

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION			RELAZIONE TECNICA									
			Documento / Document no. PBITC00303					Pagina Sheet 1 di of 12				
PROGETTO Project	CAPACITY STRATEGY ITALY										Indice Sicurezza Security Index	
Riservato Aziendale												
TITOLO Title	Centrale "Edoardo Amaldi" di La Casella Relazione sui campi elettromagnetici											
CLIENTE Client	ENEL										Riservato aziendale	
JOB no.	Document no.									
INOLTRO AL CLIENTE Client Submittal	<input type="checkbox"/> PER APPROVAZIONE For Approval			<input checked="" type="checkbox"/> PER INFORMAZIONE For Information Only				<input type="checkbox"/> NON RICHiesto Not Requested				
SISTEMA System	00B	TIPO DOCUMENTO Document Type	TA	DISCIPLINA Discipline	G	FILE File	PBITC00303.doc					
REV 00	DESCRIZIONE DELLE REVISIONI / Description of Revisions											
Prima emissione												
00	24.05.2020	SP	3E Ingegneria	SARTORIELLO				SORBILLO			MARLETTA	
Rev.	Data Date	Scopo Purpose	Preparato Prepared by	Collaborazioni Co-operations				Approvato Approved by			Emesso Issued by	

Questo documento è confidenziale e potrebbe contenere informazioni considerate riservate in base alla legge. Qualora fosse stato ricevuto per errore si prega di informare tempestivamente il mittente e di distruggere la copia in proprio possesso. Il presente documento deve pertanto essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto e ne è vietata qualsiasi forma di riproduzione senza esplicita autorizzazione. Ogni uso improprio può costituire una violazione dell'obbligo di confidenzialità.

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20 Pagina 2 di Sheet of 12

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4.	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	6
4.1	LINEA IN CAVO INTERRATO A 380 kV	6
5.	FASCE DI RISPETTO	10
5.1	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto	10
5.1.1	Correnti di calcolo	10
5.1.2	Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)	10
5.2	ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI	11
6.	CONCLUSIONI	11

	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20 Pagina Sheet 3 di of 12

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche facenti capo alla nuova stazione in oggetto e connesse ad essa, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

In particolare saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute al cavidotto interrato a 380 kV di connessione tra la nuova stazione GIS della Centrale e l'esistente stazione elettrica 380/132 kV "La Casella ST". Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

Nel presente studio è stata presa in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] 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".
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"
- [3] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- [4] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- [5] 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."
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"

	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20 Pagina 4 di 12 Sheet of

3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel 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", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"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 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"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. 3, comma 2];

"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". [art. 4]

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

Questo documento è confidenziale e potrebbe contenere informazioni considerate riservate in base alla legge. Qualora fosse stato ricevuto per errore si prega di informare tempestivamente il mittente e di distruggere la copia in proprio possesso. Il presente documento deve pertanto essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto e ne è vietata qualsiasi forma di riproduzione senza esplicita autorizzazione. Ogni uso improprio può costituire una violazione dell'obbligo di confidenzialità.

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20
		Pagina Sheet 5 di of 12

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1-3	60	0.2	-
>3 – 3000	20	0.05	1
>3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 2 Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Tabella 3 Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20 Pagina 6 di Sheet of 12

4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

4.1 LINEA IN CAVO INTERRATO A 380 KV

Ciascun cavo d'energia a 380 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio di sezione indicativa pari a circa 2500 mm², schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata e rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20 Pagina 7 di 12 Sheet of

DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	2500 mm ²
Materiale del conduttore	Rame
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Alluminio
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	400 kV

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20
		Pagina Sheet 8 di of 12

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"cross bonding" o "single point-bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna in Piano
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

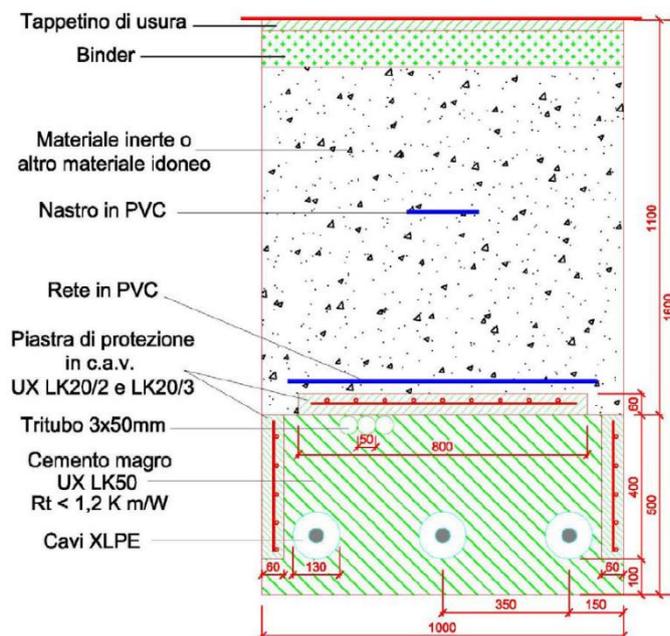


Figura 1: Sezione tipica di posa per una terna a 380 kV

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto. Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transiente nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede la posa dei cavi in piano distanziati di 35 cm ad una profondità di 1,6 m, con un valore di corrente pari a 1600 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Questo documento è confidenziale e potrebbe contenere informazioni considerate riservate in base alla legge. Qualora fosse stato ricevuto per errore si prega di informare tempestivamente il mittente e di distruggere la copia in proprio possesso. Il presente documento deve pertanto essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto e ne è vietata qualsiasi forma di riproduzione senza esplicita autorizzazione. Ogni uso improprio può costituire una violazione dell'obbligo di confidenzialità.

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20
		Pagina Sheet 9 di of 12

Non è rappresentato il campo elettrico prodotto dalle linee in cavo, poiché nei cavi schermati il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

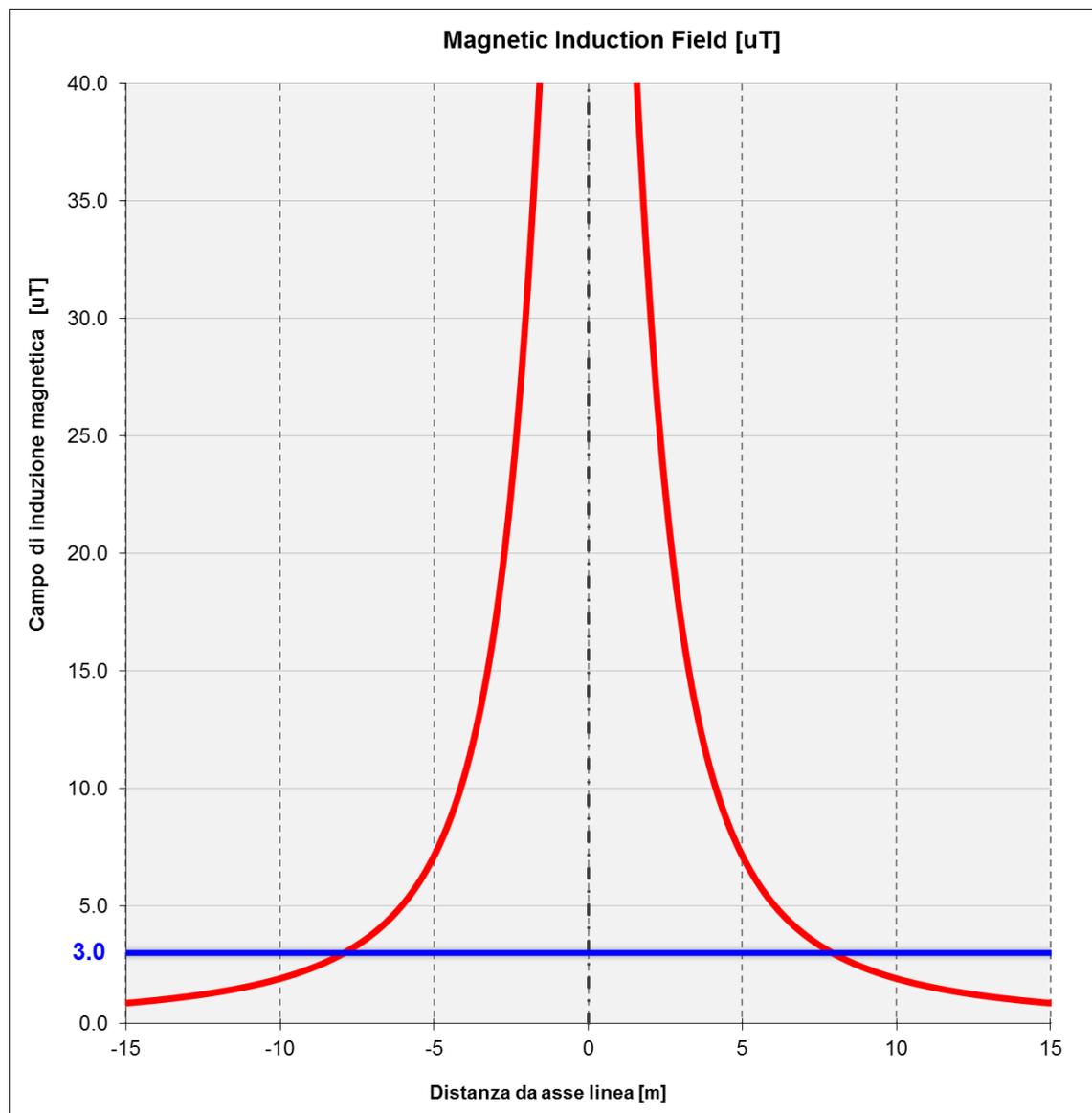


Figura 2: Andamento dell’induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT

Il limite di 3 μT si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall’asse linea di circa 8 m. Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20
		Pagina Sheet 10 di of 12

5. FASCE DI RISPETTO

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l’applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per la linea in oggetto.

5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

5.1.1 CORRENTI DI CALCOLO

Ai sensi dell’art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la *portata in corrente in servizio normale* relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (periodo freddo).

Per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

Nei casi in esame (Zona A) la portata in corrente del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a 870 A per il livello di tensione a 150 kV.

Nel caso dei cavi interrati per il calcolo si considera la portata massima per la sezione data, senza correzioni dovute alle condizioni di posa. Nel caso del cavo a 380 kV da 2500 mm² in oggetto, la corrente massima da considerare è 1600 A.

5.1.2 CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come “*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 di Dpa si trovi all’esterno delle fasce di rispetto*”.

Ai fini del calcolo della DPA per la linea in oggetto è stato utilizzato un programma sviluppato in aderenza alla norma CEI 211-4; inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003. Nel caso di interferenze o parallelismi con altre linee sono state applicate le formule di cui al Decreto 29 Maggio 2008.

Per la determinazione dell’ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo con software dedicato. Il grafico sottostante mostra i risultati del calcolo delle isolinee di campo nel caso del cavo da 2500 mm² percorso da una corrente pari alla sua portata massima (1600 A).

Il valore di Dpa ottenuto per l’obiettivo di qualità di 3 microT per una terna di cavi a 380 kV da 2500 mm² posati in piano è pari a circa **8 m rispetto all’asse linea**

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20
		Pagina Sheet 11 di of 12

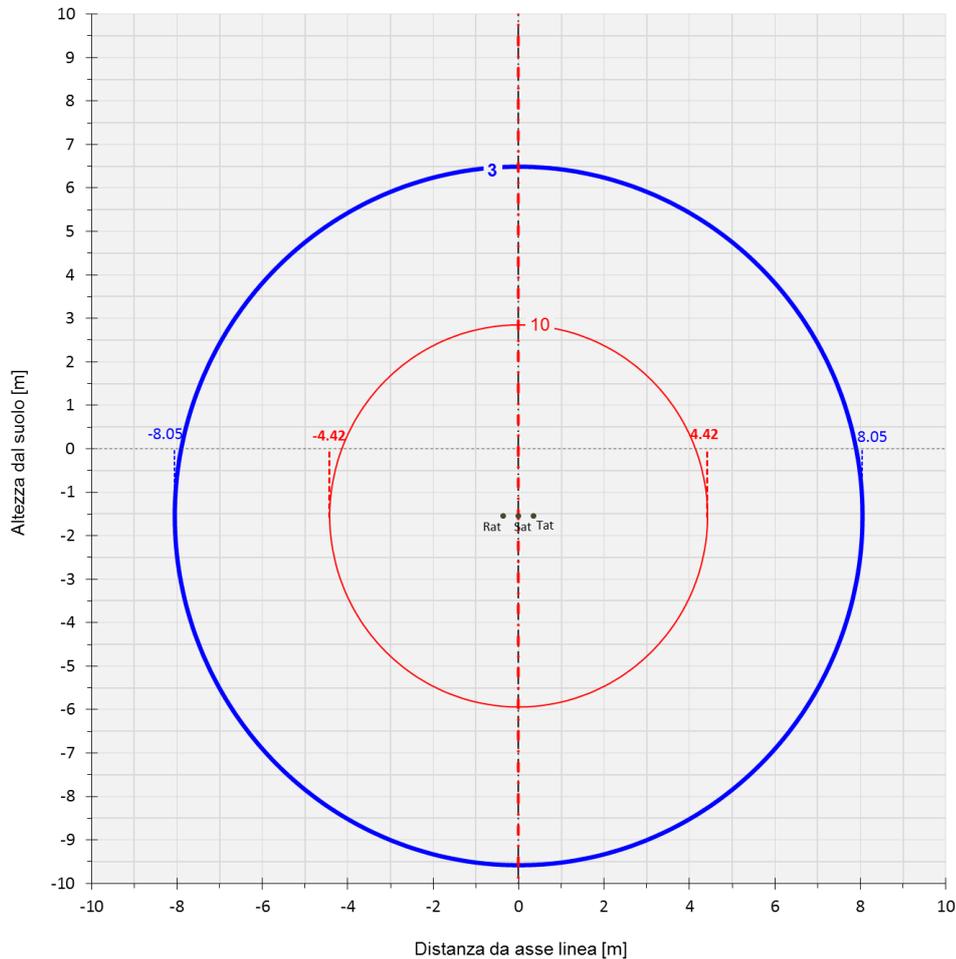


Figura 3: Isolinee dell'induzione magnetica nel caso del cavo interrato da 2500 mm²

5.2 ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

Come mostrato nelle figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di 3 μT ; d'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritta intorno alle opere suddette e, in particolare, ha una semi-ampiezza massima pari a 8 m.

D'altra parte trattandosi di cavidotti che si sviluppano in territori scarsissimamente antropizzati, si può certamente escludere la presenza di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

6. CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei

 ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Capacity Strategy Italy – Relazione sui campi elettromagnetici La Casella	Documento Document no. PBITC00303
	RELAZIONE TECNICA	REV. 00 30.07.20 Pagina 12 di 12 Sheet of

valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz degli elettrodotti". Per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali il valore di induzione magnetica attesa supera gli obiettivi di qualità fissati per legge.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente alla stazione e ad eccezione che in corrispondenza degli ingressi e delle uscite linea, al di fuori della recinzione i valori del campo di induzione magnetica sono inferiori ai limiti di legge.

Per i cavi unipolari AT posati in piano, per i quali sono state calcolate ampiezze della semi-fascia di rispetto pari a 8 m, sulla base della scelta del tracciato si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.