





CENTRALE DI STOCCAGGIO GAS DI MINERBIO (BO)

INSTALLAZIONE UNITA' ELCO-EC8

Relazione sui campi elettromagnetici

EX-DE	02	15/05/2023	Emissione per Enti	Nicoletti (G&G)	Carboni	Cleri	STOGIT
EX-DE	01	08/05/2023	Emissione per Enti	Nicoletti (G&G)	Carboni	Cleri	STOGIT
EX-DE	00	19/12/2022	Emissione per Enti	Nicoletti (G&G)	Carboni	Cleri	STOGIT
Stato di Validità	Numero Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Approvato Committente
Indice di revisione							
Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT			Nome del Progetto Installazione Unità ELCO-EC8		Identificativo Committente 016708DELB21853 Commessa N. NQ/S21030/I01		
Logo e Denominazione Commerciale Progettista  SAIPEM					Identificativo Progettista 08-EA-E-44003 Commessa N. 023119		
Logo e Denominazione Commerciale Fornitore  WE ENGINEERING					Codice Fornitore CS21SPM001025 Ordine N. 1368279		
Nome Infrastruttura Centrale di Stoccaggio Gas		Ubicazione Minerbio (BO)		Scala n.a.	Foglio di Fogli 1 /15		
Titolo Documento Relazione sui campi elettromagnetici				Sostituisce il N. Sostituito dal N.			
				Area Impianto n.a.	Unità di Impianto 08		

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 2 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

Sommario

1. PREMESSA	3
2. COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	3
3. ANALISI ELETTROMAGNETICA NEL CAVIDOTTO MT	4
4. CONCLUSIONI	14


INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Tipologico sezione cavidotto MT su strada	5
Figura 2. Tipologico sezione cavidotto MT su terreno	5
Figura 3. Disposizione cavi MT	6
Figura 4. Andamento induzione magnetica B bidimensionale.....	7
Figura 5. Curve isolivello andamento induzione magnetica B	7
Figura 6. Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dai conduttori.....	8
Figura 7. Tipologico sezione cavidotto MT in fiancheggiamento al ponte/cavalcavia.....	9
Figura 8. Disposizione dei cavi MT su passerella.....	10
Figura 9. Curve isolivello andamento induzione magnetica B dei cavi posati su passerella.....	10
Figura 10. Sovrapposizione della curva di isolivello di B=3uT con tipologico sezione cavidotto MT su passerella ancorata al ponte	11
Figura 11. Curve isolivello andamento induzione magnetica B dei cavi posati su passerella con indicazione distanze dei cavi dalla curva di valore B=10uT	12
Figura 12. Tipologico sezione cavidotto MT in pozzetto di giunzione cavi	13
Figura 13. Curve isolivello andamento induzione magnetica B dei cavi MT posati nel pozzetto di giunzione	14

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 1. Tabella riassuntiva valori di soglia.....	4
---	---

Nella presente relazione, emessa in revisione 01, le modifiche apportate appaiono in colore blu.

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	3 / 15


1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di valutare la compatibilità elettromagnetica relativamente alle linee di potenza in Media Tensione facenti capo al progetto di nuova realizzazione della sottostazione elettrica utente 132/15 kV per l'alimentazione di un nuovo compressore elettrico che la società STOGIT S.p.A. ha in programma di installare nella centrale di stoccaggio gas di Minerbio situata nel territorio comunale di Minerbio (BO). La futura sottostazione verrà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) RTN 132 kV, la cui progettazione e realizzazione sarà a carico di Terna S.p.a., da collegare in entra-esce alla linea elettrica aerea in AT della rete di trasmissione elettrica nazionale lungo la linea a 132 kV "Mezzolara – Focomorto CP".

In riferimento a ciò, il nuovo elettrodotto a 132 kV, per il collegamento della SSE utente 132/15 kV alla SE RTN 132 kV, e la stessa SSE utente 132/15 kV costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo a 132 kV nella stazione esistente di smistamento RTN a 132 kV, costituisce l'impianto di rete per la connessione.

2. COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

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: – 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 μ 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 μ 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 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Lo stesso DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 4 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

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 $3\mu T$.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	100 μT (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 μT (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 μT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Tab. 1. Tabella riassuntiva valori di soglia

3. ANALISI ELETTROMAGNETICA NEL CAVIDOTTO MT

I cavidotti di media tensione che interconnettono "SSE 132/15 kV Stogit di Minerbio" e la nuova SE Terna Rete itala 132 kV prevedono la posa delle terne di cavi dentro tubi corrugati alla profondità massima di 1,61 m e con gli assi di ciascuna terna distanti tra loro 25 cm. Verranno posate due serie di quattro terne su due file, a due profondità diverse; i cavi di riserva saranno posati sulla fila superiore (1,36 m), quelli attivi invece su livello inferiore (1,61 m), come mostrato nella figura 1 e 2. Tale scelta favorisce il rispetto dei limiti di induzione elettromagnetica a livello del suolo, ma l'analisi è stata comunque fatta in modo cautelativo, considerando attive le terne superiori.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 5 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

SEZIONE TIPO CAVIDOTTO MT SU STRADA
 SCALA 1:100

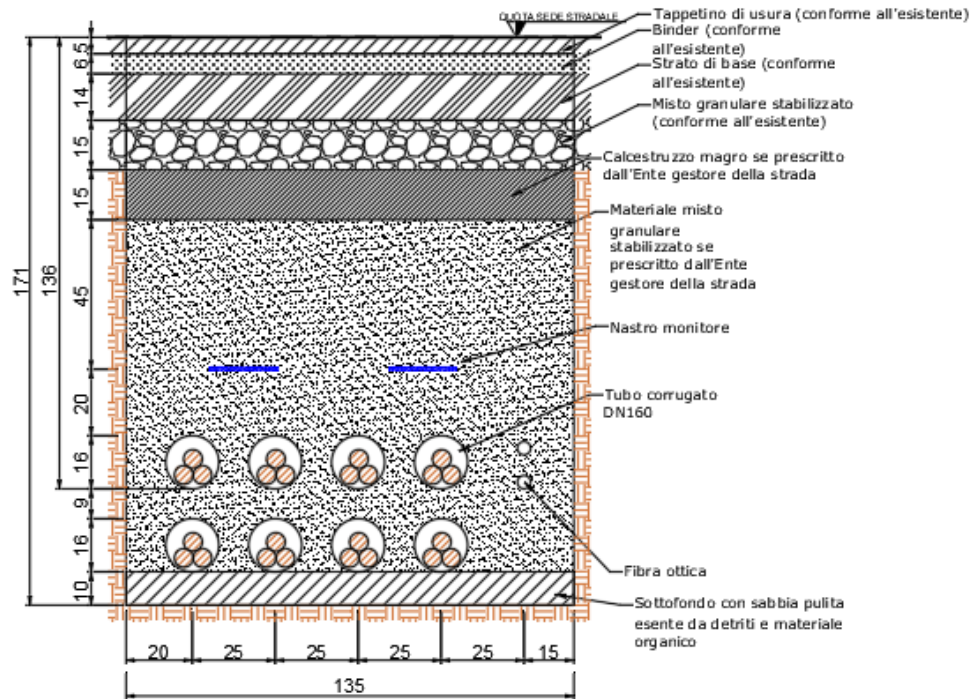


Figura 1. Tipologico sezione cavidotto MT su strada

SEZIONE TIPO CAVIDOTTO MT SU TERRENO
 SCALA 1:100

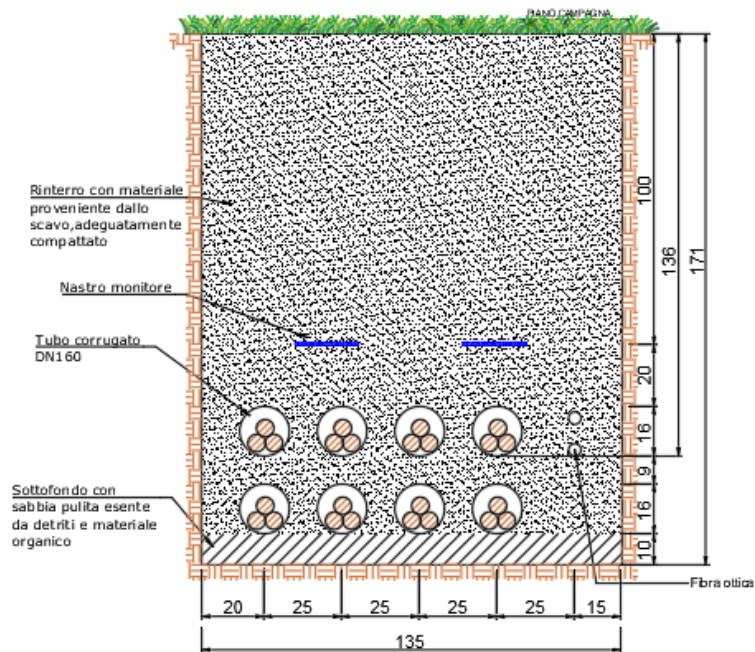



Figura 2. Tipologico sezione cavidotto MT su terreno

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 6 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

La condizione, oggetto della seguente analisi, prevede cavi del tipo ARE4H5E 12/20kV ($U_{max}=24kV$) di sezione $630mm^2$, in cui una singola terna è percorsa da una corrente totale di circa 390 A.

La modalità di posa sarà a trifoglio e la disposizione di fase RST, STR, TRS e RST.

Cavi MT interrati - 4 terne 4x(3x1x630mmq)

Nella figura successiva è possibile vedere i sistemi di riferimento e le coordinate usate per la simulazione.

La geometria delle terne attive, posate nella fila superiore dello scavo, è la seguente:

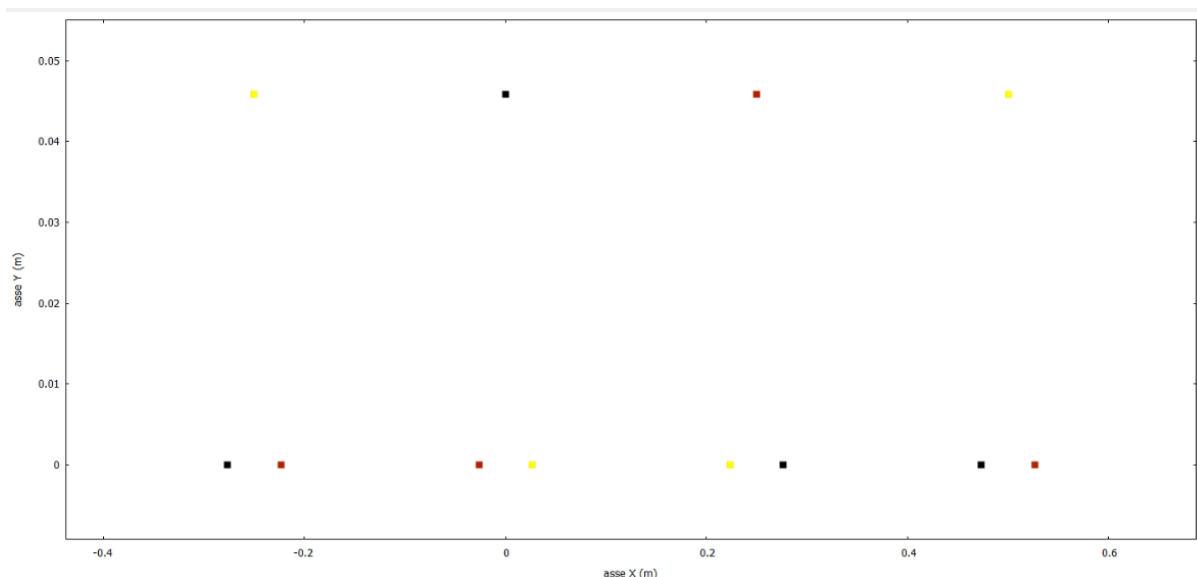



Figura 3. Disposizione cavi MT

Si analizzano i valori di induzione magnetica B , per il cavo precedentemente descritto, lungo gli assi X e Y . Si considera l'induzione magnetica B nella direzione del piano stradale e lateralmente.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 7 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

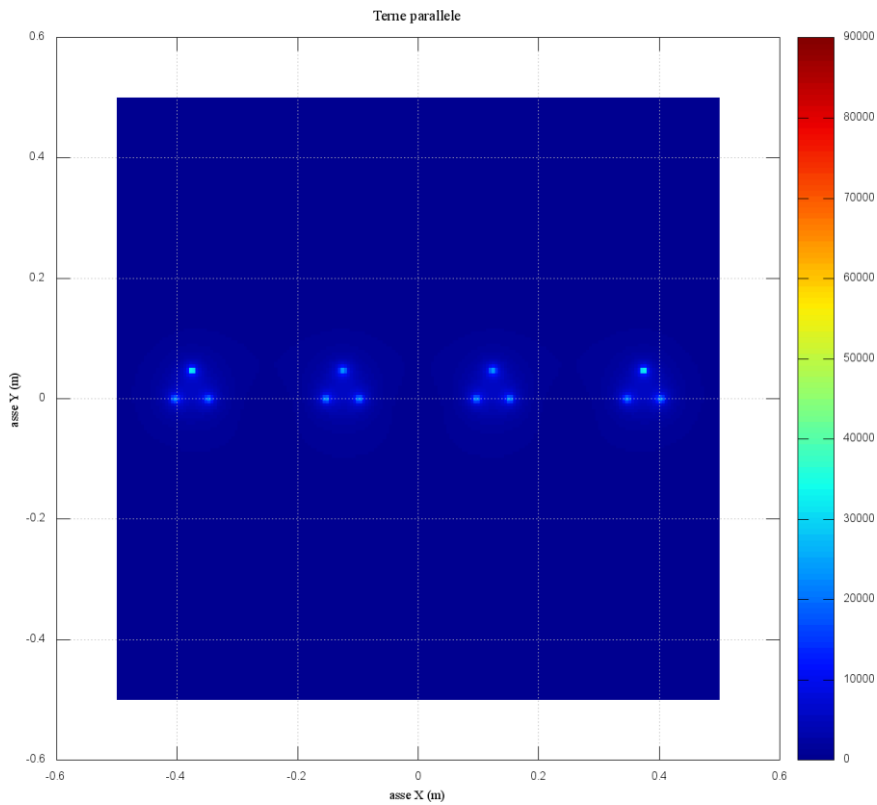


Figura 4. Andamento induzione magnetica B bidimensionale

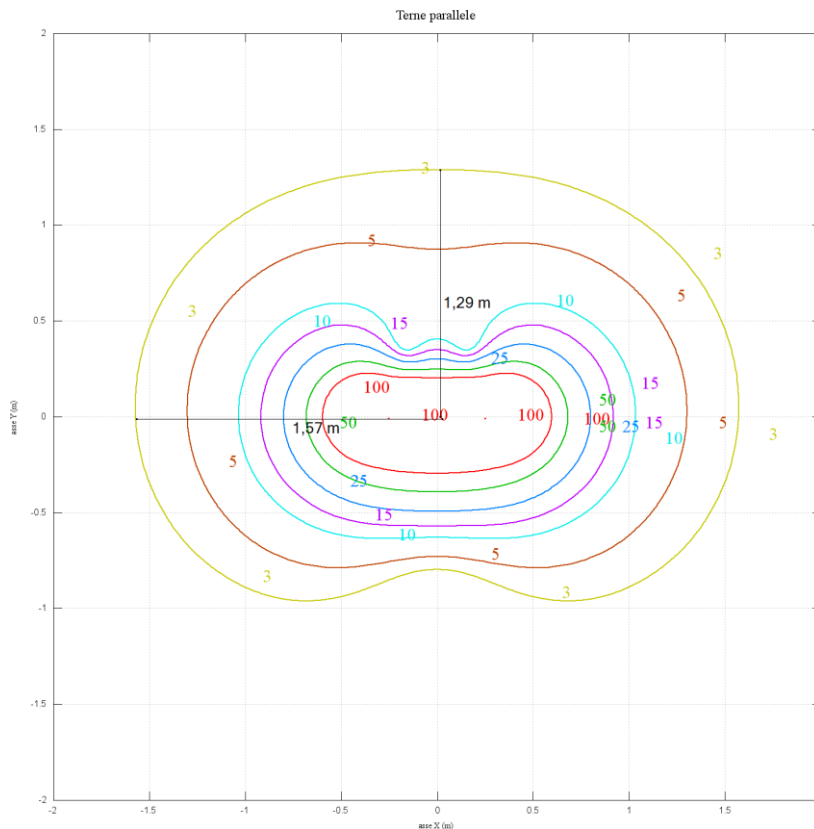



Figura 5. Curve isolivello andamento induzione magnetica B

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 8 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

Dal grafico sopra riportato, è possibile evincere che il valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ è riscontrato al di sotto della quota stradale in quanto viene intercettato ad una distanza di 1.29 m dalla terna dei cavi considerati nella simulazione.

L'analisi effettuata per il cavidotto di media tensione a 15kV è stata condotta valutando i parametri che influenzano l'induzione elettromagnetica generata dalle linee elettriche.

In prossimità di un cavidotto si generano un campo elettrico ed un campo di induzione magnetica. Il campo elettrico di una linea ha un'intensità tanto più elevata quanto più aumenta la sua tensione di esercizio. Per limitare gli effetti del campo elettrico è frequente la scelta di utilizzare, come nel caso in esame, dei cavi dotati di schermo metallico e pertanto la risultante del campo elettrico esterno è nulla.

Il campo di induzione magnetica invece, dipende principalmente da:

- corrente circolante nei cavi (aumenta con l'aumentare della corrente);
- distanza dai conduttori (diminuisce con l'aumentare della distanza);
- disposizione spaziale e reciproca dei conduttori.

Di seguito il grafico che mostra l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dai conduttori.

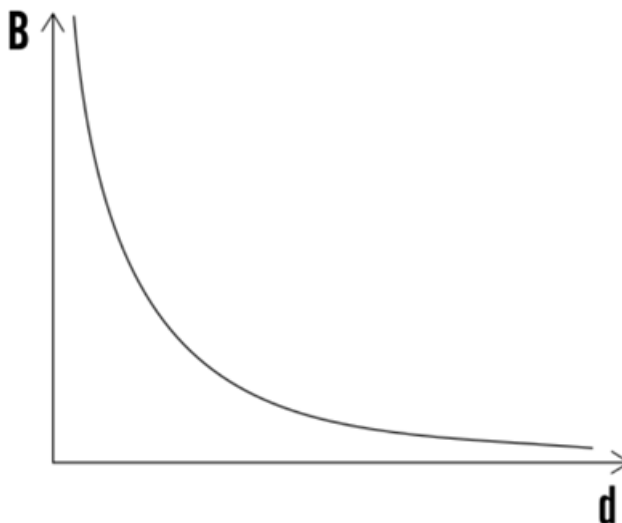



Figura 6. Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dai conduttori

Pertanto, supponendo costanti i parametri di corrente e la disposizione spaziale e reciproca dei conduttori del cavidotto, con l'inserimento della TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) nel percorso di connessione della Centrale con la SSE Utente 132/15kV, l'unico parametro variabile risulta l'aumento della distanza dei conduttori dal piano stradale.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 9 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

Attenendoci al grafico di Fig. 6, il valore di campo magnetico generato dai cavi posati in TOC e misurato sul piano stradale risulterà sempre minore rispetto alla casistica analizzata e descritta dalla Fig. 5.

Fiancheggiamento ponte - 4 terne 4x(3x1x630)mmq

L'attraversamento dell'interferenza idraulica verrà risolto posando i cavi su passerella in acciaio zincato, ancorata alla struttura ponte come mostra la seguente immagine:

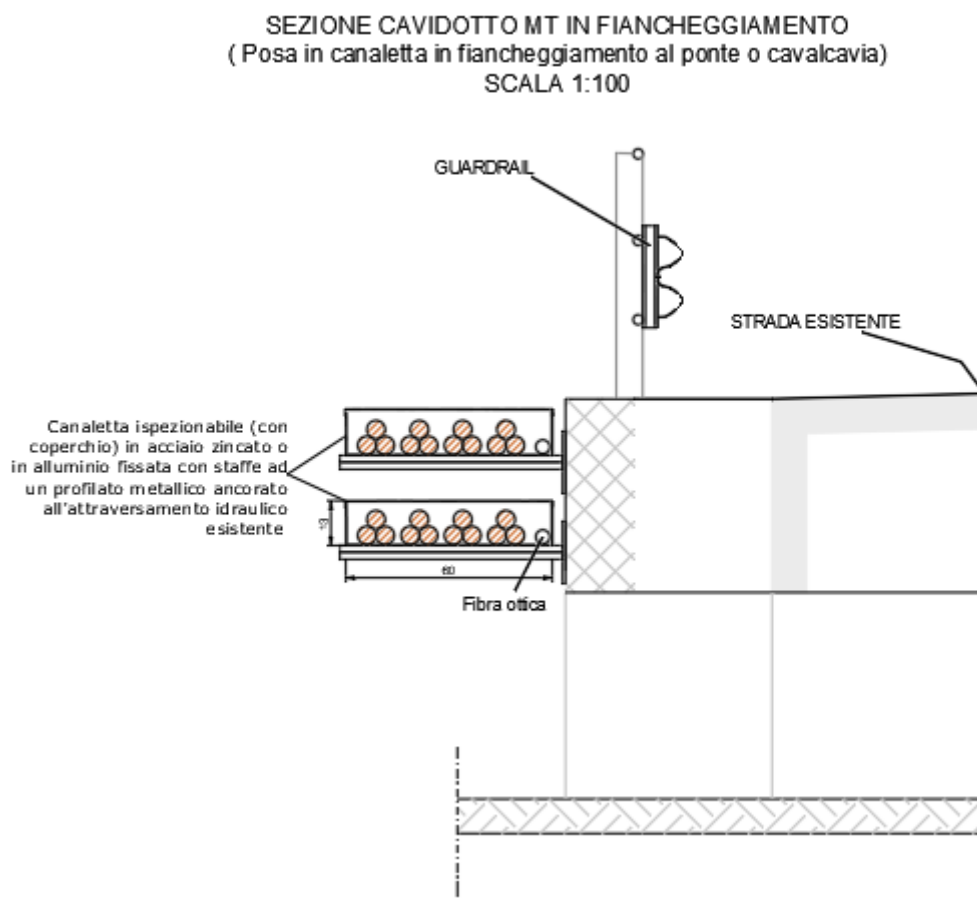



Figura 7. Tipologico sezione caavidotto MT in fiancheggiamento al ponte/cavalcavia

Come per il caso precedente, la sezione del cavo considerata nell'analisi di induzione dei campi elettromagnetici è di 630mmq ed ogni terna sarà interessata da una corrente di 390A.

La geometria dei cavi MT, per come disposti sulla passerella, è la seguente:

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 10 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

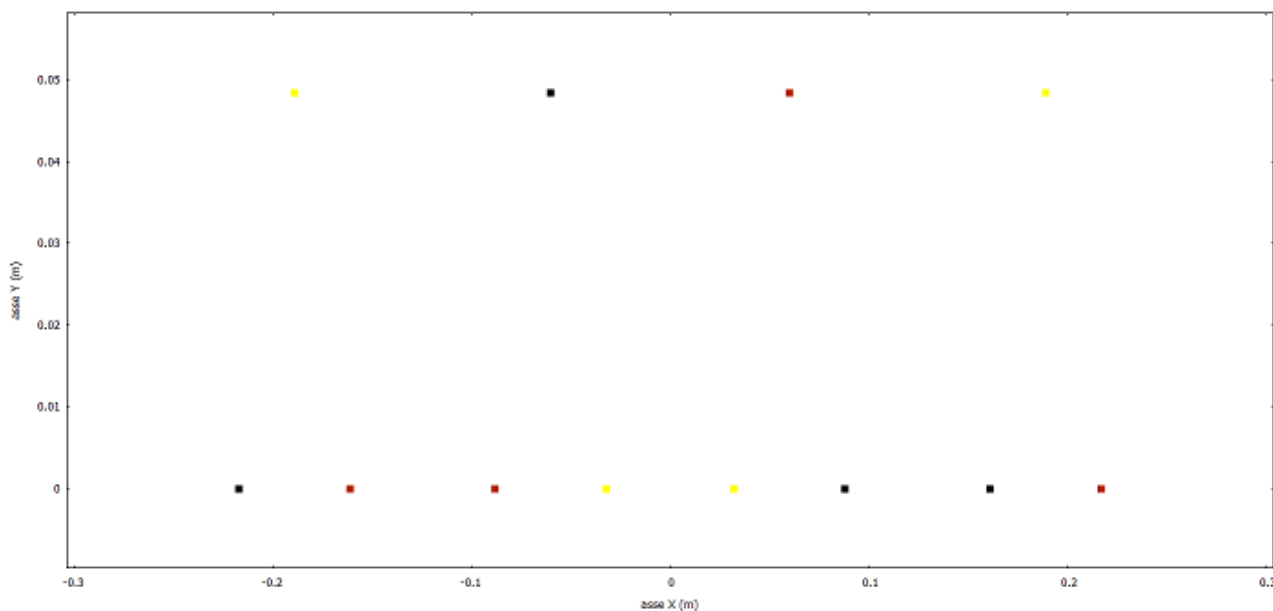


Figura 8. Disposizione dei cavi MT su passerella

Siccome nel caso in analisi le terne dei cavi MT non saranno interrate si preferisce analizzare i valori di induzione magnetica B lungo gli assi X e Y, intercettando sia il valore di $B=3 \mu\text{T}$ (obiettivo di qualità) sia il valore di $10 \mu\text{T}$ (soglia di attenzione):

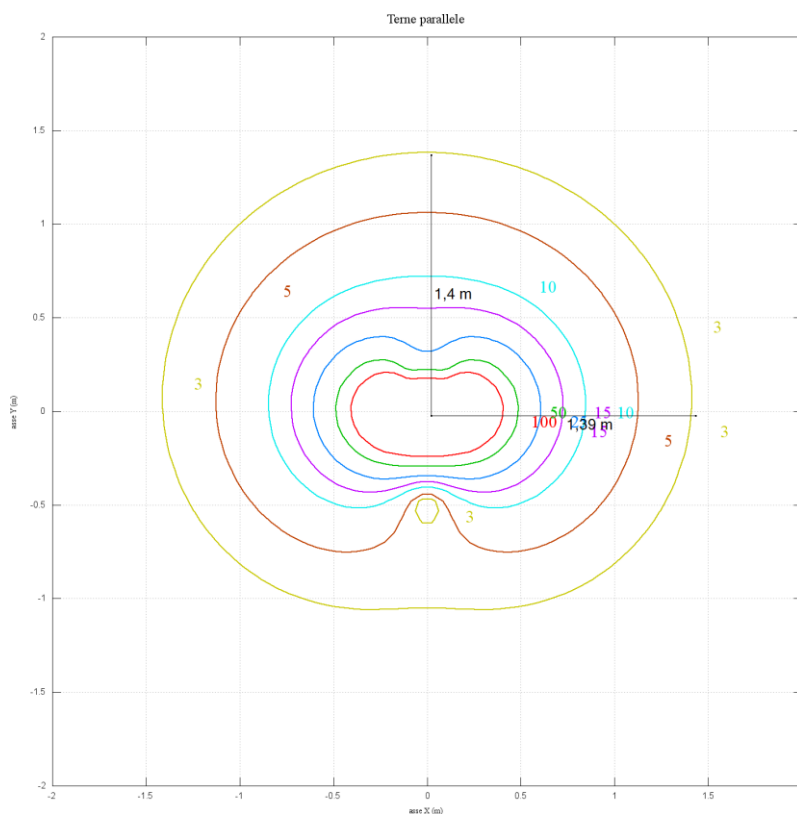



Figura 9. Curve isolivello andamento induzione magnetica B dei cavi posati su passerella

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 11 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

Dal grafico sopra riportato, è possibile evincere che il valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ si ottiene, rispetto al punto $X=0$ di riferimento, ad una distanza di 1.4 m lungo l'asse delle Y e ad una distanza di 1.39 m lungo l'asse delle X.

L'immagine seguente rappresenta la sovrapposizione della curva di isolivello $B=3 \mu\text{T}$ generata dai cavi posati su passerella con il tipologico della sezione dei cavi MT in fiancheggiamento al ponte:

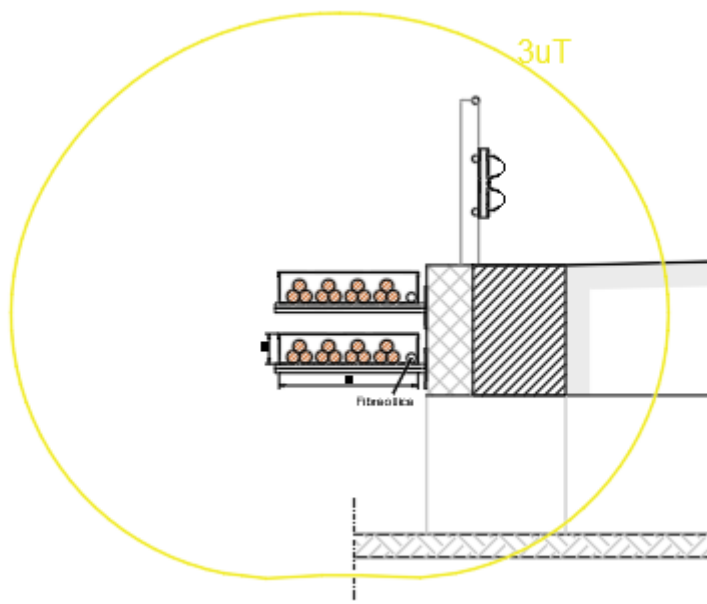



Figura 10. Sovrapposizione della curva di isolivello di $B=3\mu\text{T}$ con tipologico sezione cavidotto MT su passerella ancorata al ponte

Con riferimento alla Tab. 1, consideriamo il fatto che non siano presenti nel raggio di brevi distanze obiettivi sensibili, né aree di gioco per l'infanzia, né aree abitative, né aree scolastiche, né luoghi adibiti a permanenze per più di quattro ore giornaliere nel luogo in esame; tenendo in conto il limite di attenzione, ossia $10 \mu\text{T}$, si può rilevare che, rispetto al baricentro del piano di posa dei cavi, esso si trovi ad una distanza di 0.72m lungo l'asse Y e ad una distanza di 0.81m lungo l'asse delle X, come mostrato in figura :

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 12 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

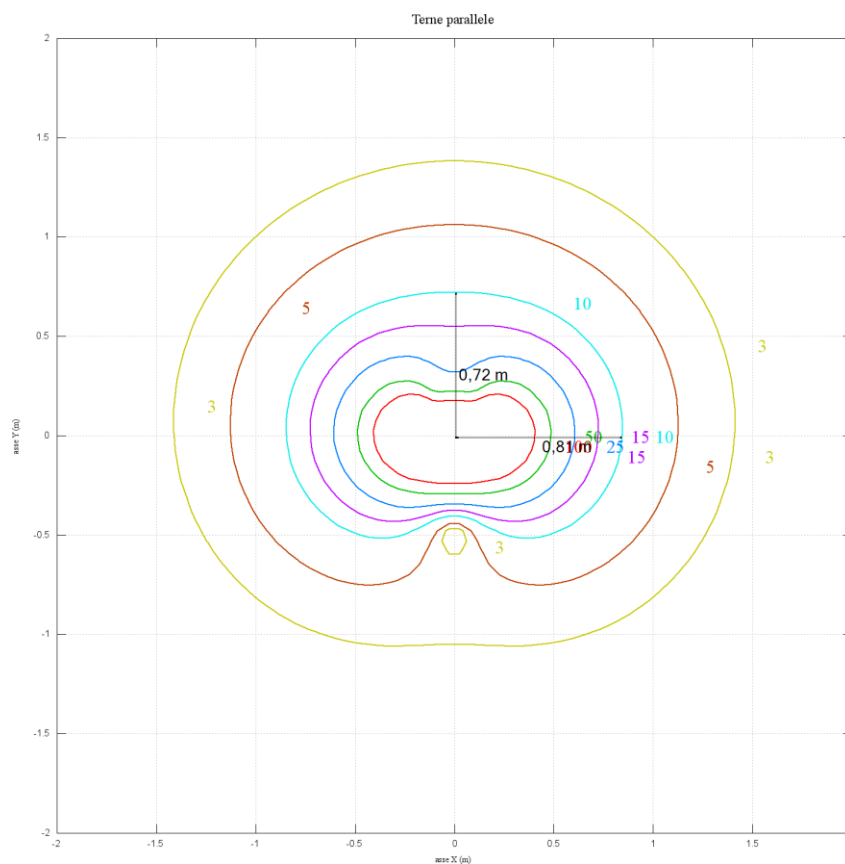



Figura 11. Curve isolivello andamento induzione magnetica B dei cavi posati su passerella con indicazione distanze dei cavi dalla curva di valore $B=10\mu\text{T}$

Pozzetti di giunzione - 4 terne 4x(3x1x630)mmq

La giunzione dei cavi MT avverrà in appositi pozzetti in calcestruzzo come mostrato nel tipologico della sezione riportata nella seguente immagine:

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 13 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

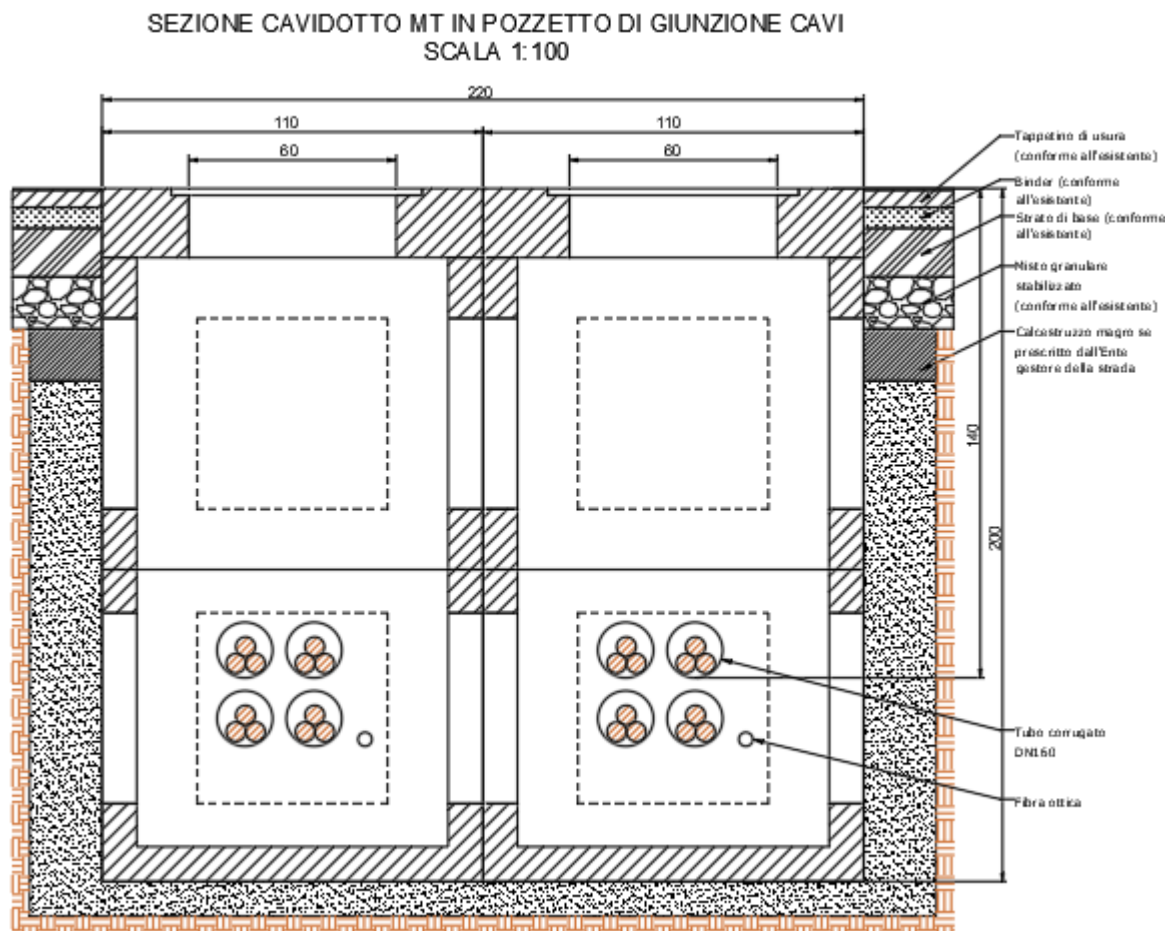



Figura 12. Tipologico sezione cavidotto MT in pozzetto di giunzione cavi

Dalla Fig.12 è possibile notare che le quattro terne di cavi attivi saranno suddivise in due pozzetti, ma la loro giunzione sarà realizzata circa alla stessa profondità di posa del cavo, ossia ad una quota di 1.40 m dal piano di riferimento. Dall'analisi di induzione elettromagnetica generata dal cavidotto MT all'interno del pozzetto è possibile evincere che il valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ si ottiene ad una distanza di 1.53 m lungo l'asse delle Y e ad una distanza di 1.91 m lungo l'asse delle X, rispetto al punto $X=0$ di riferimento.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 14 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

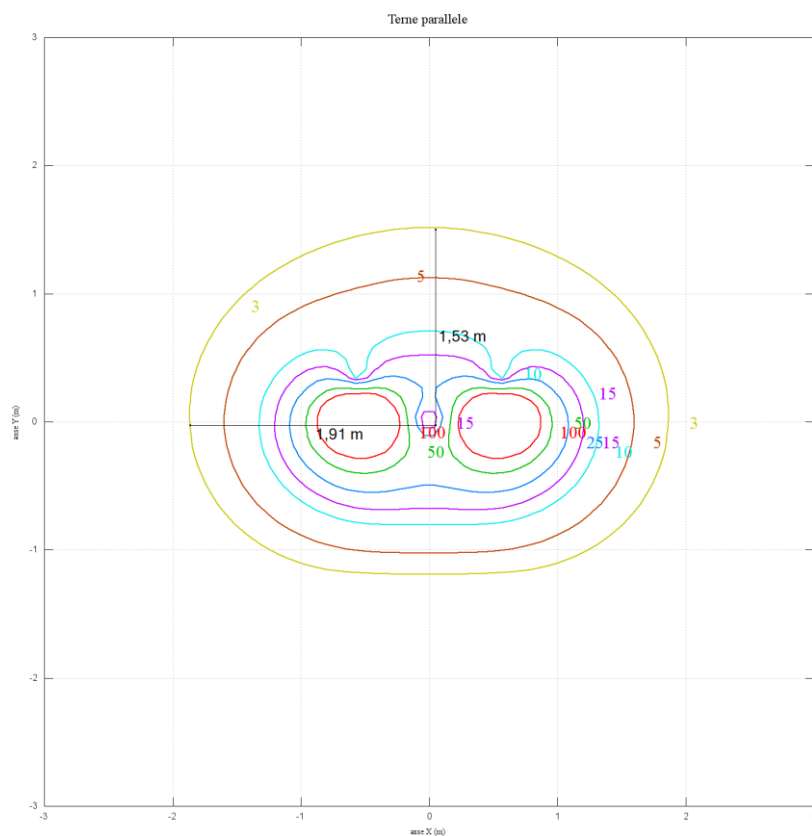



Figura 13. Curve isolivello andamento induzione magnetica B dei cavi MT posati nel pozzetto di giunzione

L'obiettivo di qualità sarà raggiunto ad una quota di $Y = 0.13$ m al di sopra del piano di calpestio.

4. CONCLUSIONI

Le norme vigenti in materia citano: “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 $3 \mu\text{T}$ per il valore dell’induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” **Art. 4 comma 1 D.P.C.M. 23/07/2003**. Non ricadendo in nessuno dei casi sopra riportati, 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 $100 \mu\text{T}$ per l’induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.”

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 016708DELB21853	Identificativo documento Progettista 08-EA-E-44003	Indice Rev.		Foglio di Fogli 15 / 15
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	02	

La soglia limite da rispettare per il progetto in esame, pertanto, è pari a $100\mu\text{T}$, valore dal quale siamo abbondantemente lontani, considerando il valore di induzione magnetica alla quota stradale di 1,36m.

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

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