

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA

Comuni di:
Muro Lucano - Bella - Balvano- Baragiano
LOCALITA' "Monte Raitiello"

PROGETTO DEFINITIVO DI ADEGUAMENTO TECNICO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE - 12 AEROGENERATORI

Progetto originario a 25 aerogeneratori autorizzato con DGR N° 1415 del 23/10/12

Sezione 6:
RELAZIONI SPECIALISTICHE

Titolo elaborato:
RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

N. Elaborato: **6.5**

Scala: -

Proponente

MONTE RAITIELLO Srl

Via della Tecnica, 18 - 85100 - Potenza (PZ)
CF 01531560769
monteraitiello@pec.it

Amministratore Unico
Ing. Donato Macchia

Progettazione




sede legale e operativa
San Martino Sannita (BN) Località Chianarile snc Zona Industriale
sede operativa
Lucera (FG) Via Alfonso La Cava 114, 71036
P.IVA 01465940623
Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista
Dott. Ing. Nicola Forte




Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	OTTOBRE 2023	VC	FDM-PM	NF	EMISSIONE
		sigla	sigla	sigla	
		Elaborazione	Approvazione	Emissione	
Nome File sorgente		GE.AGB01.PDV.6.5.R00.doc	Nome file stampa	GE.AGB01.PDV.6.5.R00.pdf	Formato di stampa A4

 TENPROJECT	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 1 di 33
---	--	---	---

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Norme e documentazione di riferimento	3
3.	Inquadramento normativo	4
4.	Descrizione dell'impianto	6
	4.1 Generalità	6
	4.2 Linee di distribuzione in MT	6
	4.3 Stazione elettrica di utenza 30/150 kV	7
	4.4 Quadro MT di stazione elettrica	7
	4.5 Cabina di raccolta dell'impianto	7
5	Metodologia di calcolo campo magnetico	8
	5.1 Definizioni	8
	5.2 Cenni teorici sul modello utilizzato	8
	5.3 Metodo di calcolo	9
6	Metodologia di calcolo campo elettrico	10
	6.1 Cenni teorici	10
7	Linea in cavo interrato in MT	11
	7.1 Determinazione dei campi magnetici	11
	7.2 Determinazione della distanza di prima approssimazione (DPA)	21
8.	Impatto cumulativo linee interrate	22
9.	Campi elettromagnetici aerogeneratore	22
	9.1 Interferenze elettromagnetiche	22
	9.2 Cabina trasformazione MT/BT	23
10.	Cabina di raccolta dell'impianto	24
11.	Stazione elettrica AT/MT	27
12.	Conclusioni	33

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 2 di 33
---	--	---	---

1. Premessa

La presente relazione riguarda l'adeguamento tecnico che la società Monte Raitiello srl ha deciso di proporre al proprio progetto di impianto eolico già autorizzato con DGR n. 1415 del 23/10/2012 emanato dalla Regione Basilicata.

Nello specifico, con DGR n. 1415 del 23/10/2012 la Regione Basilicata ha autorizzato la costruzione e l'esercizio di un parco eolico di potenza nominale pari a 55,80 MW costituito da 25 aerogeneratori (Parco Eolico) di cui n.18 (da 2,00 MW di potenza ognuna), n.6 (da 3,00 MW di potenza ognuna) e n.1 (da 1,80 MW di potenza ognuna), da ubicare alla località "Monte Raitiello" in agro del Comune di Muro Lucano (PZ) e, delle relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili di collegamento (Impianti di rete e di utenza) alla RTN gestita da Terna Rete Italia S.r.l. localizzate nel Comune di Balvano (PZ).

La proposta di adeguamento tecnico dell'impianto eolico autorizzato consiste in:


- Riduzione del numero di aerogeneratori (da 25 a 12)
- Cambio del modello di aerogeneratore (passaggio dal modello Vestas V90 con diametro 90 m e altezza al mozzo 95 m, al Vestas V136 con diametro 136 m e altezza al mozzo 82 m), mantenendo invariato il posizionamento degli aerogeneratori con incremento della potenza unitaria di macchina. È prevista, infatti, l'installazione di 12 aerogeneratori di potenza nominale pari a 4.5 MW.

L'adeguamento tecnico proposto contempla, dunque, la diminuzione sia del numero degli aerogeneratori che delle opere connesse. Esso, inoltre, determina un aumento della produzione. Pertanto, risulta perfettamente in linea con le finalità, di miglioramento del rendimento e delle prestazioni ambientali, indicate all'art.6, comma 9, del D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152.

La diminuzione del numero di aerogeneratori è anche perfettamente in linea con la Strategia Energetica Nazionale 2017 adottata con D.M. del 10/11/2017 del MISE e del MASE (al tempo MAATM - paragrafo "Fonti rinnovabili, consumo di suolo e tutela del paesaggio") e con la politica energetica che esprimono chiaramente il favore, sia a livello nazionale che regionale, per l'utilizzo di macchine di potenza unitaria maggiore, in quanto consentono minor consumo del territorio e minor impatto paesaggistico.

In definitiva, in ragione del fatto che l'adeguamento tecnico proposto non comporta impatti ambientali significativi e negativi, è stata predisposta tutta la documentazione per l'espletamento della valutazione preliminare di cui all'art. 6, comma 9 del D.Lgs. 152/2006 e ss.m.ii presso il MASE.

La relazione è stata redatta al fine di determinare i valori di campo elettrico e campo magnetico attesi (calcolo previsionale) e la valutazione degli effetti ambientali conseguenti ai sensi della legge 36/01 e DPCM 08/07/2003.

 TENPROJECT	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 3 di 33
---	--	---	---

2. Norme e documentazione di riferimento

- 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, valori di attenzione ed 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, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT.
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.
- CEI 20-21 “Calcolo della portata di corrente” (IEC 60287).
- 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 I”.
- "La protezione dai campi elettromagnetici" - Edizione TNE.
- "Inquinamento elettromagnetico" - P. Bevitori et al. - Maggioli Editore.
- "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" - Edizione Maggioli Editore.
- GE.AGB01.PDV.3.1.R00 - Inquadramento su carta tecnica regionale con confronto layout autorizzato e layout di variante;
- GE.AGB01.PDV.3.2.R00 - Inquadramento su planimetria catastale con confronto layout autorizzato e layout di variante;
- GE.AGB01.PDV.4.1.R00 - Schema elettrico unifilare dell'impianto eolico.

3. Inquadramento normativo

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radiobase, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- Effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti;
- Effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

È importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella 1 le definizioni inserite nella legge quadro).


Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
Valori di attenzione	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29.08.2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);
- Le fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 5 di 33
---	--	---	---

08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.

Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Il valore di attenzione di 10 μT si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.


L'obiettivo di qualità di 3 μT si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100 μT per lunghe esposizioni e di 1000 μT per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA, ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, *"La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"*.

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio" (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

	<p align="center">RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</p>	<p>Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 6 di 33</p>
---	--	--	--

4. Descrizione dell'impianto

4.1 Generalità

I campi a frequenze estremamente basse (ELF), quali quelli che si manifestano nell'esercizio delle linee elettriche, sono quelli con frequenze fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi (6000 km a 50 Hz e 5000 km a 60 Hz) e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e sono calcolati e misurati separatamente.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in Tesla (T), milliTesla (mT) o microTesla (μ T). I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza e non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune che ne vengono facilmente attraversati.

Le opere elettriche di impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettrico e magnetico sono di seguito descritte:

- Il cavidotto in MT di collegamento tra gli aerogeneratori;
- Il cavidotto in MT di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione elettrica 30/150 kV;
- La sezione in media ed alta tensione all'interno della stazione elettrica 30/150 kV;
- La sezione in media ed alta tensione all'interno della cabina di raccolta 30 kV.


4.2 Linee di distribuzione in MT

Gli aerogeneratori sono connessi tra di loro da una rete di distribuzione in cavo interrato esercita in media tensione a 30 kV, costituente il collegamento interno.

Le cabine di raccolta dell'impianto sono connesse alla stazione elettrica attraverso una rete di distribuzione in media tensione a 30 kV, costituente il collegamento esterno.

I cavi MT utilizzati per le linee elettriche interrate saranno del tipo pre-cordato¹ ad elica visibile o "trifoglio", per sezioni del conduttore fino a 185 mm², mentre per sezioni del conduttore superiore a 185 mm² verranno utilizzati cavi unipolari, disposti a "trifoglio" (triangolo equilatero), adatti a posa interrata, con conduttori in Al ed mescola di polietilene reticolato, nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale e guaina in polietilene e protezione meccanica con materiale polimerico (Air Bag). I cavi previsti sono destinati a sistemi elettrici di distribuzione con $U_o/U=18/30$ kV e tensione massima $U_m=36$ kV, sigla di designazione ARE4H5(AR)EX.

¹ I cavi MT ad elica visibile (di tipo pre-cordato) sono esclusi dalla metodologia di calcolo prevista dalla normativa di riferimento. Tuttavia al fine di dare evidenza dei rischi dovuti all'induzione magnetica ed al campo elettrico vengono di seguito esposti i risultati anche per cavi di questa tipologia.

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 7 di 33
---	--	---	---

La sezione dei singoli cavi componenti le terne, presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

Tabella 3: Caratteristiche dimensionale ed elettriche dei cavi MT.

Sezione conduttore	Diametro conduttore	Spessore Isolante	Diametro cavo	Portata al limite termico
[mm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[A]
3x1x95	11,4	8	36,6	252
3x1x185	15,8	8	41,4	364
3x1x630	30,5	8	58,7	703

4.3 Stazione elettrica di utenza 30/150 kV


La stazione elettrica di utenza sarà costituita da un'area chiusa composta da un locale comando e controllo, locale BT, locale MT (contenente i quadri MT, il trasformatore MT/BT) con una sezione di arrivo MT dall'impianto eolico; una sezione di trasformazione MT/AT ed una sezione di partenza in AT per la consegna dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale.

4.4 Quadro MT di stazione elettrica

All'interno della cabina di stazione sono ubicati i quadri in MT, per la protezione ed il sezionamento delle linee elettriche in arrivo dal parco eolico e in partenza verso il trasformatore di potenza AT/MT.

4.5 Cabina di raccolta dell'impianto

All'interno della cabina di raccolta dell'impianto sono presenti le apparecchiature di media tensione (quadri MT), per la protezione ed il sezionamento delle linee elettriche, che collegano il parco eolico alla cabina ed alla stazione elettrica, il quadro di bassa tensione ed il trasformatore per i servizi ausiliari.

	<p style="text-align: center;">RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</p>	<p>Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 8 di 33</p>
---	---	--	--

5 Metodologia di calcolo campo magnetico

5.1 Definizioni

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto" si introducono le seguenti definizioni:

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

Spazio circostante un 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.

Distanza di prima approssimazione (DPA)

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. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.


5.2 Cenni teorici sul modello utilizzato

L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a (NR-1), può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, NR è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3), i la corrente, C_k il conduttore generico, $d\vec{l}$ un suo tratto elementare, r la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire

	<p style="text-align: center;">RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</p>	<p>Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 9 di 33</p>
---	---	--	--

facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli.

Indicato con **Q** il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con **P_k** il punto dove il generico conduttore **C_k** interseca la *sezione normale*, e con **I_k** la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse **z** nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$


La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni terna.

5.3 Metodo di calcolo

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basato sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (DPA).

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 10 di 33
---	--	---	--

6 Metodologia di calcolo campo elettrico

6.1 Cenni teorici


In generale, per il calcolo del campo elettrico si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. In altre parole, per ogni conduttore reale, sia attivo che di guardia, andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano di terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta rispetto a quella del medesimo conduttore reale.

In particolare, il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \vec{u}_r$$

Dove:

- λ = densità lineare di carica sul conduttore
- ϵ_0 = permittività del vuoto
- d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo
- u_r = versore unitario con direzione radiale al conduttore

	<p align="center">RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</p>	<p>Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 11 di 33</p>
---	--	--	---

7 Linea in cavo interrato in MT

7.1 Determinazione dei campi magnetici

Per la realizzazione dei cavidotti di collegamento, sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre, la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo in prossimità dei cavi.

Le simulazioni di seguito elencate, rappresentano le condizioni peggiori del calcolo della DPA dell'intero impianto, in quanto le simulazioni sono state effettuate considerando il maggiore numero di terne e la maggiore sezione dei conduttori.

In particolare, sia per il cavidotto interno che per il cavidotto esterno, come condizione peggiorativa ai fine del calcolo della DPA si sono determinate la seguente simulazione:

In dettaglio saranno simulati i seguenti tratti di cavidotto alla tensione nominale di 30 kV:

- **S1:** una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione 95 mm² percorsa da corrente massima pari a 252 A ed interrata ad una profondità di 1,2 m;
- **S2:** una terna di conduttori di sezione 95 mm² ed una terna di sezione 185 mm², disposti a trifoglio, percorse rispettivamente da corrente massima pari a 252 A e 364 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S3:** due terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione 630 mm² percorsa da corrente massima pari a 703 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S4:** una terna di conduttori di sezione 185 mm² ed una terna di sezione 630 mm², disposti a trifoglio, percorse rispettivamente da corrente massima pari a 364 A e 703 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S5:** tre terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione 630 mm² percorsa da corrente massima pari a 703 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S6:** quattro terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione 630 mm² percorsa da corrente massima pari a 703 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;

I valori del campo magnetico sono stati misurati ad altezza conduttori, al suolo e ad 1 m dal suolo. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.

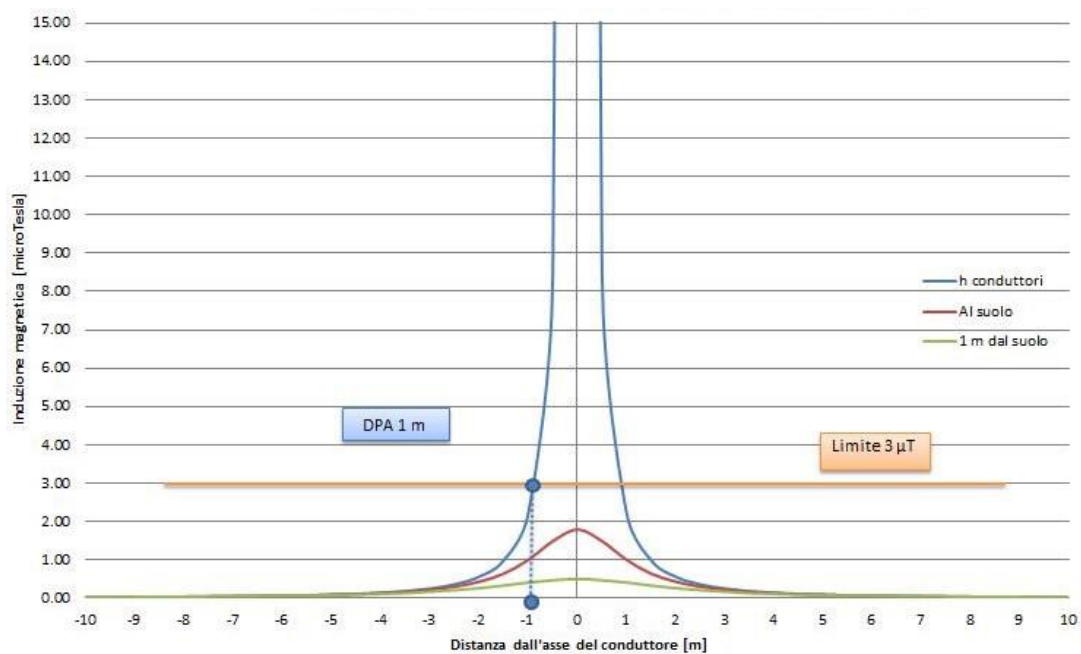


Figura 1: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S1.

<i>Distanza</i>	<i>Altezza</i>	<i>Al suolo</i>	<i>Ad 1 m</i>
-----------------	----------------	-----------------	---------------

dai cavi [m]	conduttori [μT]	[μT]	dal suolo [μT]
-10,00	0,02	0,02	0,02
-9,00	0,03	0,03	0,03
-8,00	0,04	0,03	0,03
-7,00	0,05	0,04	0,04
-6,00	0,06	0,06	0,06
-5,00	0,09	0,09	0,08
-4,00	0,14	0,13	0,11
-3,00	0,25	0,22	0,17
-2,00	0,56	0,43	0,26
-1,00	2,22	1,00	0,41
0,00	156,58	1,79	0,50
1,00	2,22	1,00	0,41
2,00	0,56	0,43	0,26
3,00	0,25	0,22	0,17
4,00	0,14	0,13	0,11
5,00	0,09	0,09	0,08
6,00	0,06	0,06	0,06
7,00	0,05	0,04	0,04
8,00	0,04	0,03	0,03
9,00	0,03	0,03	0,03
10,00	0,02	0,02	0,02

Tabella 4: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S1.

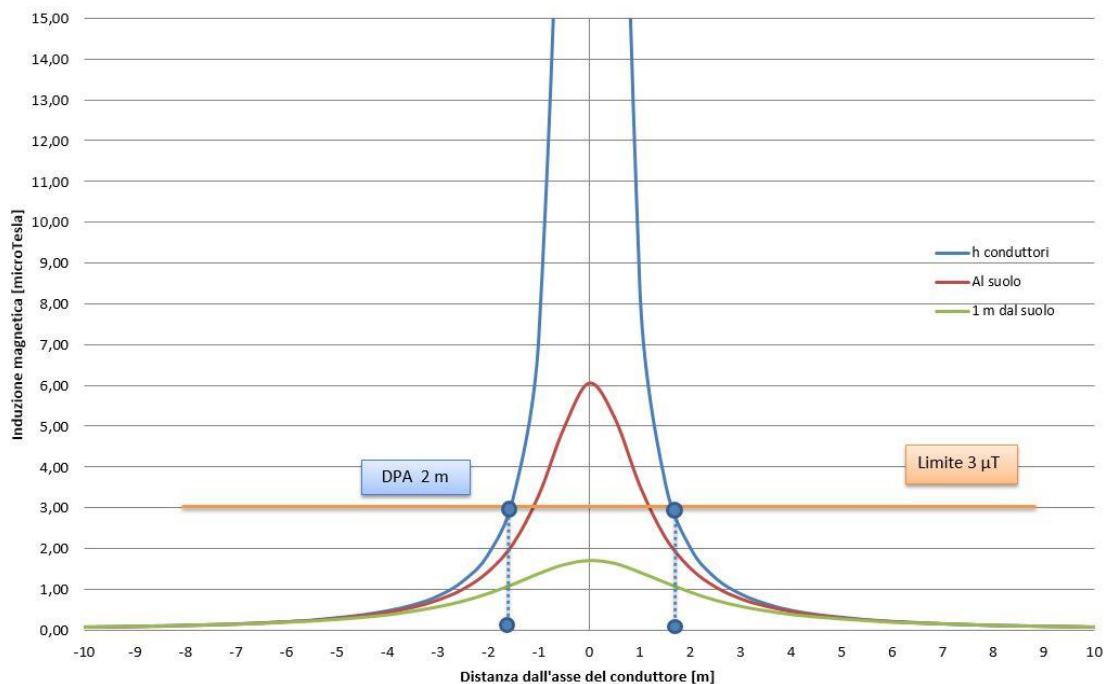


Figura 2: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S2.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,08	0,08	0,07
-9,00	0,10	0,09	0,09
-8,00	0,12	0,12	0,11
-7,00	0,16	0,15	0,14
-6,00	0,21	0,21	0,19
-5,00	0,31	0,29	0,26
-4,00	0,48	0,44	0,37
-3,00	0,84	0,74	0,57
-2,00	1,87	1,44	0,90
-1,00	7,23	3,32	1,39
0,00	193,40	6,06	1,71
1,00	8,36	3,54	1,42
2,00	2,02	1,52	0,93
3,00	0,89	0,77	0,58
4,00	0,49	0,46	0,38
5,00	0,32	0,30	0,27
6,00	0,22	0,21	0,19
7,00	0,16	0,16	0,15
8,00	0,12	0,12	0,11
9,00	0,10	0,10	0,09
10,00	0,08	0,08	0,07

Tabella 5: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S2.

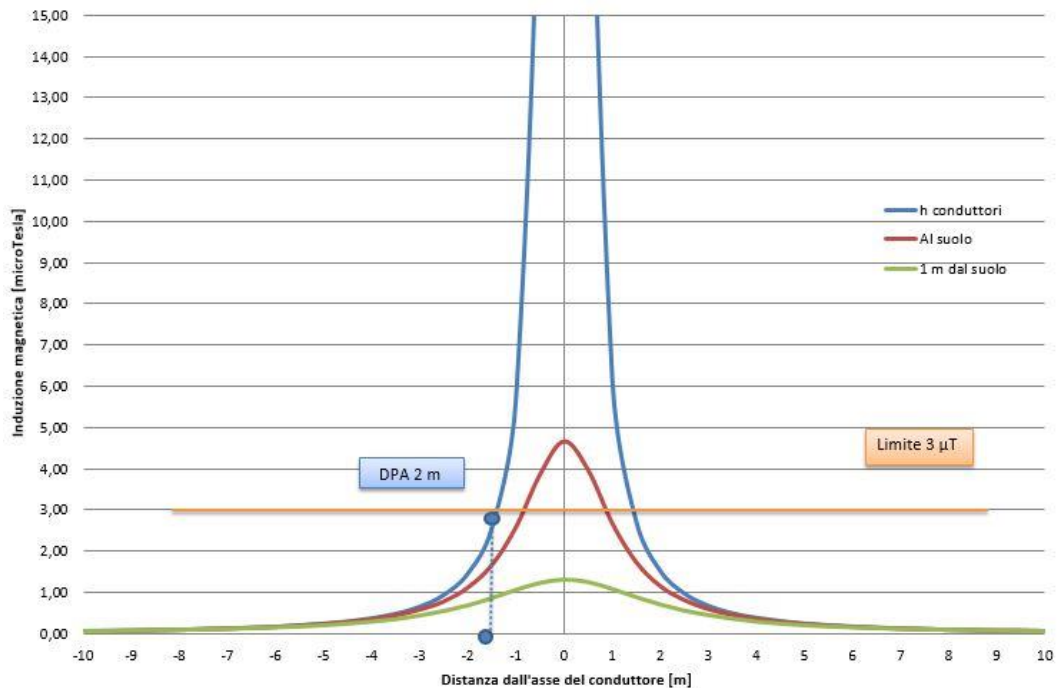


Figura 3: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S3.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,04	0,04	0,04
-9,00	0,05	0,05	0,04
-8,00	0,06	0,06	0,05
-7,00	0,08	0,07	0,07
-6,00	0,10	0,10	0,09
-5,00	0,15	0,14	0,13
-4,00	0,23	0,22	0,18
-3,00	0,41	0,36	0,28
-2,00	0,93	0,71	0,44
-1,00	3,67	1,65	0,68
0,00	248,29	2,95	0,83
1,00	3,67	1,65	0,68
2,00	0,93	0,71	0,44
3,00	0,41	0,36	0,28
4,00	0,23	0,22	0,18
5,00	0,15	0,14	0,13
6,00	0,10	0,10	0,09
7,00	0,08	0,07	0,07
8,00	0,06	0,06	0,05
9,00	0,05	0,05	0,04
10,00	0,04	0,04	0,04

Tabella 6: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S3.

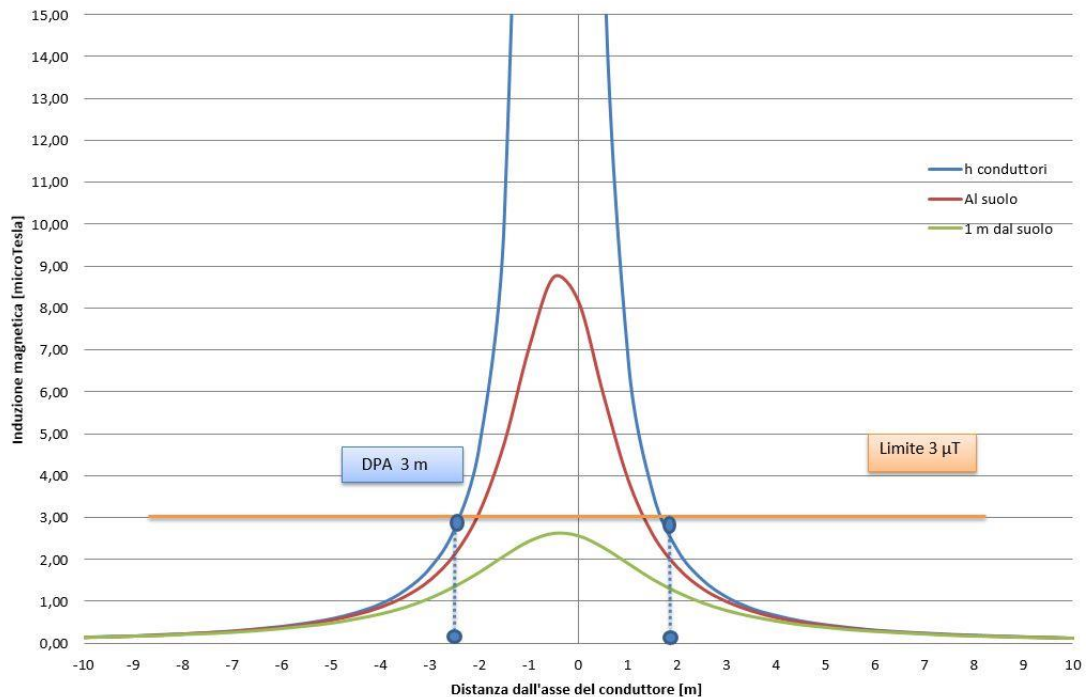


Figura 4: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S4.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,20	0,20	0,19
-9,00	0,25	0,25	0,24
-8,00	0,32	0,31	0,30
-7,00	0,42	0,40	0,38
-6,00	0,57	0,55	0,50
-5,00	0,81	0,77	0,69
-4,00	1,28	1,18	0,99
-3,00	2,28	1,99	1,50
-2,00	5,18	3,88	2,37
-1,00	21,97	8,82	3,61
0,00	134,51	14,58	4,36
1,00	21,97	8,82	3,61
2,00	5,18	3,88	2,37
3,00	2,28	1,99	1,50
4,00	1,28	1,18	0,99
5,00	0,81	0,77	0,69
6,00	0,57	0,55	0,50
7,00	0,42	0,40	0,38
8,00	0,32	0,31	0,30
9,00	0,25	0,25	0,24
10,00	0,20	0,20	0,19

Tabella 7: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S4.

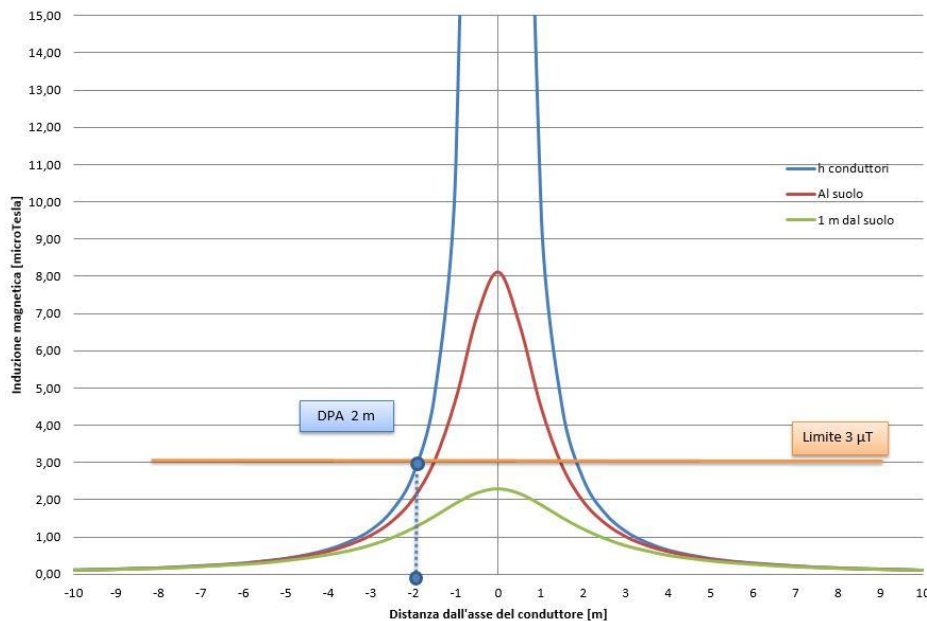


Figura 5: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S5.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,11	0,10	0,10
-9,00	0,13	0,13	0,12
-8,00	0,16	0,16	0,15
-7,00	0,22	0,21	0,20
-6,00	0,29	0,28	0,26
-5,00	0,42	0,40	0,36
-4,00	0,66	0,61	0,52
-3,00	1,18	1,04	0,78
-2,00	2,69	2,03	1,24
-1,00	11,08	4,71	1,91
0,00	214,30	8,11	2,30
1,00	9,91	4,49	1,87
2,00	2,54	1,94	1,21
3,00	1,14	1,00	0,76
4,00	0,64	0,60	0,50
5,00	0,41	0,39	0,35
6,00	0,29	0,28	0,26
7,00	0,21	0,21	0,19
8,00	0,16	0,16	0,15
9,00	0,13	0,13	0,12
10,00	0,10	0,10	0,10

Tabella 8: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S5.

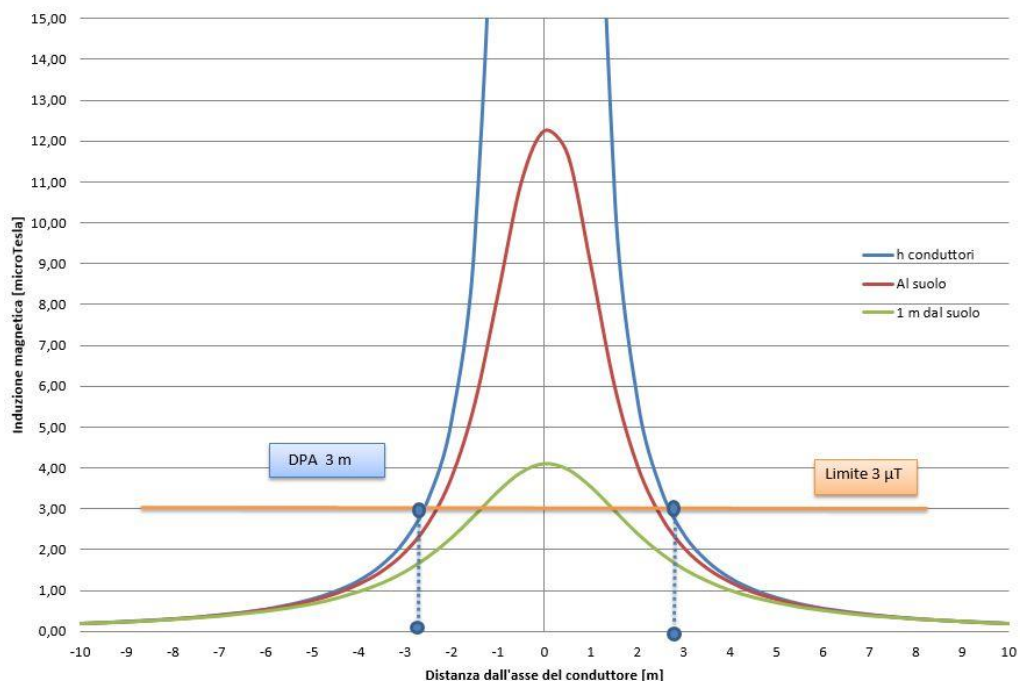


Figura 6: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S6.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,20	0,20	0,19
-9,00	0,25	0,24	0,23
-8,00	0,31	0,31	0,29
-7,00	0,41	0,40	0,37
-6,00	0,55	0,54	0,49
-5,00	0,80	0,76	0,67
-4,00	1,25	1,16	0,97
-3,00	2,24	1,95	1,46
-2,00	5,18	3,78	2,29
-1,00	25,15	8,26	3,42
0,00	520,80	12,25	4,10
1,00	30,20	8,94	3,53
2,00	5,69	4,06	2,39
3,00	2,38	2,05	1,52
4,00	1,31	1,21	1,00
5,00	0,83	0,79	0,70
6,00	0,57	0,55	0,51
7,00	0,42	0,41	0,38
8,00	0,32	0,31	0,30
9,00	0,25	0,25	0,24
10,00	0,20	0,20	0,19

Tabella 9: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S6.

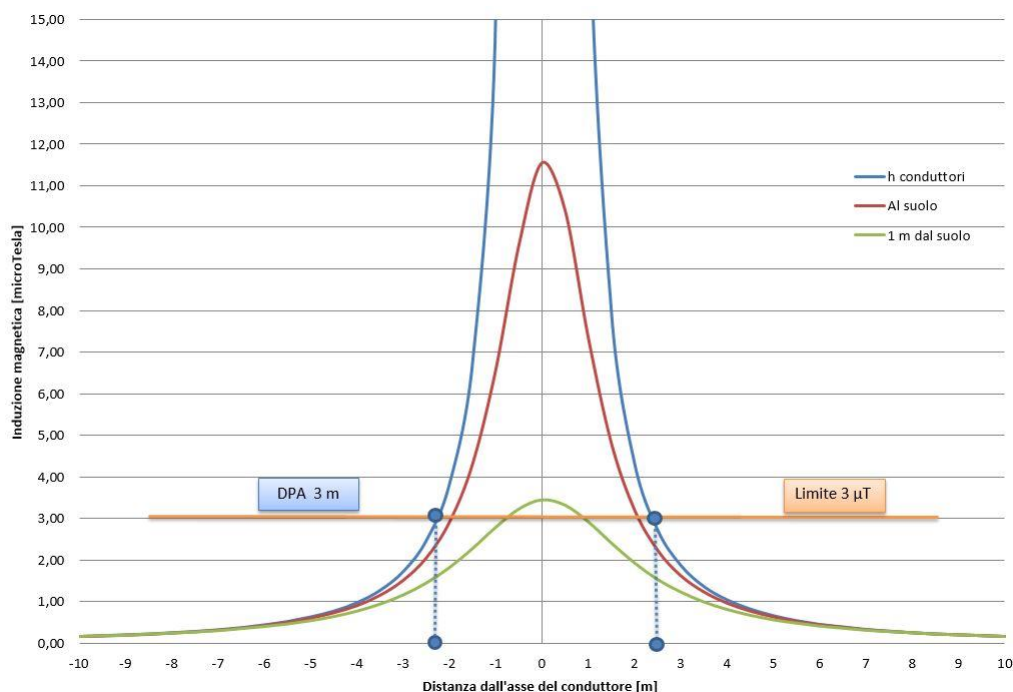


Figura 7: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S7.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,16	0,16	0,15
-9,00	0,20	0,19	0,18
-8,00	0,25	0,24	0,23
-7,00	0,32	0,31	0,29
-6,00	0,44	0,42	0,39
-5,00	0,63	0,60	0,53
-4,00	0,97	0,90	0,76
-3,00	1,72	1,51	1,15
-2,00	3,83	2,91	1,81
-1,00	15,21	6,57	2,78
0,00	335,91	11,54	3,44
1,00	19,34	7,34	2,91
2,00	4,33	3,20	1,92
3,00	1,87	1,62	1,22
4,00	1,04	0,96	0,80
5,00	0,66	0,63	0,55
6,00	0,45	0,44	0,40
7,00	0,33	0,32	0,30
8,00	0,25	0,25	0,24
9,00	0,20	0,20	0,19
10,00	0,16	0,16	0,15

Tabella 10: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S7.

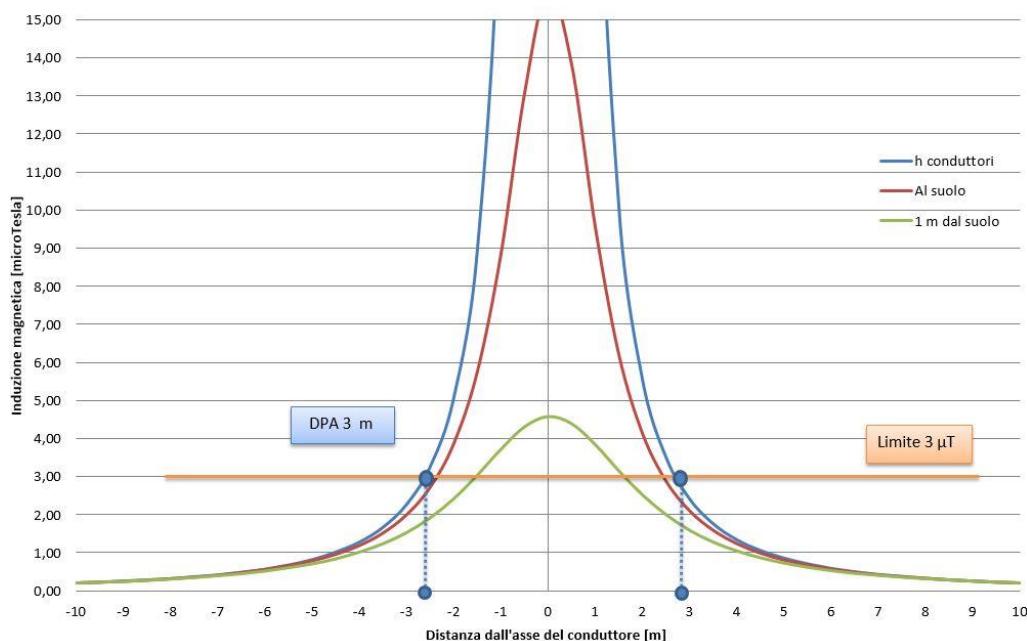


Figura 8: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S8.

<i>Distanza</i>	<i>Altezza</i>	<i>Al suolo</i>	<i>Ad 1 m</i>
-----------------	----------------	-----------------	---------------

dai cavi [m]	conduttori [μT]	[μT]	dal suolo [μT]
-10,00	0,21	0,21	0,20
-9,00	0,26	0,25	0,24
-8,00	0,32	0,32	0,30
-7,00	0,42	0,41	0,39
-6,00	0,57	0,56	0,51
-5,00	0,82	0,79	0,70
-4,00	1,28	1,19	1,01
-3,00	2,27	2,00	1,52
-2,00	5,07	3,87	2,41
-1,00	20,05	8,85	3,71
0,00	522,14	15,80	4,57
1,00	23,75	9,55	3,83
2,00	5,54	4,13	2,51
3,00	2,41	2,10	1,58
4,00	1,34	1,24	1,04
5,00	0,86	0,81	0,72
6,00	0,59	0,57	0,52
7,00	0,43	0,42	0,40
8,00	0,33	0,33	0,31
9,00	0,26	0,26	0,25
10,00	0,21	0,21	0,20

Tabella 11: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S8.

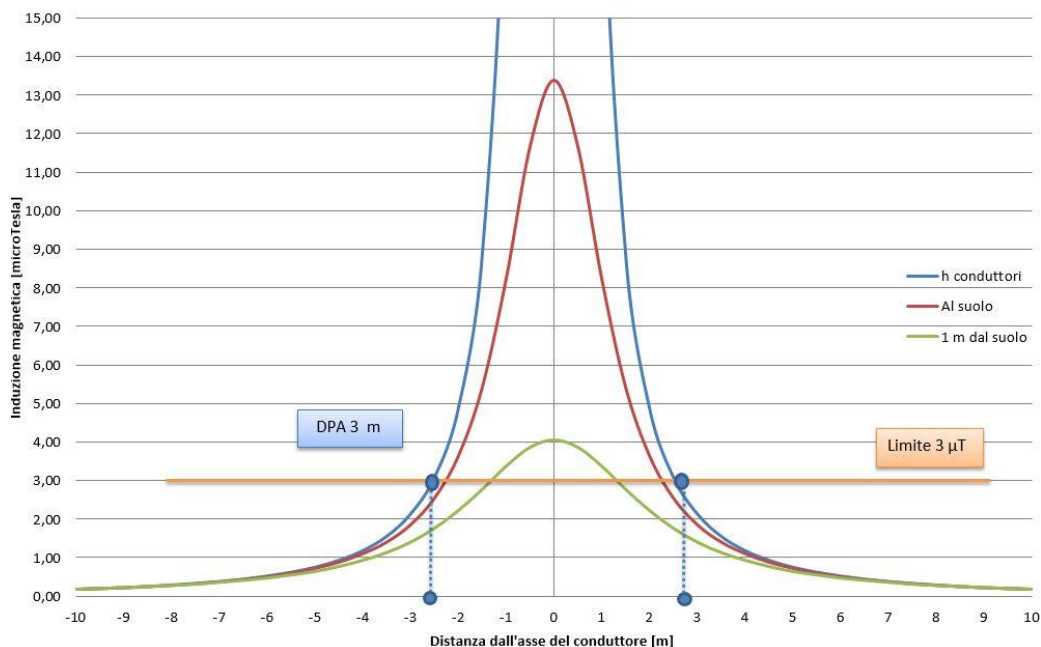


Figura 12: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S9.

<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,19	0,19	0,18
-9,00	0,23	0,23	0,22
-8,00	0,30	0,29	0,28
-7,00	0,39	0,38	0,36
-6,00	0,53	0,51	0,47
-5,00	0,76	0,73	0,64
-4,00	1,19	1,11	0,93
-3,00	2,14	1,86	1,40
-2,00	4,88	3,64	2,22
-1,00	21,26	8,23	3,37
0,00	65,11	13,38	4,05
1,00	21,26	8,23	3,37
2,00	4,88	3,64	2,22
3,00	2,14	1,86	1,40
4,00	1,19	1,11	0,93
5,00	0,76	0,73	0,64
6,00	0,53	0,51	0,47
7,00	0,39	0,38	0,36
8,00	0,30	0,29	0,28
9,00	0,23	0,23	0,22
10,00	0,19	0,19	0,18


Tabella 12: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S9.

7.2 Determinazione della distanza di prima approssimazione (DPA)

Il calcolo della DPA per i cavidotti di collegamento in MT simulati si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai 3 μ T. Si riportano nella seguente tabella le distanze di prima approssimazione per i tratti di cavidotto presi in esame:

Tabella 13 - Distanza di prima approssimazione per cavidotti di collegamento del parco eolico.

CASO DI STUDIO	N° TERNE	SEZIONI [mm²]	TIPOLOGIA CAVO	TENSIONE [kV]	DPA [m]
S1	1	3x1x95	Posa a trifoglio	30	2
S2	2	3x1x95 3x1x185	Posa a trifoglio	30	2
S3	2	3x1x630	Posa a trifoglio	30	3
S4	2	3x1x185 3x1x630	Posa a trifoglio	30	2

 TENPROJECT	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 22 di 33
---	--	---	--

S5	3	3x1x630 3x1x630 3x1x630	Posa a trifoglio	30	3
S6	4	3x1x630 3x1x630 3x1x630 3x1x630	Posa a trifoglio	30	3

8. Impatto cumulativo linee interrate

Il cavidotto esterno dell'impianto eolico di "Toppo Macchia" percorre brevi tratti in area in cui sono installate turbine eoliche di altri produttori. In tali aree il cavidotto di progetto verrà installato sul lato opposto di eventuali cavidotti di altri impianti eolici ubicati nelle vicinanze e pertanto non sarà preso in considerazione l'impatto cumulativo del parallelismo tra linee elettriche interrate.

In particolare, il DM 29/05/2008 Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (G.U. 2 luglio 2008 n. 153), non contempla la definizione delle DPA tra linee MT interrate e parallele.

9. Campi elettromagnetici aerogeneratore

9.1 Interferenze elettromagnetiche

Gli aerogeneratori possono essere fonte di interferenza elettromagnetica a causa della riflessione e della diffusione delle onde radio che investono la struttura. L'origine di disturbi elettromagnetici dovuti alla presenza di aerogeneratori è da ricercare nella interferenza delle pale (specialmente se in materiali metallici o riflettenti o se dotate di strutture metalliche all'interno) e dei sostegni con campi elettromagnetici, supporto di telecomunicazioni (televisione, segnali di ponti radio, mezzi di aiuto alla radionavigazione, ecc.). Gli effetti di questo fenomeno possono essere studiati e calcolati facendo ricorso a modelli matematici predittivi che permettono di individuare, in maniera conservativa, la zona oltre la quale il rapporto tra segnale e disturbo è tale da non incidere sulla qualità del radioservizio. La misurazione degli effetti è possibile attraverso prove sperimentali.

Sulla base di quanto riportato a questo proposito in letteratura sulla caratterizzazione di macchine di media taglia, considerando che l'impianto è costituito da un solo aerogeneratore e che lo stesso non si frappone a ripetitori di segnali di telecomunicazione, si ritiene che il rischio di tali disturbi possa considerarsi irrilevante. Si consideri altresì che i moderni aerogeneratori utilizzano pale in materiale non metallico e antiriflettente, cosa che, come detto, riduce ulteriormente il disturbo.

9.2 Cabina trasformazione MT/BT

Il sistema elettrico degli aerogeneratori è costituito da apparecchiature in bassa tensione collocati sulla navicella e cavi di bassa tensione che da quest'ultima raggiungono il trasformatore MT/BT. Per i cavi in BT non è applicabile la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (art. 3.2 DM 29/05/2008).

Riguardo i trasformatori MT/BT il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore. Per distanze comprese tra 1 m e 10 m da un trasformatore in resina si può calcolare il valore del campo magnetico con la seguente formula:

$$B = 5 \frac{u_{cc}}{6} \sqrt{\frac{S_r}{630} \left(\frac{3}{a}\right)^{2,8}}$$

Dove

- U_{cc} è la tensione percentuale di cortocircuito;
- S_r è la potenza nominale del trasformatore (kVA);
- a è la distanza dal trasformatore.

La tabella seguente mostra i valori dell'induzione magnetica al variare della potenza del trasformatore e della distanza dal trasformatore stesso.

Tabella 14 - Valori di campo magnetico di un trasformatore in resina in base alla distanza dallo stesso.

Potenza TRAF0 (kVA)	DISTANZA DAL TRASFORMATORE				
	1 m	2 m	3 m	5 m	7 m
800	122.12	17.53	5.63	1.35	0.53
1000	136.53	19.60	6.30	1.51	0.59
1250	152.65	21.92	7.04	1.68	0.66
4700	296	42.50	13.66	3.27	1.27

Per il trasformatore degli aerogeneratori di progetto di potenza 4700 kVA l'induzione magnetica risulta inferiore rispetto ai valori riportati in tabella. Un valore di DPA pari a 5 m attorno al trasformatore garantisce valori di campo magnetico inferiori al limite consentito dalla legge.

10. Cabina di raccolta dell'impianto

Il calcolo del campo elettrico e magnetico per la cabina di raccolta dell'impianto è stato effettuato sulle sbarre a 30 kV dei quadri in MT. I parametri geometrici utilizzati per il calcolo risultano i seguenti:

- Altezza delle sbarre: 1.60 m;
- Distanza tra le sbarre: 0.3 m;

I parametri elettrici riportati nel software risultano, invece, i seguenti:

- Valore efficace della corrente delle sbarre: 630 A;
- Valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 17341 V;

A favore della sicurezza, i valori di corrente utilizzati nella simulazione di calcolo sono quelli relativi alle correnti termiche nominali delle sbarre a 30 kV.

I valori di campo magnetico sono stati calcolati ad altezza conduttori, più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse delle sbarre e su di un asse ortogonale alle stesse.

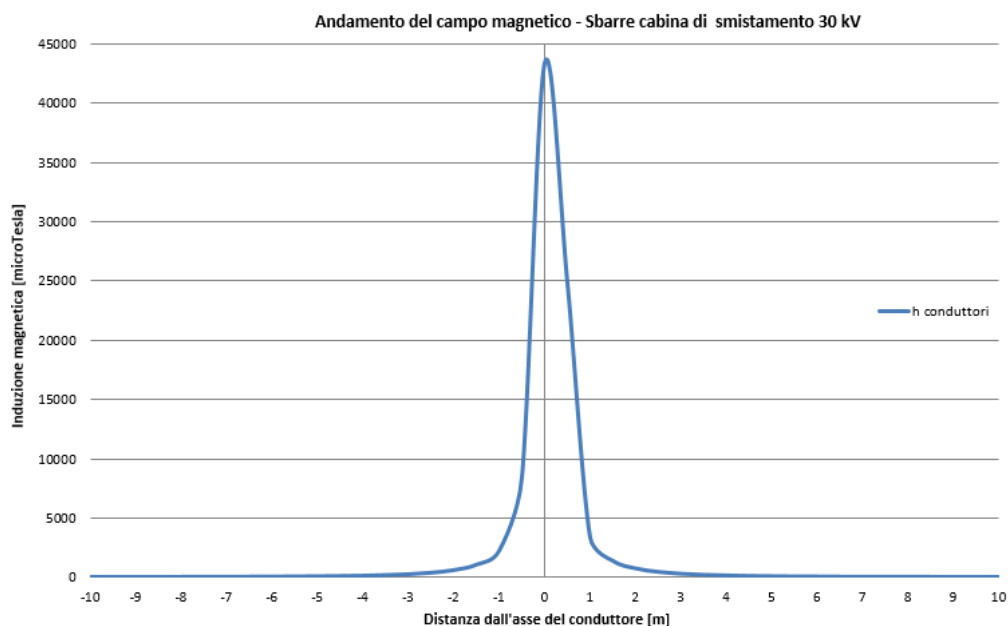


Figura 13: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre MT della cabina di raccolta.

<i>Distanza dall'asse [m]</i>	<i>Valori di campo magnetico [μT]</i>
	<i>Altezza conduttori</i>
-10,00	0,78
-9,00	0,96
-8,00	1,22
-7,00	1,59

-6,00	2,46
-5,00	3,13
-4,00	4,90
-3,00	8,75
-2,00	19,96
-1,00	85,79
0,00	1558,85
1,00	85,79
2,00	19,96
3,00	8,75
4,00	4,90
5,00	3,13
6,00	2,46
7,00	1,59
8,00	1,22
9,00	0,96
10,00	0,78

Tabella 13: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare - Sbarre MT della cabina di raccolta.

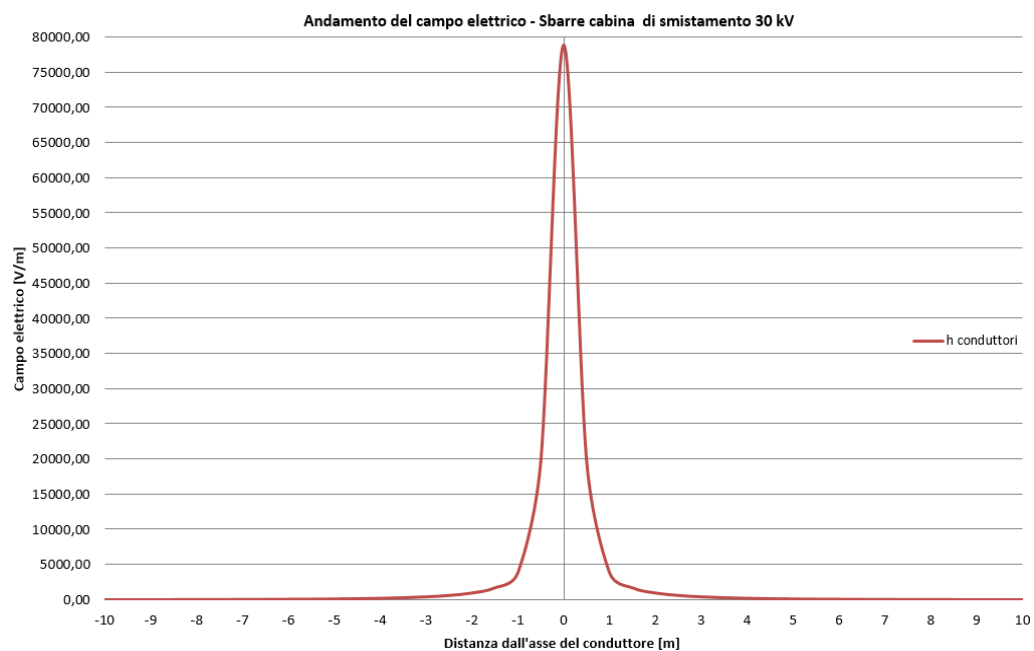


Figura 14: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre MT della cabina di raccolta.


<i>Distanza dall'asse [m]</i>	<i>Valori di campo elettrico [V/m]</i>
	<i>Altezza conduttori</i>
0,00	78925,50
0,50	19701,50
1,00	3846,20
1,50	1714,70

2,00	983,20
2,50	632,90
3,00	435,50
3,50	313,50
4,00	233,60
4,50	178,90
5,00	140,20
5,50	112,10
6,00	91,20
6,50	75,40
7,00	63,10
7,50	53,50
8,00	45,80
8,50	39,70
9,00	34,60
9,50	30,40
10,00	27,00

**Tabella 14: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare
- Sbarre MT della cabina di raccolta.**

Come si evince dalla simulazione del calcolo (figura 13 e relativa tabella) i valori di campo magnetico ad altezza conduttori restano al di sotto dei 3 μT ad una distanza di circa 6 m dal muro perimetrale della cabina. Tale valore di induzione magnetica è indicato nel DPCM 08/07/2003 come obiettivo di qualità previsto per le aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno.

Per quanto riguarda il campo elettrico (figura 14e relativa tabella), l'intensità risulta massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Considerando il campo elettrico calcolato ad altezza conduttori si ottengono valori di campo elettrico inferiore ai limiti di 5000 V/m imposti dalla normativa a solo 1 m dalle sbarre.

 TENPROJECT	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 27 di 33
---	--	---	--

11. Stazione elettrica AT/MT

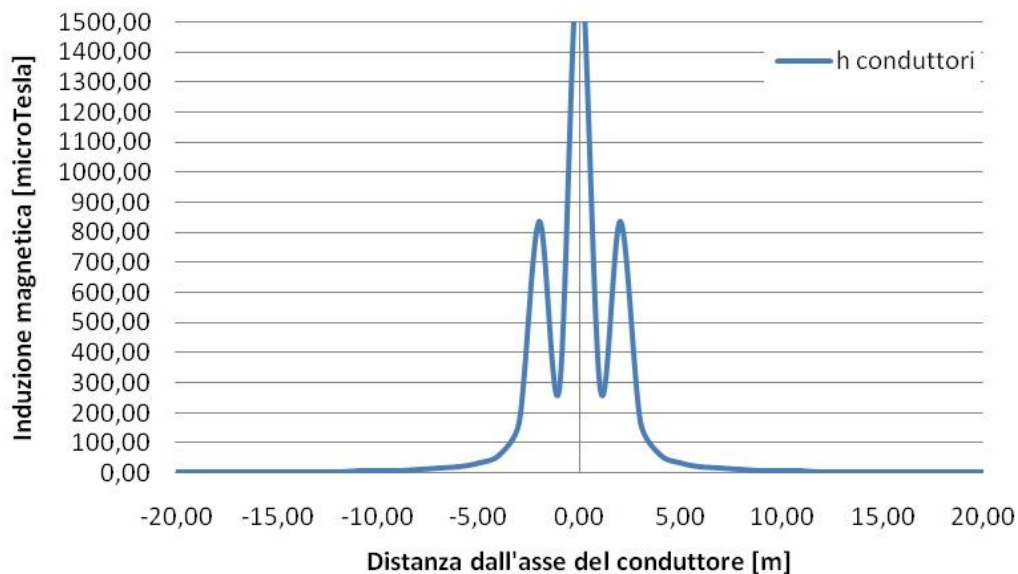
Il calcolo del campo elettrico e magnetico per una stazione elettrica 30/150 kV è stato effettuato sulle sbarre a 150 kV all'interno dell'area di stazione e sulle sbarre a 30 kV dei quadri in MT localizzati anch'essi all'interno della recinzione della stazione.

I parametri geometrici ed elettrici utilizzati per il calcolo sulle sbarre a 150 kV risultano i seguenti:

- Altezza delle sbarre: 7 m;
- Distanza tra le sbarre: 2.2 m;
- Valore efficace della corrente delle sbarre: 870 A;
- Valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 86705 V;

I parametri geometrici ed elettrici utilizzati per il calcolo sulle sbarre a 30 kV risultano, invece, i seguenti:

- Altezza delle sbarre: 1.6 m;
- Distanza tra le sbarre: 0.37 m;
- Valore efficace della corrente delle sbarre: 1250 A;
- Valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 17341 V.

Andamento del campo magnetico - Sbarre AT stazione elettrica 150/30 kV

Figura 15: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica

- Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

<i>Valutazione Distanza di prima approssimazione</i>			
<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>
-20	1,68	1	277,17
-19	1,87	2	835,8
-18	2,08	3	171,7
-17	2,34	4	62,23
-16	2,65	5	33,91
-15	2,96	6	21,74
-14	3,48	7	15,26
-13	4,06	8	11,35
-12	4,79	9	8,79
-11	5,75	10	7,02
-10	7,02	11	5,75
-9	8,79	12	4,79
-8	11,35	13	4,06
-7	15,26	14	3,48
-6	21,74	15	2,96
-5	33,91	16	2,65
-4	62,23	17	2,34
-3	171,7	18	2,08
-2	835,8	19	1,87
-1	277,17	20	1,68
0	1741,79		

Tabella 15: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

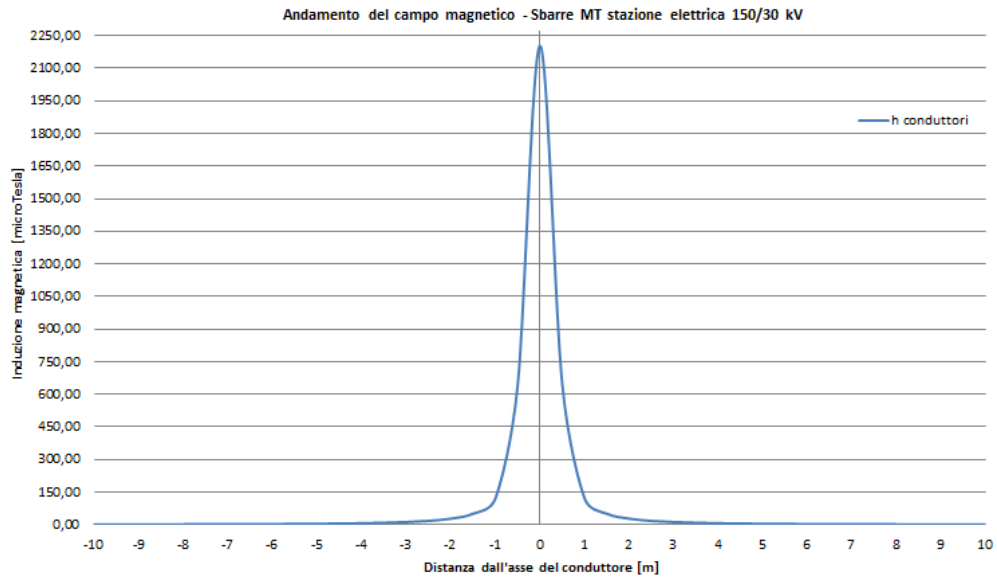


Figura 16: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre MT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

<i>Distanza dall'asse [m]</i>	<i>Valori di campo magnetico [μT]</i>
	<i>Altezza conduttori</i>
-10,00	1,10
-9,00	1,36
-8,00	1,72
-7,00	2,25
-6,00	3,07
-5,00	4,42
-4,00	6,93
-3,00	12,37
-2,00	28,20
-1,00	121,25
0,00	2203,17
1,00	121,25
2,00	28,20
3,00	12,37
4,00	6,93
5,00	4,42
6,00	3,07
7,00	2,25
8,00	1,72
9,00	1,36
10,00	1,10

Tabella 16: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare – Sbarre MT stazione elettrica 150/30 Kv - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

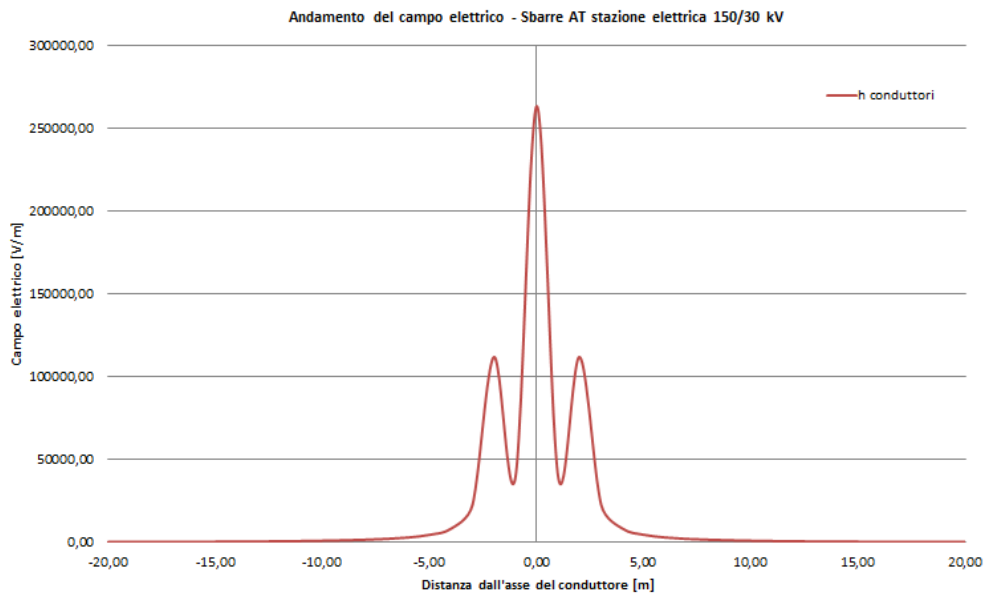


Figura 17: Andamento del campo elettrico in forma grafica - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV.

<i>Distanza dall'asse [m]</i>	<i>Valori di campo elettrico [V/m]</i>
	<i>Altezza conduttori</i>
0	263460,50
1	39261,50
2	112013,90
3	22797,40
4	8360,50
5	4645,20
6	3040,60
7	2173,40
8	1640,30
9	1283,90
10	1031,40
11	844,70
12	702,40
13	591,20
14	502,60
15	431,10
16	372,50
17	324,00
18	283,60
19	249,50
20	220,70

**Tabella 17: Andamento del campo elettrico in forma tabellare –
Sbarre AT stazione elettrica 150/30 kV.**

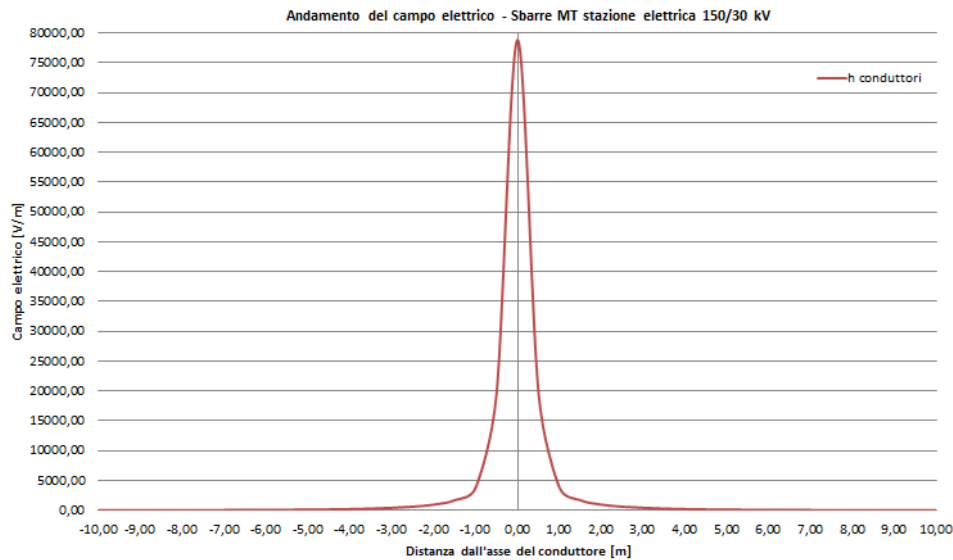


Figura 18: Andamento del campo elettrico in forma grafica - Cabina MT in stazione elettrica 30/150 kV.

Distanza dall'asse [m]	Valori di campo magnetico [μ T]
	Altezza conduttori
0,00	78925,50
0,50	19701,50
1,00	3846,20
1,50	1714,70
2,00	983,20
2,50	632,90
3,00	435,50
3,50	313,50
4,00	233,60
4,50	178,90
5,00	140,20
5,50	112,10
6,00	91,20
6,50	75,40
7,00	63,10
7,50	53,50
8,00	45,80
8,50	39,70
9,00	34,60
9,50	30,40
10,00	27,00

**Tabella 18: Andamento del campo elettrico in forma tabellare –
Cabina MT in stazione elettrica 30/150 kV.**

Come si evince dalla simulazione del calcolo, dalle figure 10 e 11 e dalle relative tabelle, sia i valori di campo magnetico ad altezza conduttori sia quelli ad 1 m dal suolo restano al di sotto dei $3 \mu\text{T}$ ad una distanza di circa 15 m dall'asse delle sbarre in AT e 7 m circa dal confine della cabina MT della stazione 30/150 kV.

Riguardo al campo elettrico, dai risultati delle simulazioni (figure 12 e 13 e relative tabelle), si ottengono valori di intensità inferiore ai limiti di 5000 V/m imposti dalla normativa a soli 5 m dalle sbarre in AT ed 1 m da quelle in MT. In figura 11, si rappresenta la DPA all'interno della stazione di utenza 30/150 kV.

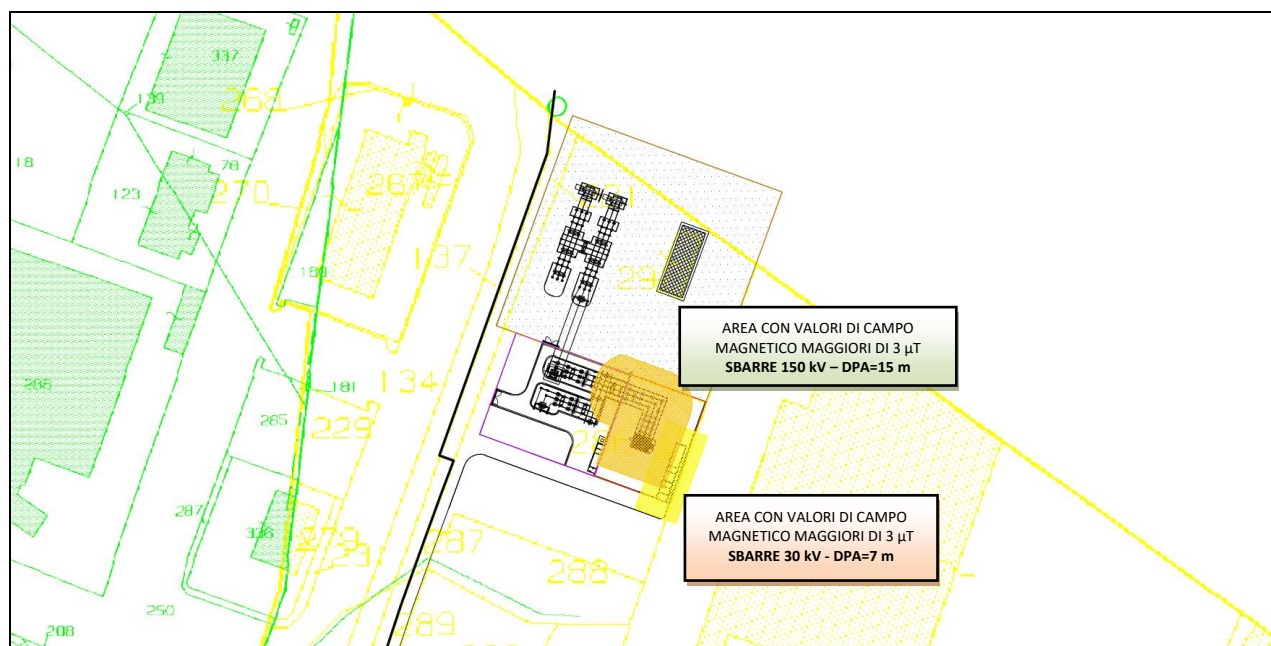



Figura 19: Rappresentazione grafica delle DPA della stazione d'utenza 30/150 kV.

	<p align="center">RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</p>	<p>Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.PDV.6.5 01/03/2023 15/11/2023 00 33 di 33</p>
---	--	--	---

12. Conclusioni

La determinazione delle DPA è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la già menzionata DPA. Dalle analisi, i cui risultati sono riassunti nei grafici e tabelle riportati nei paragrafi precedenti si può desumere quanto segue:

- Per la stazione elettrica 30/150 kV, la distanza di prima approssimazione è stata valutata in ± 15 m per le sbarre in alta tensione (150 kV) e 7 m per le sbarre in media tensione (30 kV) della cabina utente;
- Per i cavidotti del collegamento interno in media tensione del parco eolico la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto;
- Per i cavidotti del collegamento esterno in media tensione del parco eolico la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto;
- Per il cavidotto in alta tensione la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto,
- Per il cavidotto in alta tensione la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto.

I valori di campo elettrico risultano rispettare i valori imposti dalla norma (<5000 V/m) in quanto le aree con valori superiori ricadono all'interno delle cabine MT ed all'interno della stazione elettrica il cui accesso è consentito al solo personale autorizzato.

Tutte le aree già menzionate delimitate dalla DPA ricadono all'interno di aree nelle quali non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

In particolare, la realizzazione delle opere elettriche relative al parco eolico sito nelle località "Toppo Macchia" di proprietà Mia Wind S.r.l ubicato nei comuni di San Fele, Castelgrande, Rapone, Muro Lucano, in provincia di Potenza rispetta la normativa vigente.

Inoltre, l'adeguamento tecnico proposto dalla società Monte Raitiello, implica una soluzione migliorativa, l'impatto elettromagnetico diminuisce in quanto si riduce il numero di aerogeneratori e, inoltre, si riduce sia la lunghezza che il numero di terne del cavidotto di collegamento interno al parco rispetto al progetto autorizzato.