

RELAZIONE TECNICA

**Valutazione Previsionale Impatto Elettromagnetico di un impianto eolico
da realizzarsi in Località S. Annunziata – Comune di Scerni (CH)**

Committente: LCPROGETTI S.R.L. D'INGEGNERIA

Località: VIA DEL GIARDINO, 7/A – COLONNELLA (TE)

FOGGIA, 25.03.2025

Il tecnico
ing. Patrizia Zorzetto



INDICE

1 <u>PREMESSA</u>	3
2 <u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	4
3 <u>DESCRIZIONE IMPIANTO</u>	6
4 <u>CALCOLO DEI CAMPI MAGNETICI</u>	6
4.1 <u>CAMPI Elettromagnetici impianto eolico</u>	6
Cabine di trasformazione	6
5 <u>CAMPI Elettromagnetici opere connessione</u>	7
Elettrodotto MT	7
Linea MT interrata (collegamento aerogeneratore cabina di consegna)	7
Linea MT esterna (collegamento cabina di consegna rete distribuzione).....	9
6 <u>ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI</u>	13



1 PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto eolico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto eolico costituito da un aerogeneratore di potenza nominale pari a 1000 kW e relative opere di connessione.

Tale impianto sorgerà in Località Sant'Annunziata, nel territorio comunale di Scerni (CH). L'aerogeneratore è dotato di una unità di trasformazione posta al suo interno.

Dall'aerogeneratore si arriverà con una linea interrata alla Cabina di Consegna ENEL a cui arriverà la connessione alla rete MT di e-Distribuzione tramite una connessione in linea aerea dalla linea "Boragna".

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alla trasformazione ed ai cavidotti di collegamento.

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 la condizione maggiormente significativa al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

Verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 15m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0m, +1,5m, +2m, +2,5m e +3m dal livello del suolo.

Si fa presente che la quota di +1,5m dal livello del suolo è la quota nominale cui si fa riferimento nelle misure di campo elettromagnetico.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- *Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”. Essa da attuazione in modo organico e adeguato alla Raccomandazione del Consiglio della Comunità Europea 1999/519/CE del 12 Luglio 1999.*
- *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”.*
- *Norma CEI 211-4: “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”*
- *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.”*
- *DM del MATTM del 29.05.2008: “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”*

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 100µT 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 $10\mu\text{T}$, 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 $3\mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]

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

	Intensità campo elettrico (kV/m)	Intensità campo induzione magnetica (μT)
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto eolico trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (circa 1000kW).

3 DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto sorgerà in Località Sant'Annunziata, nel territorio comunale di Scerni (CH).

L'aerogeneratore è dotato di una unità di trasformazione posta al suo interno.

Dall'aerogeneratore si arriverà con una linea interrata alla Cabina di Consegna ENEL a cui arriverà la connessione alla rete MT di e-Distribuzione tramite una connessione in linea aerea dalla linea "Boragna".

La cabina di consegna sarà presa in carico dall'ente distributore.

Il trasformatore di elevazione BT/MT sarà di potenza pari a 1200kVA e sarà alloggiato all'interno dell'aerogeneratore.

4 CALCOLO DEI CAMPI MAGNETICI

4.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO EOLICO

Cabine di trasformazione

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto, l'aerogeneratore è da considerarsi come una cabina elettrica di trasformazione, all'interno della quale, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel cap.5.2.1 e cioè:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

dove:

DPA = distanza di prima approssimazione (m)

I = corrente nominale (A)

x = diametro dei cavi (m)



Considerando che $I = 2000A$ e che la formazione del cavo scelto sul lato BT del trasformatore è $4 \times (2 // 300mm^2)$, con diametro esterno pari a circa 31,2mm, si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 1m.

D'altra parte, nel caso in questione la cabina è posizionata all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata.

5 CAMPI ELETTROMAGNETICI OPERE CONNESSIONE

Elettrodotto MT

È prevista la realizzazione della linea di collegamento interrata fino alla cabina di consegna, per una lunghezza complessiva di circa 1100m.

Linea MT interrata (collegamento aerogeneratore cabina di consegna)

Al fine di determinare le condizioni più gravose dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, si è valutato l'impatto prodotto dal cavo di collegamento fra l'aerogeneratore e la cabina di consegna, considerando il carico massimo (trafo 1250kVA).

Ogni linea considerata ha le seguenti caratteristiche:

- | | |
|---|----------------------------|
| • Tensione nominale: | 20.000V |
| • Corrente massima di esercizio del collegamento: | 32A |
| • Formazione dei conduttori: | 3 x 1 x 70mm ² |
| • Tipo di posa: | linea trifase in cavidotto |

La norma CEI 211-6:2001, prima edizione, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", stabilisce che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1).

Per quanto riguarda le linee in cavo ad alta tensione non si ritiene di riportare risultati di calcolo o di misura di campi elettrici, visto che, per le ragioni sopra esposte, i livelli di tali campi sono normalmente del tutto trascurabili.

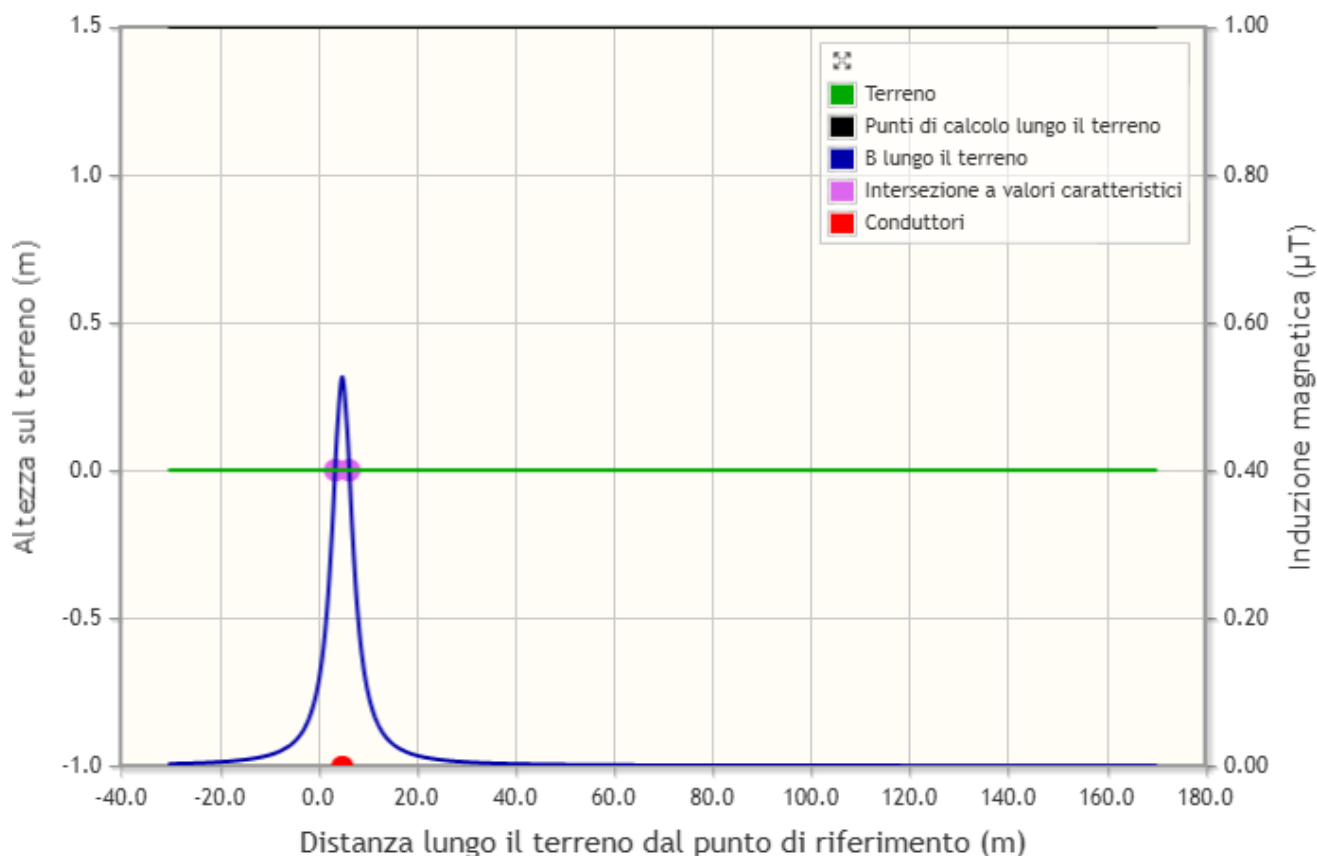
Tale considerazione può essere fatta anche nel caso di media tensione, dato che l'intensità del campo elettrico diminuisce con la diminuzione della tensione della linea.



Le linee in cavo interrato sono invece sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Nel caso di un sistema bilanciato, come quello in esame, considerando le caratteristiche dell'elettrodotto (formazione dei conduttori in posa piatta - profondità di posa della linea 1m) ad una distanza verticale di 1,5 metri dal centro linea (altezza uomo) si avranno le condizioni determinate nel grafico seguente:

Tensione Nominale (V)	Corrente Nominale (A)	Tipologia posa	Formazione	Conduttori
20000	32	Linea in cavidotto	Posa a trifoglio	3x1x70mm ²

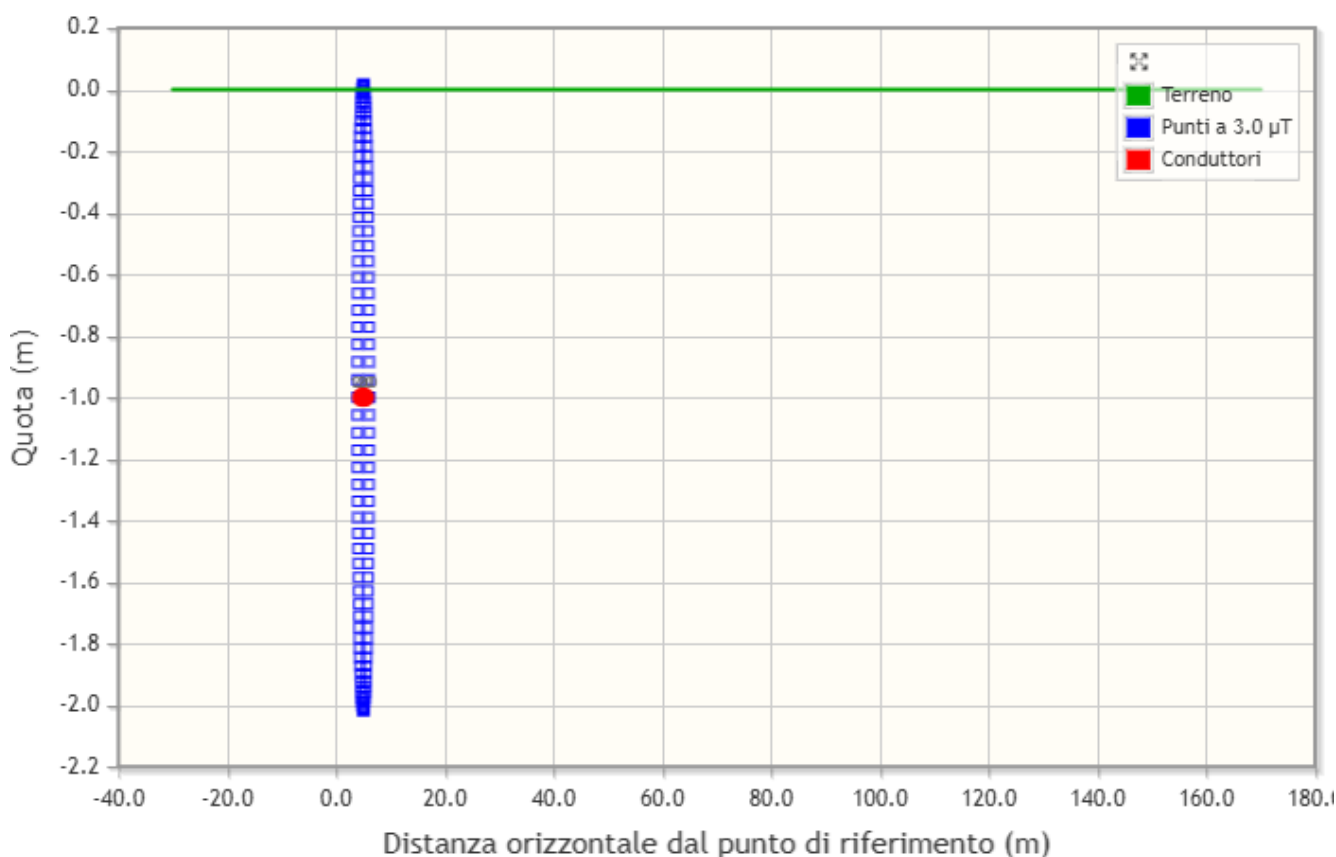


Campo magnetico indotto (µT)	Distanza dalla linea (m)	Campo magnetico preesistente (µT)	Campo magnetico complessivo (µT)	Limite di attenzione (µT)
0,58	1,4	0,07	0,65	10



Il campo elettromagnetico preesistente è stato ipotizzato pari a $0,07\mu\text{T}$, valore tipico per le aree non cittadine.

Si può concludere che il campo elettromagnetico complessivo post operam presenterà ad altezza d'uomo un valore pressoché nullo e nel punto di maggiore intensità un valore massimo **inferiore al limite di attenzione** ($10\mu\text{T} > 0,65\mu\text{T}$).



Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi nullo, considerando anche che:

- ✓ il cavidotto non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- ✓ non si prevede presenza continua di persone lungo la tratta..

La verifica dell'osservanza dei limiti di cui al DPCM 08/07/2003 è dunque da ritenersi soddisfatta.

Linea MT esterna (collegamento cabina di consegna rete distribuzione)

Al fine di determinare le condizioni più gravose dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, si è valutato l'impatto prodotto dal cavo di collegamento fra la cabina di



consegna ed il punto di connessione alle rete di distribuzione, considerando sempre il carico massimo (trafo 1250kVA).

Ogni linea considerata ha le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 20.000V
- Corrente massima di esercizio del collegamento: 32A
- Formazione dei conduttori: 3 x 1 x 150mm²
- Tipo di posa: linea trifase aerea

La norma CEI 211-6:2001, prima edizione, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”, stabilisce che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1).

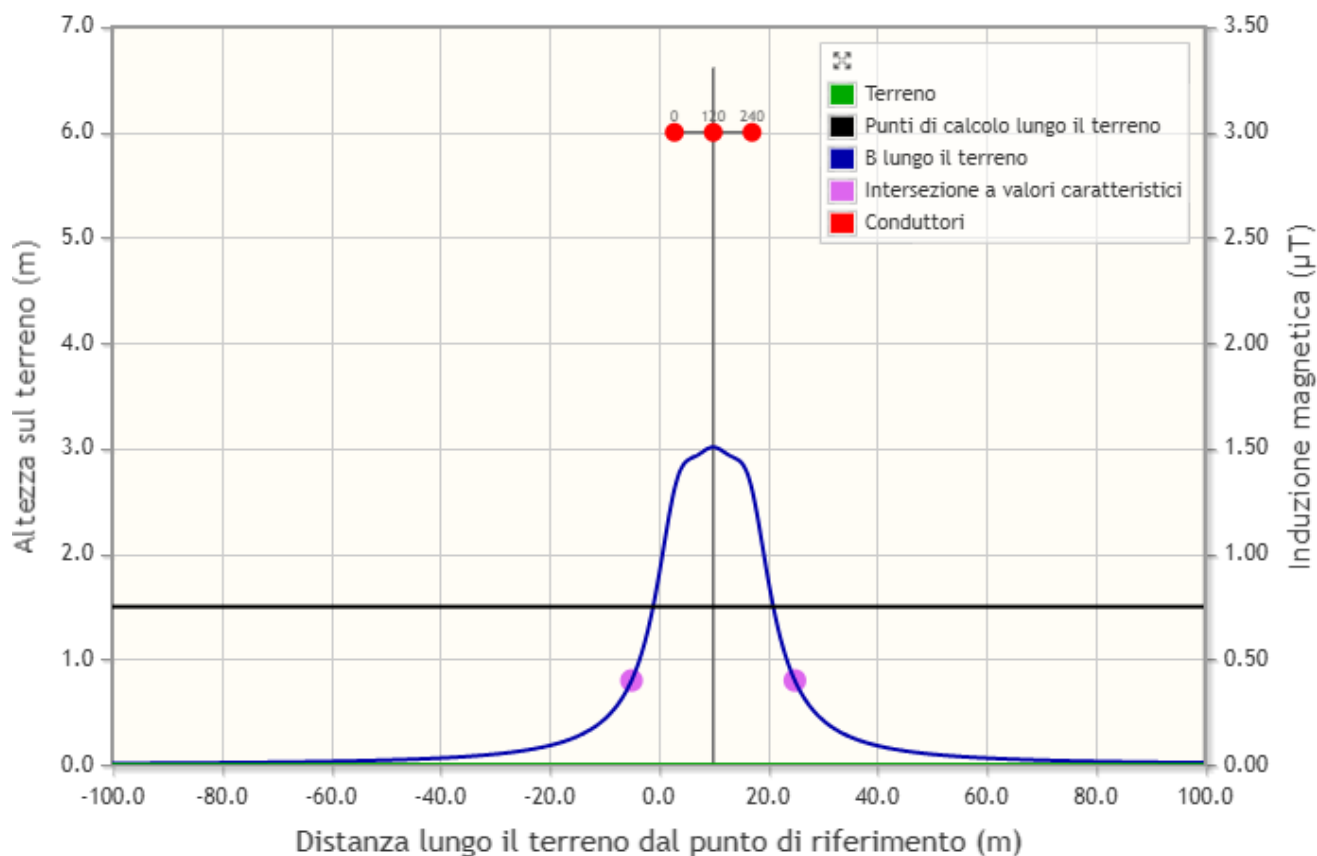
Per quanto riguarda le linee in cavo ad alta tensione non si ritiene di riportare risultati di calcolo o di misura di campi elettrici, visto che, per le ragioni sopra esposte, i livelli di tali campi sono normalmente del tutto trascurabili.

Tale considerazione può essere fatta anche nel caso di media tensione, dato che l'intensità del campo elettrico diminuisce con la diminuzione della tensione della linea.

Le linee in cavo aeree sono invece sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Nel caso di un sistema bilanciato, come quello in esame, considerando le caratteristiche dell'elettrodotto (formazione dei conduttori ad elica) ad una distanza verticale di 1,5 metri dal centro linea (altezza uomo) si avranno le condizioni determinate nel grafico seguente:

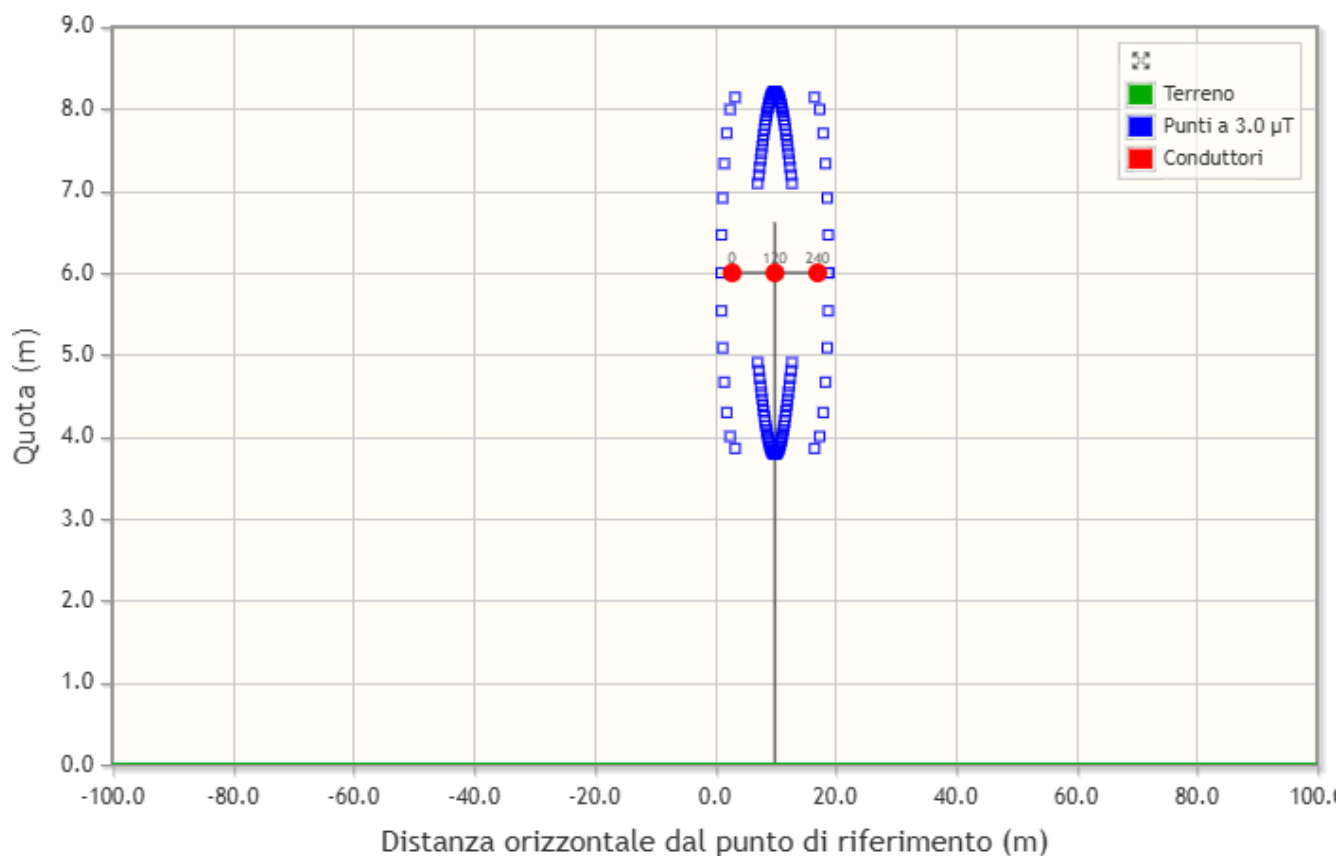
Tensione Nominale (V)	Corrente Nominale (A)	Tipologia posa	Formazione	Conduttori
20000	32	Linea aerea	Posa a elica	3x1x150mm ²



Campo magnetico indotto (μT)	Distanza dalla linea (m)	Campo magnetico preesistente (μT)	Campo magnetico complessivo (μT)	Limite di attenzione (μT)
1,51	1,1	0,07	1,58	10

Il campo elettromagnetico preesistente è stato ipotizzato pari a 0,07μT, valore tipico per le aree non cittadine.

Si può concludere che il campo elettromagnetico complessivo post operam presenterà ad altezza d'uomo un valore pressoché nullo e nel punto di maggiore intensità un valore massimo **inferiore al limite di attenzione** (10μT > 1,58μT).



Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi nullo, considerando anche che:

- ✓ la linea non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- ✓ non si prevede presenza continua di persone lungo la tratta.

La verifica dell'osservanza dei limiti di cui al DPCM 08/07/2003 è dunque da ritenersi soddisfatta.

6 ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica inferiore al valore obiettivo di $3\mu\text{T}$ sia in corrispondenza della linea interrata dall'aerogeneratore alla cabina sia lungo la linea aerea di collegamento alla rete di distribuzione.

Foggia, lì 25/03/25

Il tecnico
Ing. Patrizia Zorzetto

