



Comune di Lucera



Comune di San Severo



Regione Puglia



Provincia di Foggia



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO "PALMO", SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) IN LOCALITA' "BASTIOLA", DI POTENZA AC PARI A 75 MW E POTENZA DC PARI A 71,938 MW, CON IMPIANTO STORAGE DA 18 MW, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE (RTN) NEI COMUNI DI SAN SEVERO E LUCERA (FG)**

**Proponente:**

**SOLAR CENTURY FVGC 9 S.R.L.**  
 Via Caradosso, 9 - 20123 Milano  
 PEC: [sc-fvgc9@pec.it](mailto:sc-fvgc9@pec.it)

**Tecnici e Specialisti:**

- Dott.ssa Paola D'Angela: studi ed indagini archeologiche;
- Dott.ssa Sara Di Franco: studi d'impatto acustico;
- Dott. Antonello Fabiano: studi ed indagini geologiche ed idrogeologiche;
- Dott. Gianluca Fallacara: rilievo planoaltimetrico ed indagini sismiche;
- Floema S.r.l.: Progetto agricolo, studio Pedoagronomico, piano di monitoraggio ambientale e rilievo essenze e paesaggio agricolo;
- Dott. Gabriele Gemma: studio ambientale e paesaggistico;
- INSE S.r.l.: progettazione opere elettriche di connessione ad alta tensione.

**Progettista:**

**enne. pi. studio s.r.l.**  
 Lungomare IX Maggio, 38 - 70132 Bari  
 Tel/Fax +39 0805346068 - 0805346888  
 e-mail: [pietro.novielli@ennepistudio.it](mailto:pietro.novielli@ennepistudio.it)

**Nome Elaborato:**

S279-LUC02-R

**Descrizione Elaborato:**

Relazione campi elettrici e magnetici

**Timbro e firma**



3

2

1

0

Scala:

--

15/07/2022

Ing. Nicola Galdiero

Enne. Pi. Studio S.r.l.

Solar Century FVGC 9 S.r.l.

Rev.

Data

Redatto

Verificato

Approvato

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RICHIAMI NORMATIVI</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>LEGGI</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>4</b>
3.2.1	Norme CEI.....	4
<b>4</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>CAVO 150 KV</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>STAZIONE DI CONDIVISIONE 150 KV”</b> .....	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>11</b>

	<b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b>	Cod. S279-LUC02-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

## 1 PREMESSA

La società SOLAR CENTURY FVGC 9 S.r.l. è proponente di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte agrovoltaiaca denominato “Palmo” ubicato nel comune di San Severo in provincia di Foggia ed opere di connessione nel comune di Lucera (FG). Il parco agrovoltaiico in progetto ha una potenza nominale di 82,808 MW e potenza massima di immissione di 75 MW, collegato tramite cavidotto interrato MT alla stazione di trasformazione e condivisione 30/150 kV sita nel comune di Lucera (FG) alla quale è collegato un impianto di accumulo del tipo BESS (Battery Energy Storage System) da 18 MW. Tale stazione sarà inserita in antenna mediante un collegamento in cavo interrato 150 kV alla sezione 150 kV di una nuova stazione di trasformazione 380/150 kV che sarà inserita in entra-esce alla linea 380 kV “Foggia-San Severo”, localizzata nel Comune di Lucera (FG), che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla RTN.

La società Terna ha rilasciato alla Società SOLAR CENTURY FVGC 9 S.r.l. la “Soluzione Tecnica Minima Generale” n. 202101131 del 27.04.2022, indicando le modalità di connessione che, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione, prevede la condivisione, con ulteriori utenti, dello stallo 150 kV nella futura stazione di trasformazione RTN 380/150 kV di “Lucera”.

La società SOLAR CENTURY FVGC 9 S.r.l. ha stipulato un accordo di condivisione con la Soc.SKI 5 (Progetto eolico “Celone”) al fine di condividere l’utilizzo della stazione di “Trasformazione/Condivisioen” e lo stallo 150 kV indicato da Terna nella SE 380/150 kV “Lucera”. L’energia prodotta dall’impianto eolico della Soc. SKI5 sarà immessa alla tensione di 150 kV sulle sbarre della stazione condivisa.

L’energia elettrica prodotta dal parco agrovoltaiico sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore della potenza di 80-90 MVA ONAN/ONAF, collegato a un sistema di sbarre con isolamento in aria, che, con un elettrodotto interrato a 150 kV in antenna, si conetterà alla sezione 150 kV della SE Terna.

Pertanto, il progetto “Palmo” del collegamento elettrico alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere elettriche:

- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall’impianto di produzione alla stazione di trasformazione utente 30/150kV;
- b) stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV;
- c) stazione elettrica condivisa con sistema di sbarre a 150kV e stallo arrivo cavo Terna 150kV;
- d) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE “condivisa” 150 kV e la SE Terna;
- e) impianto di accumulo BESS (Battery Energy Storage System)
- f) stallo della Sezione 150kV della SE 380/150kV di Terna;

Le opere di cui ai punti a), b), c), d) ed e) costituiscono opere di utenza del proponente. Le opere di cui al punto f) costituiscono opere di Rete.

	<b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b>	Cod. S279-LUC02-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

La presente relazione illustra il calcolo dei campi elettrici e magnetici e la fascia di rispetto relativi alle opere di cui ai punti c) e d).

## 2 RICHIAMI NORMATIVI

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3  $\mu$ T. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

	<b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b>	Cod. S279-LUC02-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione.

### **3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

#### **3.1 LEGGI**

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.
- Legge 23 agosto 2004, n. 239, "Riordino del Settore Energetico nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energie".
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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", (GU n. 200 del 29-8-2003).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità.
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi".
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio".
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell'art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali".
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988,"Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successivi.
- Decreto Legislativo 21 dicembre 2003 n.°387 "Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili".
- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto.

#### **3.2 NORME TECNICHE**

##### **3.2.1 Norme CEI**

- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07.

	<b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b>	Cod. S279-LUC02-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

- CEI 211-6, "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", prima edizione, 2001-01.
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6).

#### 4 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

L'elettrodotto (sia aereo che in cavo) durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

Per il calcolo dei campi è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.05", in conformità alla norma CEI 211 - 4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

La metodologia di calcolo utilizzata per determinare i valori dei campi elettromagnetici è basata sull'algorithmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo. In particolare, il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura ha un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo. I risultati delle simulazioni sono rappresentati nei paragrafi che seguono.

I valori restituiti sono illustrati mediante due diverse modalità:

- **I profili laterali** visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse sono espressi in metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in  $\mu\text{T}$  o  $\text{kV/m}$  e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.
- **Le mappe verticali** rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

La linea elettrica in cavo interrato non produce campo elettrico per la presenza della guaina metallica collegata a terra e dallo schermo effettuato dal terreno e pertanto vengono illustrati gli andamenti del campo magnetico e solo per le sezioni dove si riscontrano le condizioni definite dalla normativa vigente.

## 5 CAVO 150 KV

Per il tratto di cavo 150 kV "SE 30/150 kV- SE 380/150 Lucera" è stato scelto di posare un cavo in alluminio avente sezione 1000 mm<sup>2</sup>, con isolamento in politene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, schermo in alluminio saldato e rivestimento in polietilene e con un diametro esterno di 103 mm.

Lo schema tipo del cavo 150 kV è il seguente:

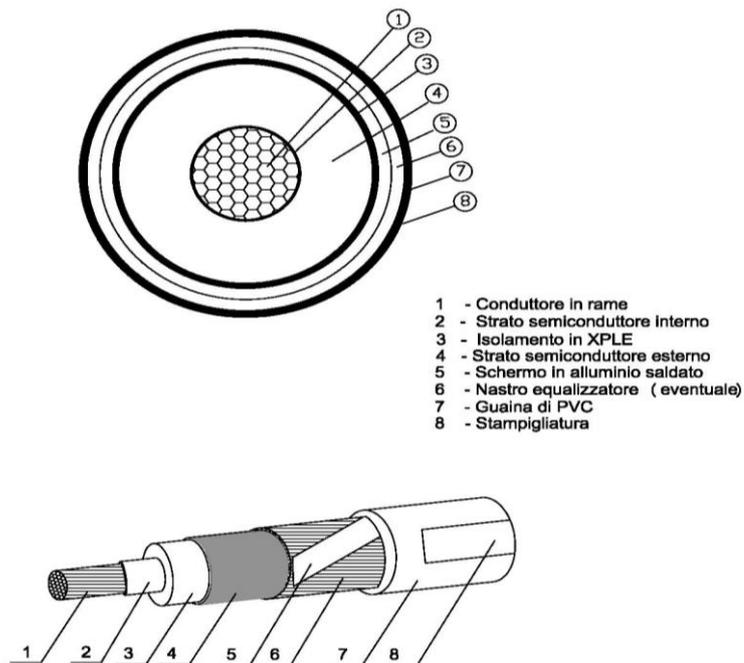


Figura 1. Schema tipo del cavo 150 kV

Il cavo sarà posato, lungo il tracciato, in configurazione a trifoglio, con schermi collegati con il sistema "cross bonding", temperatura del conduttore non superiore a 90°, profondità di posa 1,70 m, temperatura del terreno 20°C, resistività termica del terreno 1,5°Cxm/W.

Con le ipotesi di cui sopra la corrente nominale in regime permanente, rilevata dalla scheda tecnica riportata nella relazione tecnica S279-LUC01-R è pari 830 A, ma i calcoli saranno effettuati con una corrente pari alla massima portata di 910A.

Il tracciato del cavo presenterà pertanto la seguente sezione di posa riportata schematicamente in figura 2 per il valore di corrente di 910 A e la profondità di posa di 1,7 metri.

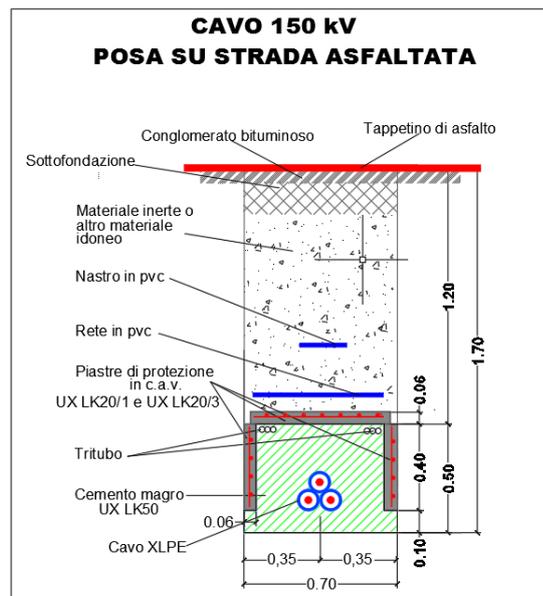
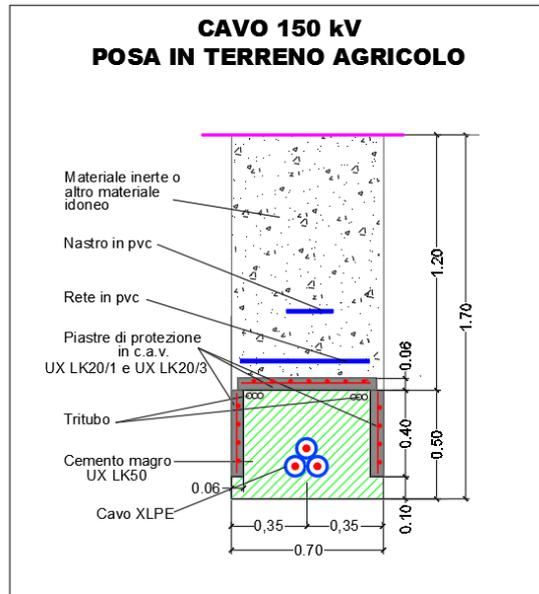
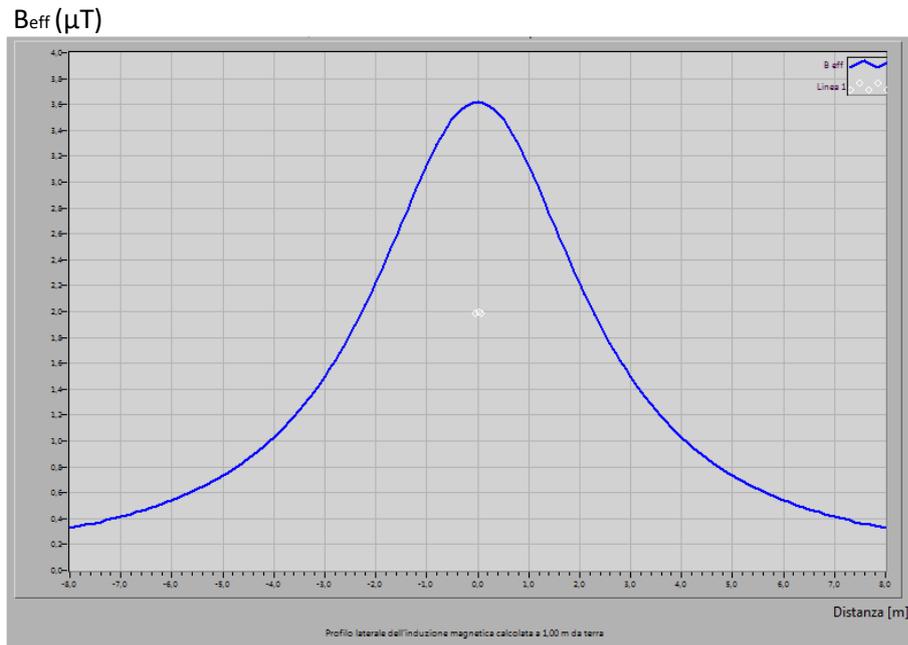


Figura 2: Posa cavo 150 kV "SE 30/150 kV – SE "RTN Lucera"

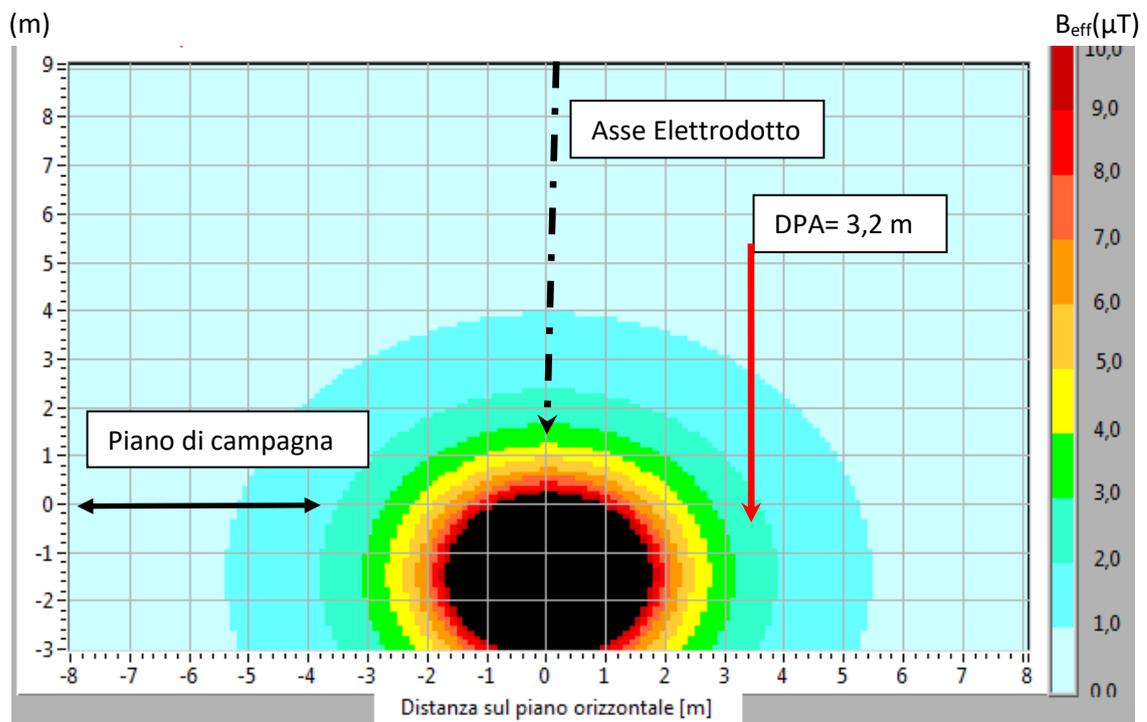
Con la suddetta geometria di posa e con i valori di massimo carico abbiamo i seguenti andamenti del campo magnetico ad un metro sul suolo:



**Fig. 3** Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=150 kV I = 910 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 4,7  $\mu\text{T}$  inferiore al limite di esposizione pari a 100  $\mu\text{T}$ .

La mappa verticale dell'induzione magnetica a quota conduttori è la seguente:



**Fig. 4** Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=150 kV I = 910 A

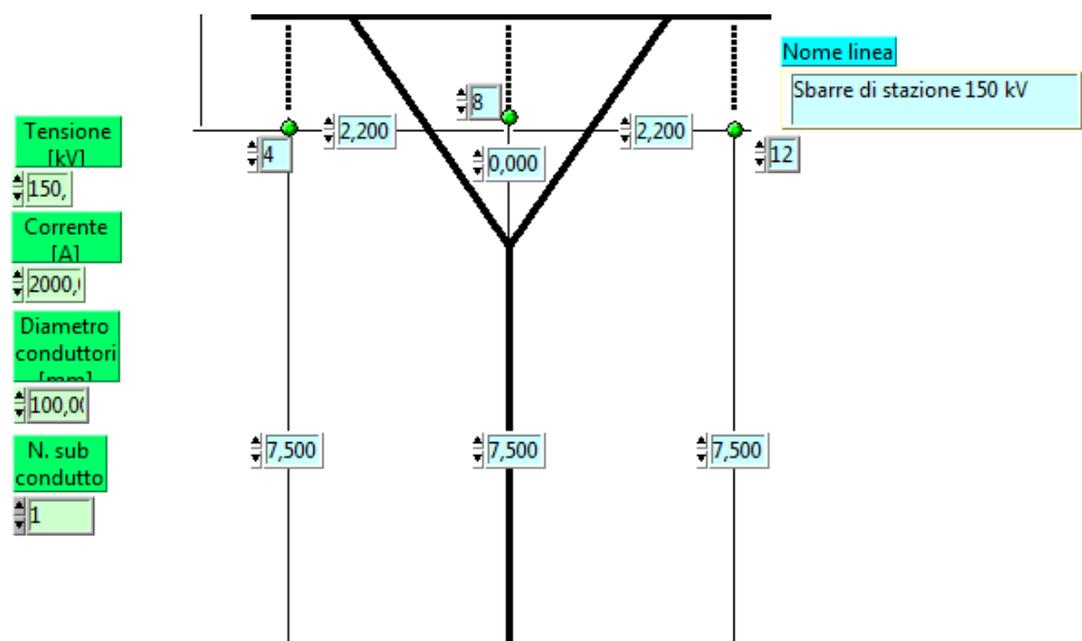
Si osserva quindi che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a  $3 \mu\text{T}$ ) è di 3,20 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 6,4 m quindi +/- 4 m centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA)

## 6 STAZIONE DI CONDIVISIONE 150 kV

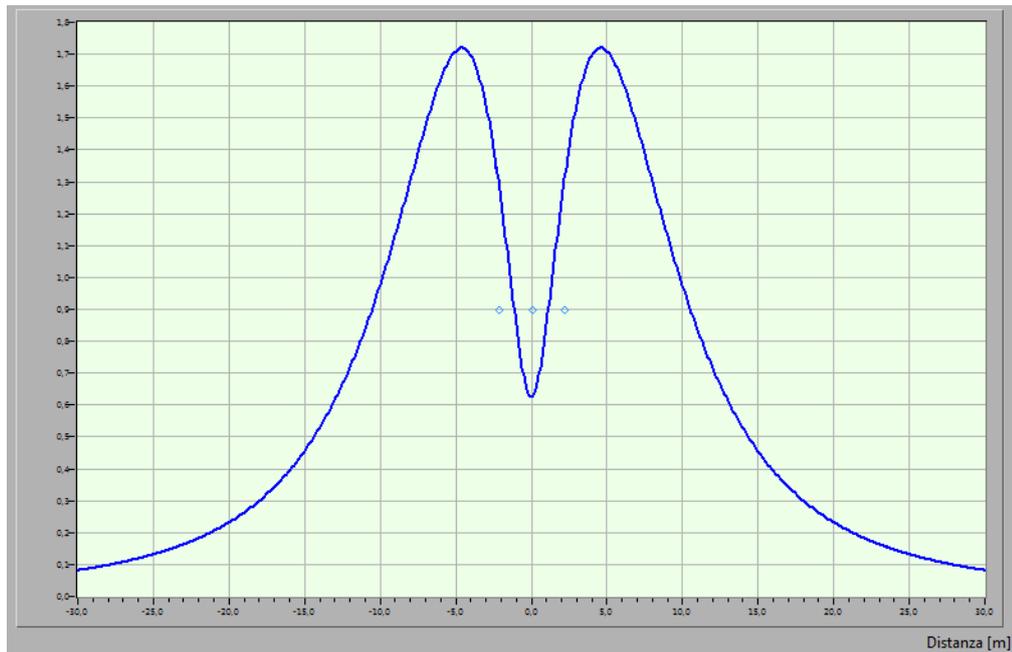
La stazione di condivisione 150 kV è assimilabile per configurazione a stazioni primarie (punto 5.2.2 del DM 29.05.2008) e non ad una cabina elettrica (punto 5.2.1) essendo dotata di recinzione esterna. Pertanto, per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi la fascia di rispetto, rientra, prevedibilmente, nei confini di pertinenza dell'impianto delimitato dalla stessa recinzione.

I conduttori delle sbarre sono tubolari rigidi di 100 mm di diametro con le fasi disposte in piano a distanza di 2,2 m tra loro e a 7,5 m di altezza dal suolo, attraversati dalla corrente di 2000 A (corrente nominale di sbarre).

La geometria di tali conduttori è pertanto la seguente:



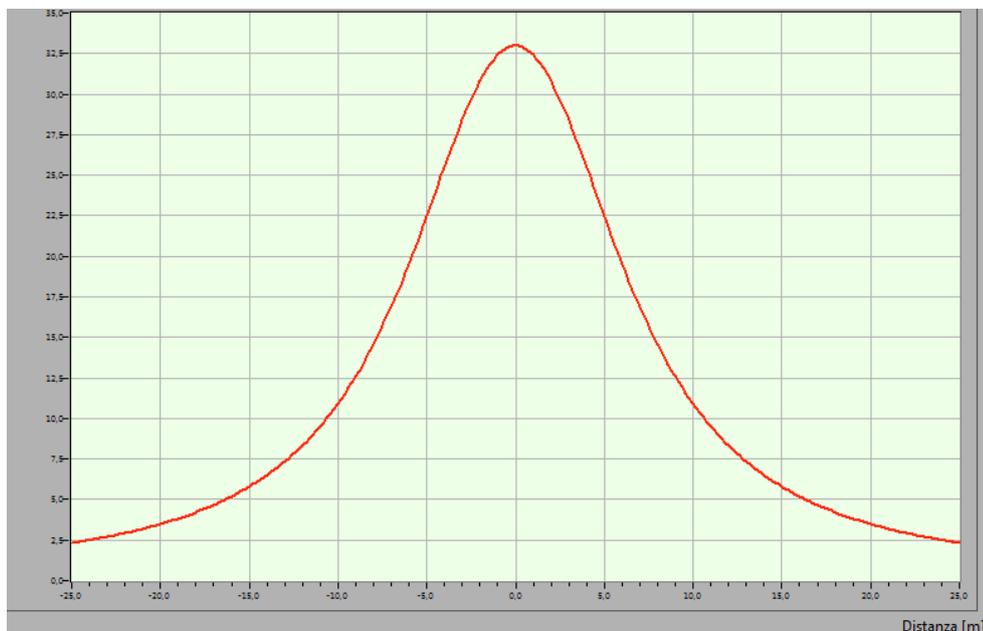
**Fig. 5 Schema sezione sbarre 150 kV Stazione di condivisione 150 kV con caratteristiche geometriche e di carico**  
Per quanto su detto abbiamo il seguente andamento di campo elettrico calcolato in sezione ortogonale all'asse sbarre a 1 m sul suolo:



**Fig. 6 Profilo laterale campo elettrico (E) sbarre 150 kV**

Dal suddetto diagramma si evince che il valore massimo del campo elettrico calcolato ad un metro sul suolo è pari a 1,72 kV/m inferiore al valore di 5 kV/m di esposizione previsto dalla normativa.

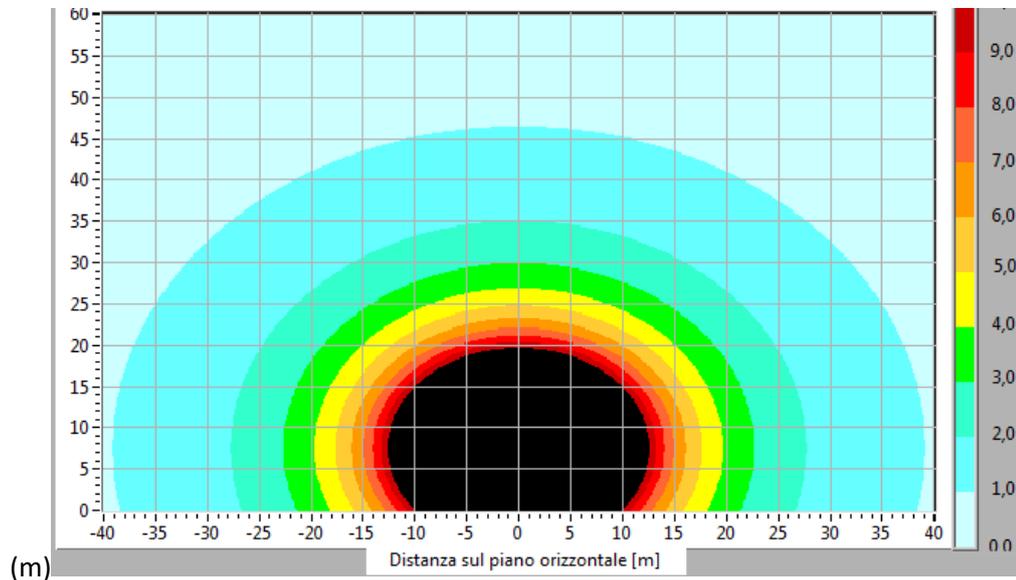
Per quanto riguarda l'andamento del campo magnetico abbiamo i seguenti diagrammi:



**Fig. 7 Profilo laterale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV**

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 35  $\mu\text{T}$  inferiore al limite di esposizione pari a 100  $\mu\text{T}$ .

La mappa verticale dell'induzione magnetica calcolata a quota conduttori (7,5 m sul piano di stazione) è la seguente:



**Fig. 8 Mappa verticale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV**

Dai diagrammi si evince che i 3  $\mu\text{T}$  si ottengono alla distanza di circa 22 m dall'asse sbarra e conseguentemente la fascia di rispetto vale +/- 22 m centrata in asse sbarre.

L'elaborato S279-LUC10-D riporta la fascia DPA all'esterno della quale i valori sono inferiori a 3  $\mu\text{T}$ .

## 7 CONCLUSIONI

Di seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati per la determinazione delle fasce di rispetto ai sensi della normativa vigente calcolate in funzione del valore di corrente permanente nominale del cavo prescelto come prescritto dal DM Ministero Ambiente del 29.05.2008 e s.m.i.

### Riepilogo Dpa e fasce di rispetto per tratte di impianto:

	<b>Dpa (m)</b>	<b>Fascia di rispetto (m)</b>
<b>CAVO 150 kV</b>	3,2	+/- 4
<b>SBARRE 150 kV</b>	22	+/- 22

Come si evince dalla corografia e dalla planimetria catastale, all'interno dell'area di prima approssimazione (DPA) precedentemente calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore.

 <b>Statkraft</b>	<b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b>	Cod. S279-LUC02-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, sono conformi alla normativa vigente.