione tipo "A" – Doppia terna in doppia trincea, con distanza tra gli assi delle due terne di 4,00m;
- Sezione tipo "B" – Doppia terna in singola trincea, con distanza tra gli assi delle terne di 0,90m;
- Sezione tipo "C" – Conduttori posati in tubo di materiale ferromagnetico, con distanza tra gli assi di 1,40m.

Per evidenziare l'effetto schermante del tubo metallico, l'analisi della sezione tipo "C" è stata effettuata anche con tubo in materiale isolante.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE LINEA PRIMARIA					
LP 132KV DI ORBASSANO – RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO LP1200 001	REV. A	FOGLIO 4 di 16

2 RIFERIMENTI

Nel corso dello sviluppo del presente documento, si è fatto riferimento alla normativa specifica di settore, ed in particolare:

- **Guida CEI 211.4** Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- **Guida CEI 211.6** Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana;
- **Norma CEI 11.4** Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne Ed. 5/1989 e successive Varianti v1, v2, v3 e v4;
- **Norma CEI 11.60** Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV;
- **D.M. n°449 del 21.03.1988** Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne, e successive integrazioni e modifiche;
- **D.M. 16/1/1991** Aggiornamento delle Norme Tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne;
- **Legge 22 febbraio 2001, n°36** Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- **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 rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
- **DM 29 maggio 2008:** Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.

Le scelte relative alle caratteristiche dei cavi ed alla tipologia di posa sono state effettuate con riferimento alle seguenti specifiche RFI:

- **RFI/DTC.EE.TE 159** Cavi elettrici in media ed alta tensione;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE LINEA PRIMARIA												
LP 132KV DI ORBASSANO – RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PROGETTO</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D040</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">R 18 CL</td> <td style="text-align: center;">LP1200 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">5 di 16</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	D040	00	R 18 CL	LP1200 001	A	5 di 16
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
D040	00	R 18 CL	LP1200 001	A	5 di 16								

- **RFI/DTC.EE.TE 160** Progettazione e costruzione di linee in cavo MT ed AT.

Inoltre nel prosieguo delle descrizioni si farà riferimento implicito od esplicito agli elaborati di Progetto Preliminare, ed in particolare:

- **D04000R18P5LP1200001** – LP 132kV di Orbassano – Planimetria di tracciato;
- **D04000R18WALP1200001** – LP 132kV di Orbassano – Sezioni e fasce di asservimento;
- **D04000R18DXSE1200001** – SSE/PDA di Grugliasco – Schema generale di impianto;
- **D04000R18RGSE0000001** – SSE/PDA di Grugliasco – Relazione generale;
- **D04000R18P9SE1200001** – SSE/PDA di Grugliasco – Lay out.

3 CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA

Le verifiche sono state condotte con l'ausilio di un apposito programma di calcolo di tipo commerciale, tramite cui è stato possibile riprodurre esattamente lo scenario, anche in relazione a sezioni critiche in cui vengono a trovarsi strutture in cui è probabile l'esposizione della popolazione per più di 4 ore giornaliere. Per tutte le configurazioni analizzate le figure riportano l'involuppo dell'induzione magnetica calcolata per ciascuna delle due terne.

3.1 Conduttori in trincea tipo "A"

In questa configurazione (vedi fig. 1) le due terne di alimentazione 132kV sono posate in due trincee separate di profondità minima di 1,60m, disposte ai lati opposti della viabilità su cui si sviluppa il tracciato. La disposizione geometrica dei conduttori all'interno di tali trincee è a trifoglio e la distanza tra gli assi delle terne è di 4,00m.

All'interno di una delle due trincee correranno anche tre tubi per cavi a Fibra Ottica.

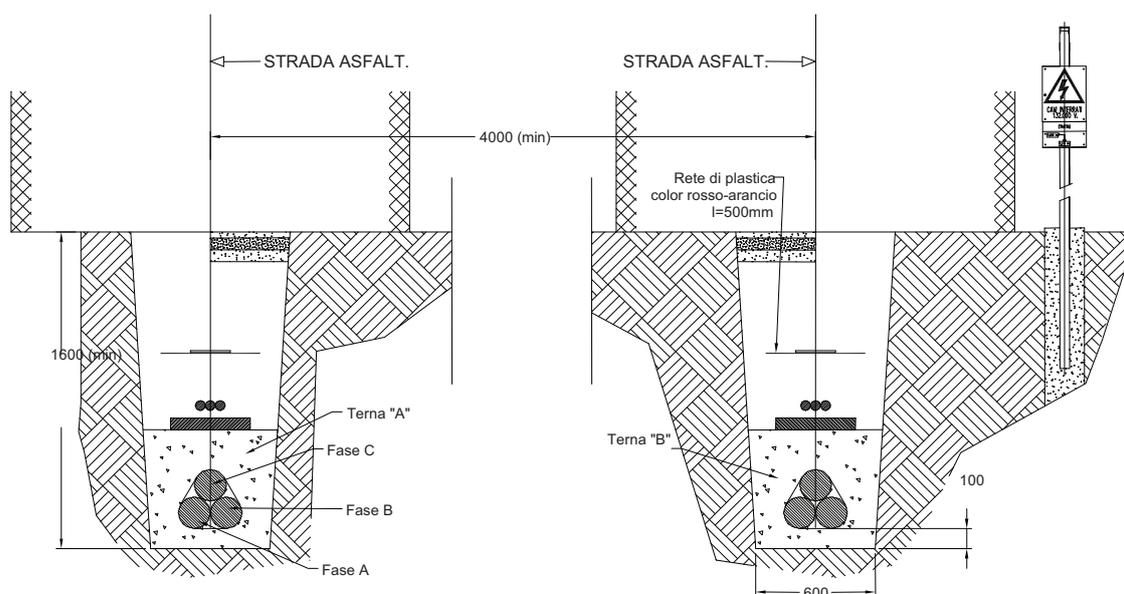


Fig. 1 – Sezione tipo "A" – Disposizione conduttori

Con riferimento alla fig. 1 si è ipotizzata la posa della terna per l'alimentazione degli impianti TE nella trincea di sinistra, e quella per l'alimentazione degli impianti LFM nella trincea di destra.

I carichi sono stati così distribuiti:

Terna A – alimentazione impianti TE:

Fase A – Corrente 575A con angolo di fase 180°

Fase B – Corrente 0A

Fase C – Corrente 575A con angolo di fase 0°

Terna B – alimentazione impianti LFM:

Corrente 90A con carico equilibrato sulle tre fasi.

Le figure 2 e 3 riportano rispettivamente la mappa ed il profilo dell'induzione magnetica nella sezione precedentemente descritta.

Come si può notare, nelle zone prossime all'asse della terna "A" di alimentazione degli impianti TE il campo magnetico assume il valore limite normativo di $3\mu\text{T}$ fino ad una altezza di circa 1,3m dal piano di calpestio, per una fascia di larghezza di circa 4,7m.

In corrispondenza dell'asse della terna "B", invece, il valore del campo al livello del suolo è al di sotto di quello limite.

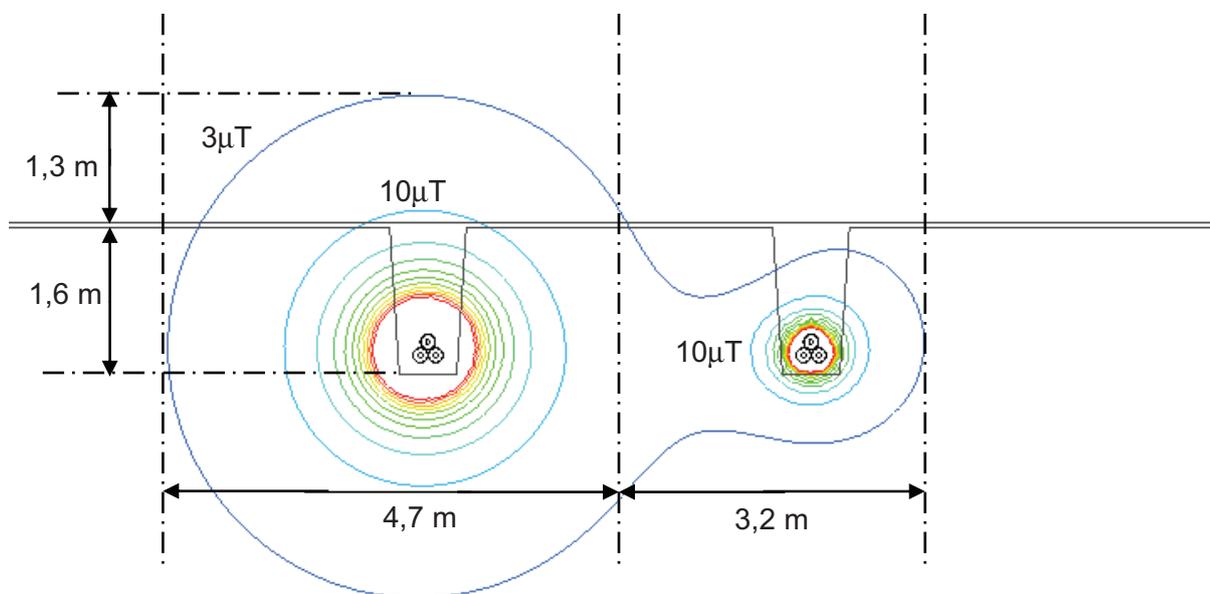


Fig. 2 – Sezione tipo "A" – Mappa di induzione magnetica

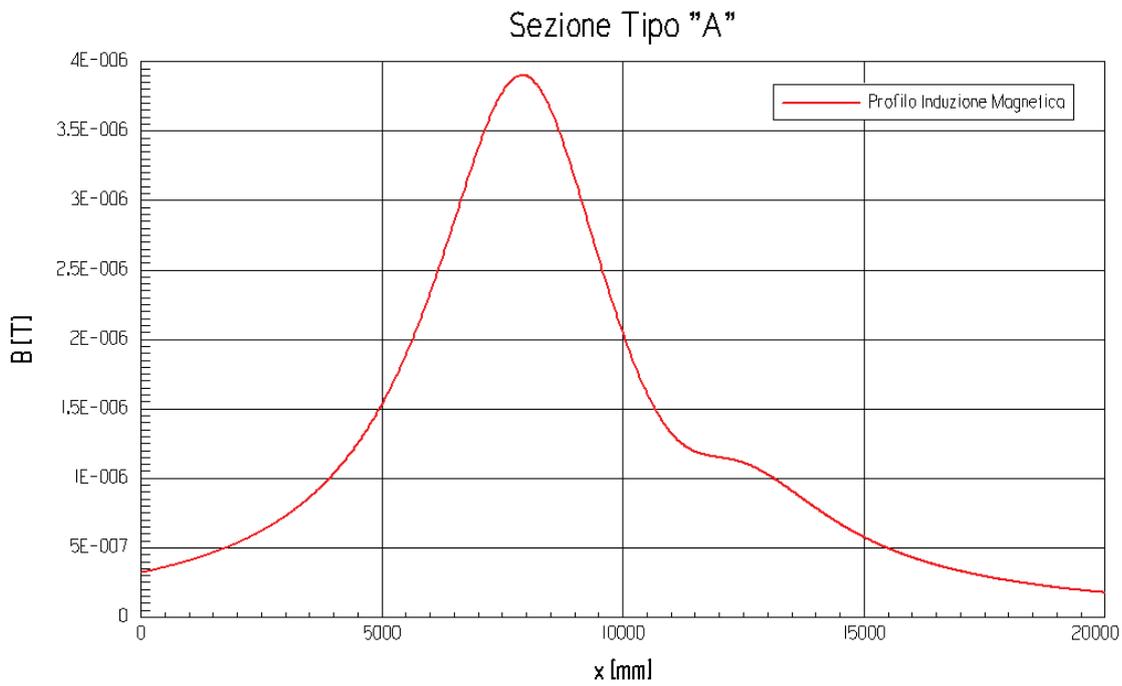


Fig. 3 – Sezione tipo "A" – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

3.2 Conduttori in trincea tipo "B"

In questa configurazione (vedi fig. 4) le due terne di alimentazione 132kV sono posate nella medesima trincea, di profondità minima di 1,60m. Anche in questo caso la disposizione geometrica dei conduttori è a trifoglio e la distanza tra gli assi delle terne è di 0,90m, mentre il fascio di tubi per i cavi in Fibra Ottica correrà al centro delle due terne.

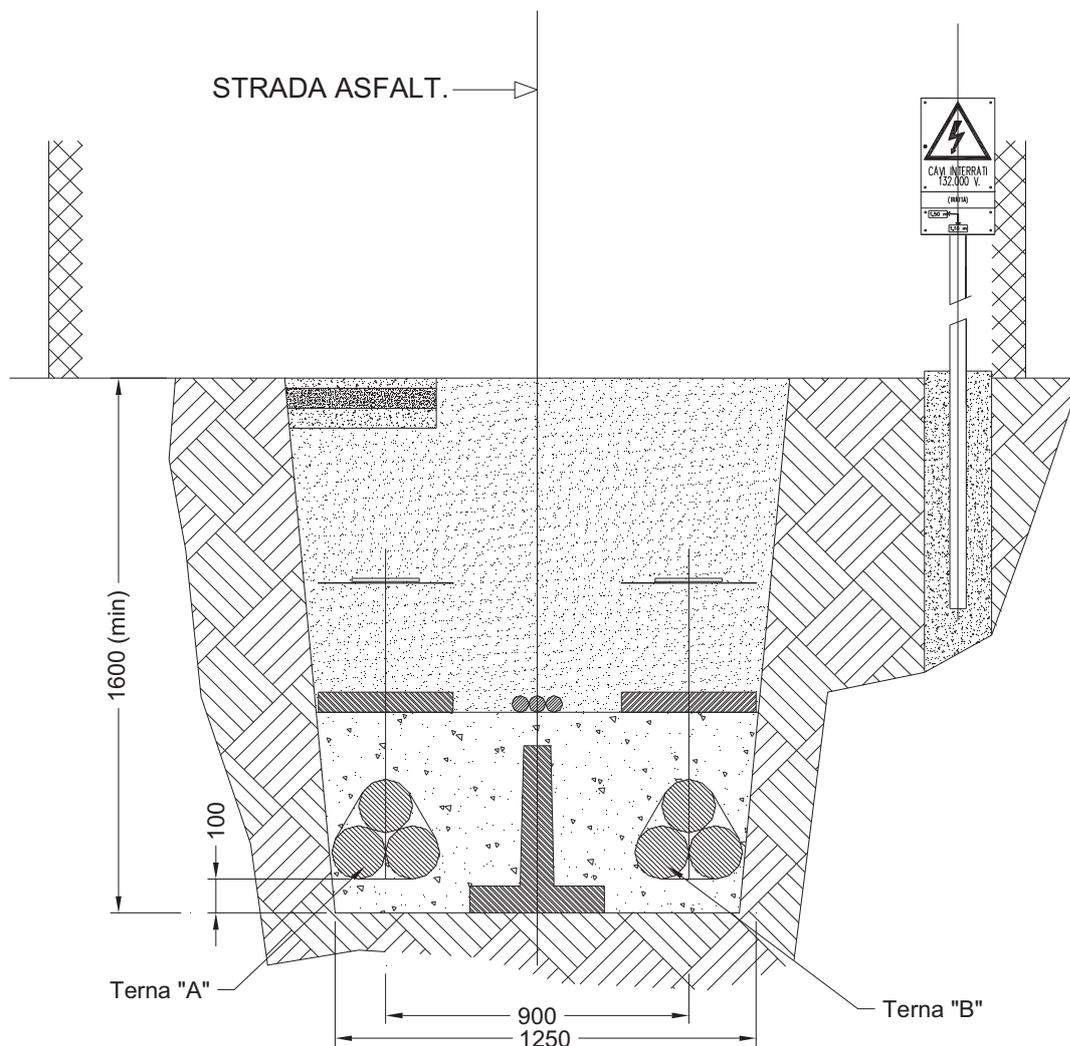


Fig. 4 – Sezione tipo "B" – Disposizione dei conduttori

La disposizione delle due terne e la distribuzione dei carichi è analoga a quella descritta nel caso precedente.

Le figure 5 e 6 riportano rispettivamente la mappa ed il profilo dell'induzione magnetica nella sezione a doppia terna in singola trincea.

Come si può notare in questo caso, vista la vicinanza delle due terne, il valore del campo è piuttosto omogeneo, ed assume il valore limite normativo di $3\mu\text{T}$ fino ad una altezza di circa 1,5m dal piano di calpestio, per una fascia di larghezza di circa 5,7m.

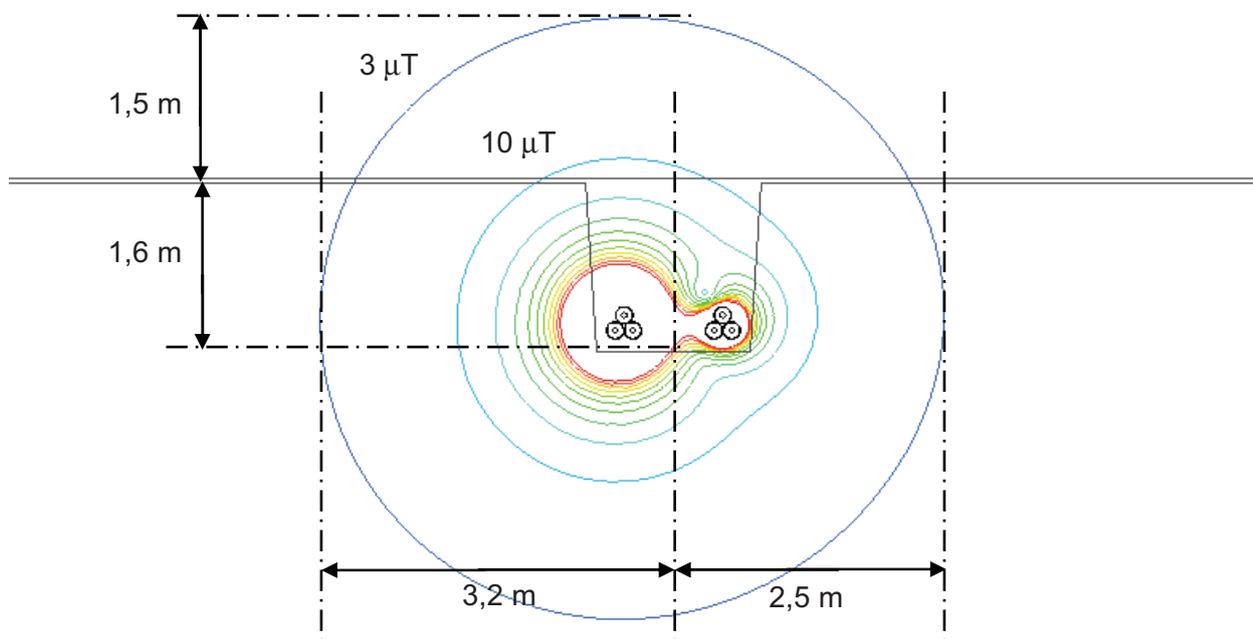


Fig. 5 – Sezione tipo "B" – Mappa di induzione magnetica

Sezione Tipo "B"

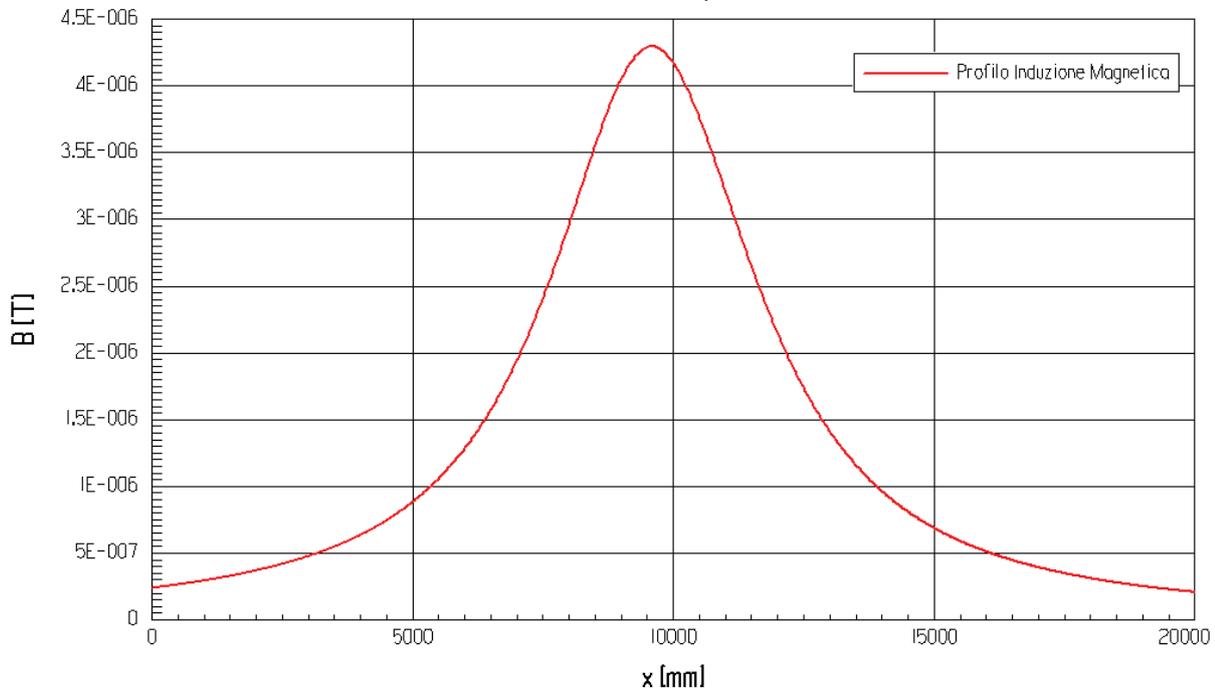


Fig. 6 – Sezione tipo "B" – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

3.3 Conduttori in tubo di materiale ferromagnetico

In questa configurazione (vedi fig. 7) le due terne di alimentazione 132kV sono posate ciascuna in un tubo metallico interrato alla profondità di 1,60m (testa tubo).

Con riferimento alla figura, la presenza del fascio di tubi per i cavi in Fibra Ottica perturba la configurazione a trifoglio di una delle due terne.

Come configurazione d'analisi si è scelta quella più gravosa, che vede la terna "A" (dedicata all'alimentazione degli impianti TE) con due conduttori disposti esternamente rispetto all'asse del tubo; anche in questo caso i carichi elettrici sono stati distribuiti come nelle simulazioni precedenti.

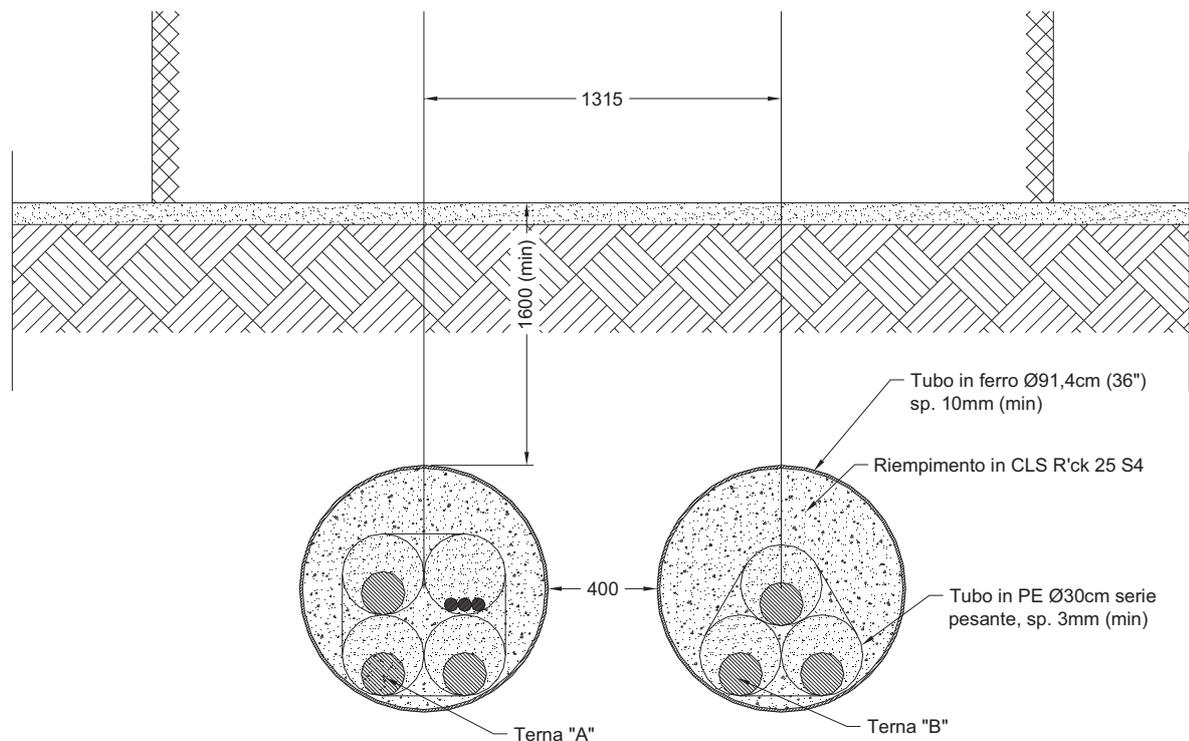


Fig. 7 – Sezione tipo “C” – Disposizione dei conduttori

Le figure 8 e 9 riportano rispettivamente la mappa ed il profilo dell'induzione magnetica relative alla configurazione descritta.

Come si può notare, in questo caso il tubo di materiale ferromagnetico si comporta da schermo nei confronti dell'induzione magnetica, confinando il campo (per entrambe le terne) tutto al suo interno, e rendendo i valori di induzione al suolo praticamente nulli.

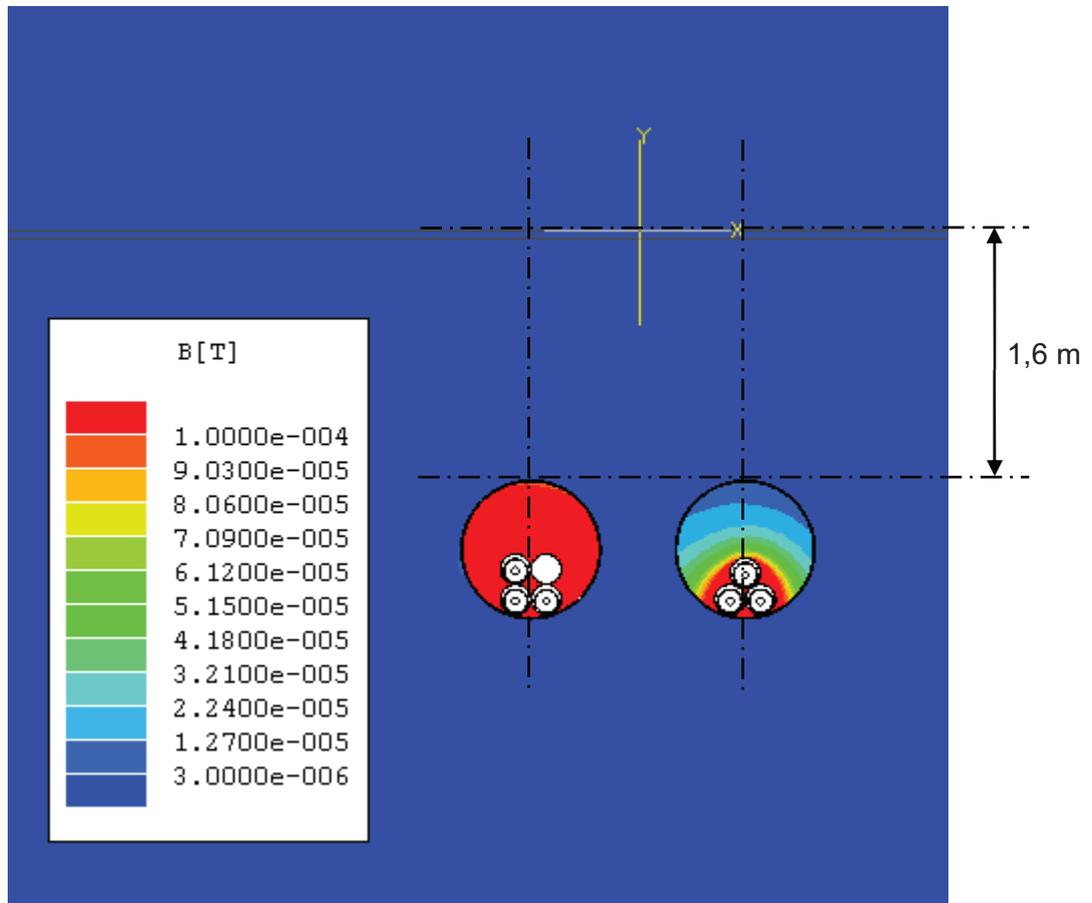


Fig. 8 – Sezione tipo “C” – Mappa di induzione magnetica

Profilo Tipo "C"

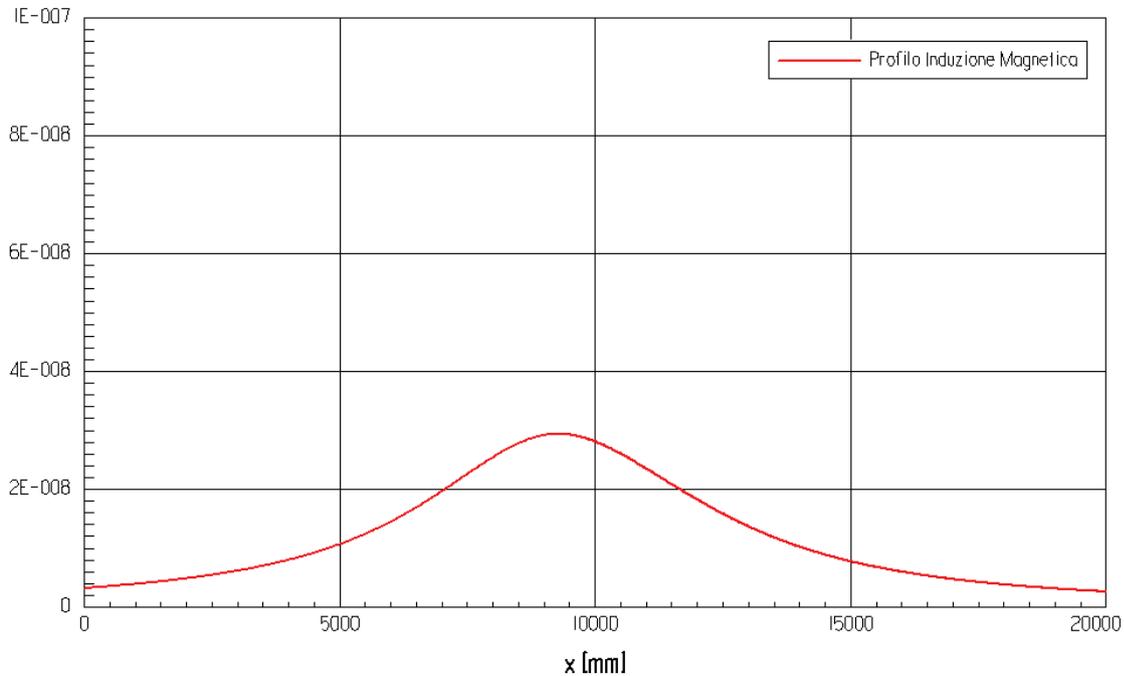


Fig. 9 – Sezione tipo "C" – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

Per evidenziare meglio l'effetto schermante del tubo in materiale ferromagnetico, nelle seguenti figure 10 ed 11 si riportano i risultati di una simulazione del tutto analoga a quella precedentemente descritta, ma considerando i tubi in materiale isolante.

Come si nota, in mancanza dell'effetto schermo, anche in questo caso il campo assume il valore di $3\mu\text{T}$ fino ad una altezza di 1,2m dal piano di calpestio.

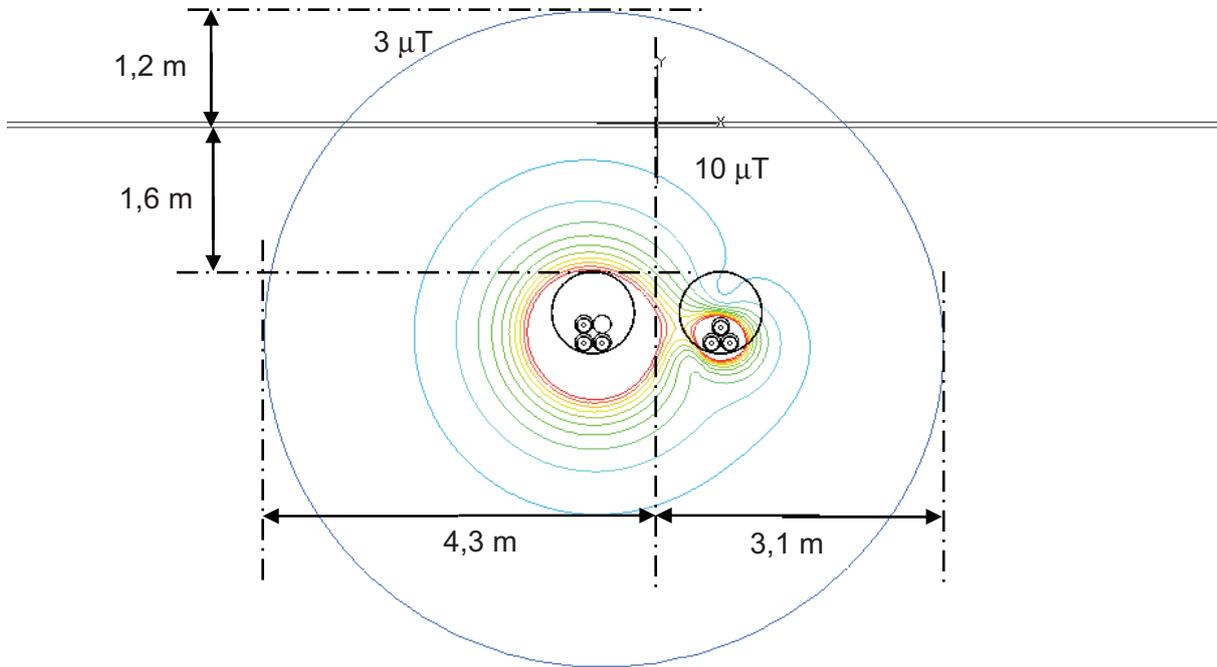


Fig. 10 – Sezione tipo “C1” – Mappa di induzione magnetica

Sezione Tipo “C1” con tubo di materiale isolante

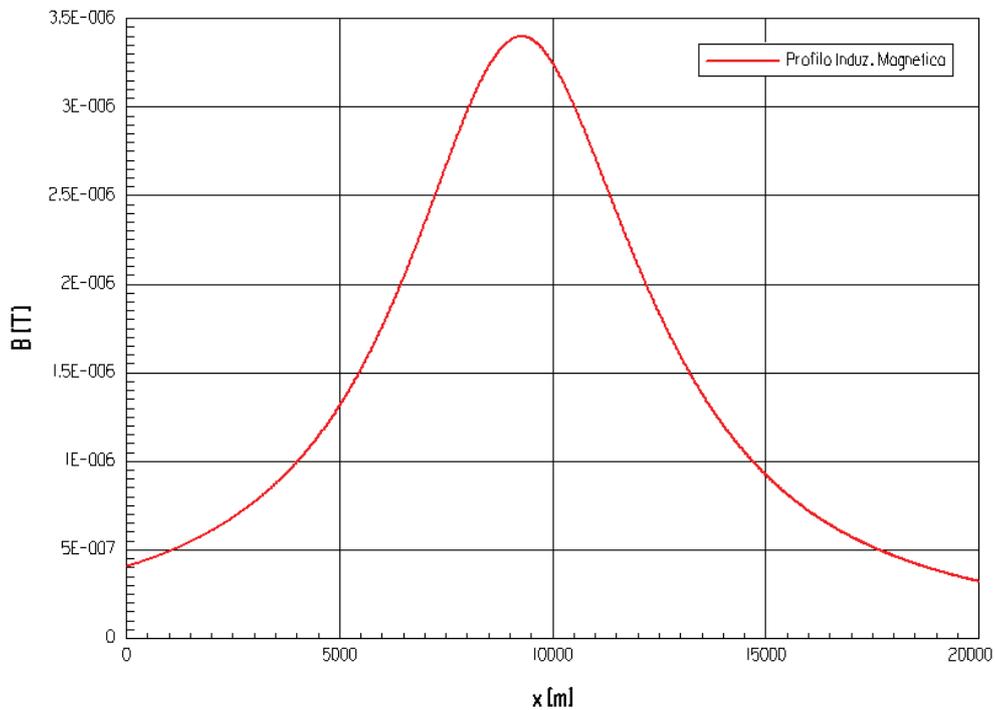


Fig. 11 – Sezione tipo “C1” – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

4 CONCLUSIONI

La seguente figura 12 mostra un grafico comparativo tra i profili di induzione magnetica ad altezza di 1m dal suolo.

Come si può notare, le configurazioni “A” e “B”, relative rispettivamente alla posa delle due terne in doppia o semplice trincea, generano valori di induzione superiori al limite normativo di $3\mu\text{T}$ in prossimità dell’asse dell’elettrodotto, pertanto tali configurazioni non potranno essere utilizzate nei tratti di percorso in cui tale asse si avvicina ad enti ricettori in cui ci sia presenza di persone per una durata maggiore di 4 ore al giorno (Legge quadro 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003).

In tali condizioni sarà necessario utilizzare la configurazione “C”, sfruttando l’effetto schermante del tubo in materiale ferromagnetico, oppure prevedere la realizzazione di trincee di profondità superiore ad 1,6m.

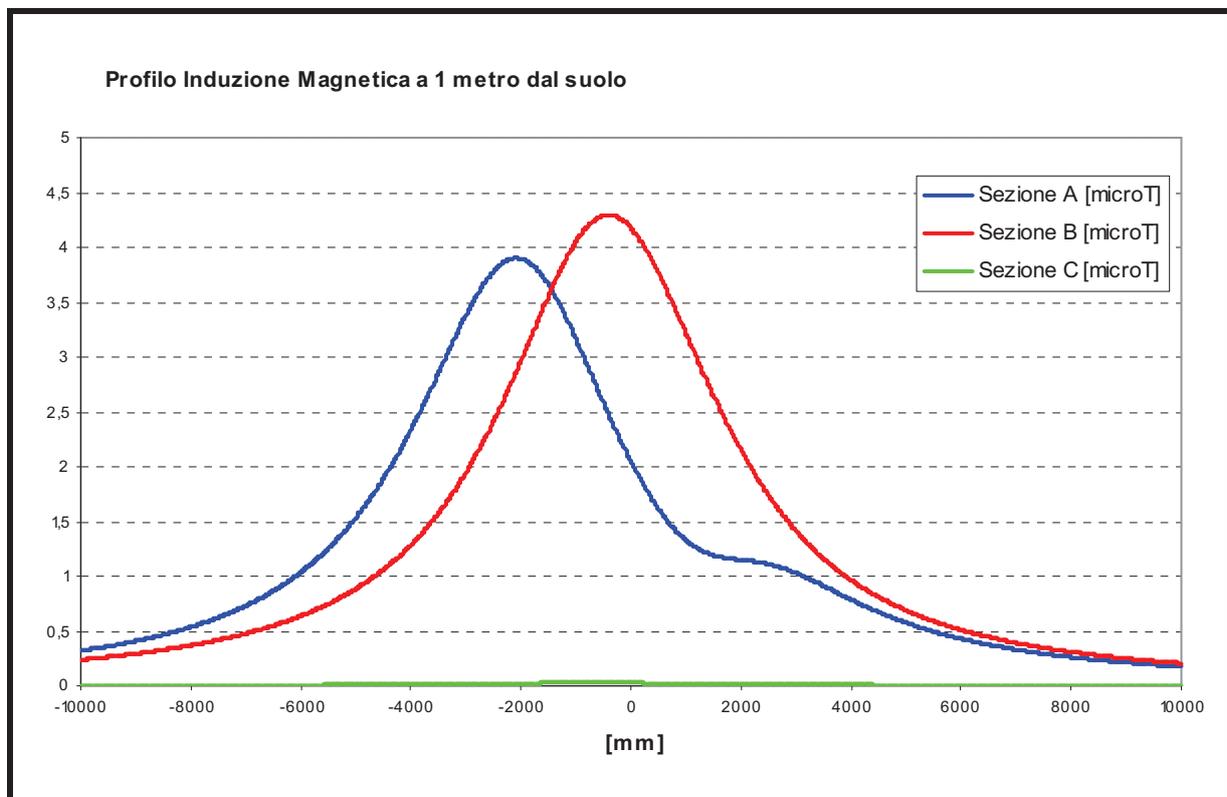


Fig. 12 – Grafico comparativo dei profili di induzione magnetica ad 1m dal suolo