



REGIONE PUGLIA



COMUNE di ASCOLI Satriano



COMUNE di DELICETO



PROVINCIA di FOGGIA

Piano tecnico delle opere di una stazione di condivisione 150 kV per la connessione di impianti FER alla RTN



Proponente	 wpd Daunia s.r.l. Corso d'Italia, 83 00198 - Roma Tel: +39 06 960 353-10 e-mail: info@wpd-italia.it	BGC CONSULTING BGC Consulting s.r.l. via Enrico Cosenz, 22 20158 - Milano e-mail: bgcconsultingsrl@legalmail.it	X-ELIO X-Elio Italia 4 s.r.l. Corso Vittorio Emanuele II, 349 20158 - Roma e-mail: xelioitalia4@legalmail.it	 E-Way Finance s.p.a. Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 00186 - Roma e-mail: e-wayfinance@legalmail.it
	Progettazione	 Ingegneria & Servizi	Viale Michelangelo, 71 80129 Napoli TEL.081 579 7998 mail: tecnico@insesrl.it	Amm. Francesco Di Maso Ing. Nicola Galdiero Ing. Pasquale Esposito Collaboratori: Geol. V.E.Iervolino Arch. C. Gaudiero Geom. F. Malafarina Ing. F. Quarto Ing. M. Ciano Ing. R. D'Onofrio
Elaborato	Nome Elaborato: RELAZIONE CAMPI ELETTRICI STAZIONE ELETTRICA DI CONDIVISIONE 150 kV			
00	Agosto 2023	PRIMA EMISSIONE	INSE s.r.l.	wpd Daunia s.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Approvazione
Scala:	-:-			
Formato:	A4	Codice Pratica	S312	Codice Elaborato
			S312-SEC09-R	



Sommario

SOMMARIO	1
1 PREMESSA	2
2 RICHIAMI NORMATIVI	2
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.1 LEGGI	3
3.2 NORME TECNICHE	4
3.2.1 Norme CEI	4
4 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	4
4.1 CONFIGURAZIONE DI CALCOLO	5
5 VALUTAZIONE CEM - CAVO AT 150 KV	6
5.1 CONFIGURAZIONE DI CALCOLO	7
5.2 CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO	7
5.3 MAPPE COLORATE – VALUTAZIONE DpA	8
6 VALUTAZIONE CEM - STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV E DI CONDIVISIONE	9
6.1 CONFIGURAZIONE DI CALCOLO	9
6.2 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO	10
6.3 CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO	11
6.4 MAPPE COLORATE – VALUTAZIONE DpA	12
7 CONCLUSIONI	12

1 PREMESSA

La società Terna ha rilasciato alla società WPD Italia Srl la STMG “- Soluzione Tecnica Minima Generale” n. 201900804 del 01/10/2019, indicando le modalità di connessione che, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione, prevede la condivisione del futuro stallo AT nella Stazione Elettrica 380/150 kV Deliceto (FG).

In data 28/04/2023 è stato stipulato un accordo di condivisione per l'utilizzo comune della sottostazione di collegamento condiviso all'ampliamento della SE TERNA 380/150 kV denominata “Deliceto” tra i produttori **WPD Daunia S.r.l. (CAPOFILA)**, **BGC Consulting S.r.l.**, **X-ELIO ITALIA 4 s.r.l.**, **E-WAY FINANCE S.P.A.**

Pertanto, il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) n. 1 stazione elettrica di condivisione utente 150 kV;
- b) n. 1 elettrodotto in cavo interrato, a 150 kV per il collegamento della stazione di 150 kV al futuro ampliamento della SE RTN 380/150 kV denominata “Deliceto”;
- c) n. 1 stallo arrivo produttore a 150kV da realizzare nell’ampliamento della stazione elettrica della RTN di Deliceto;

Le opere di cui ai punti a), b), costituiscono opere di utenza del proponente. L’opera di cui al punto c) costituisce opera di Rete ed è stata progettata da altro produttore.

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

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 a 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 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 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μ 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 μ 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.

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.
- 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 4.03", 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'algoritmo 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 μT o 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.

4.1 CONFIGURAZIONE DI CALCOLO

I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Di seguito viene evidenziata una modalità di posa tipica:

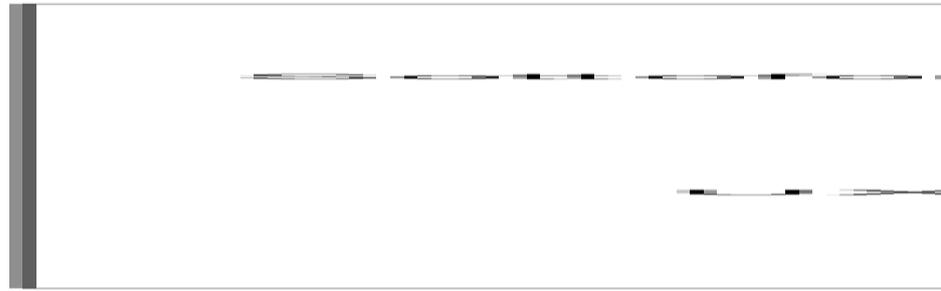


Figura 1: Schema di posa tipica per cavidotti AT

5 VALUTAZIONE CEM - CAVO AT 150 KV

Per il tratto in cavo 150 kV di collegamento tra la “SE 30/150 kV di trasformazione e condivisione” e l'ampliamento della SE RTN 380/150 kV “Deliceto” si è scelto di utilizzare un cavo in alluminio avente sezione 1600 mm², con isolamento in polietilene 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:

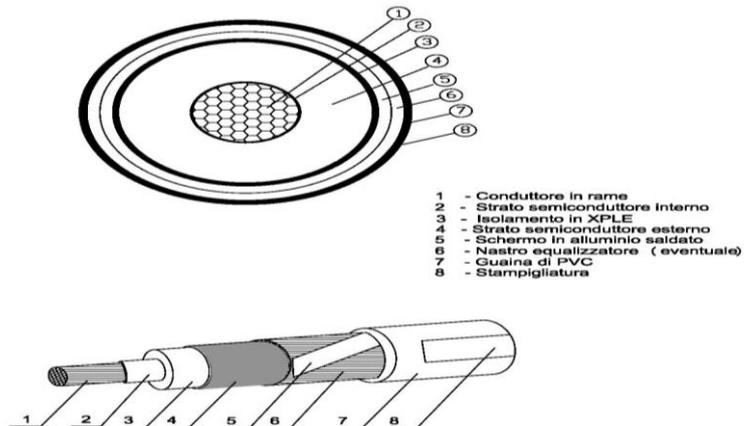


Figura 2: Schema tipo del cavo 150 kV

5.1 CONFIGURAZIONE DI CALCOLO

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 è pari 900 A, ma i calcoli sono stati eseguiti con una corrente pari alla massima portata di 1010 A.

Il tracciato del cavo presenterà pertanto la seguente sezione di posa riportata schematicamente in figura 1 per il valore di corrente di 1010 A e la profondità di posa di 1,7 metri.

5.2 CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

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:

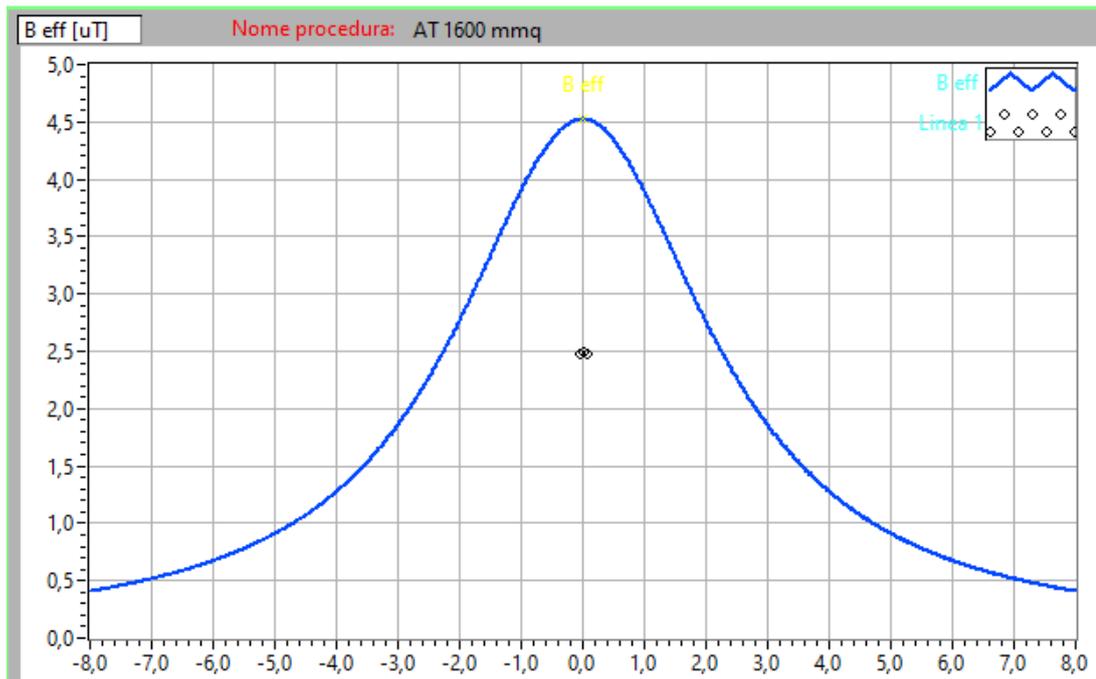


Figura 3: Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - $V=150 \text{ kV}$ $I = 1010 \text{ A}$ - 1 cavo 1600 mm^2

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale $4,52 \mu\text{T}$ inferiore al limite di esposizione pari a $100 \mu\text{T}$.

5.3 MAPPE COLORATE – VALUTAZIONE DPA

Le mappe verticali dell'induzione magnetica a quota conduttori sono le seguenti:

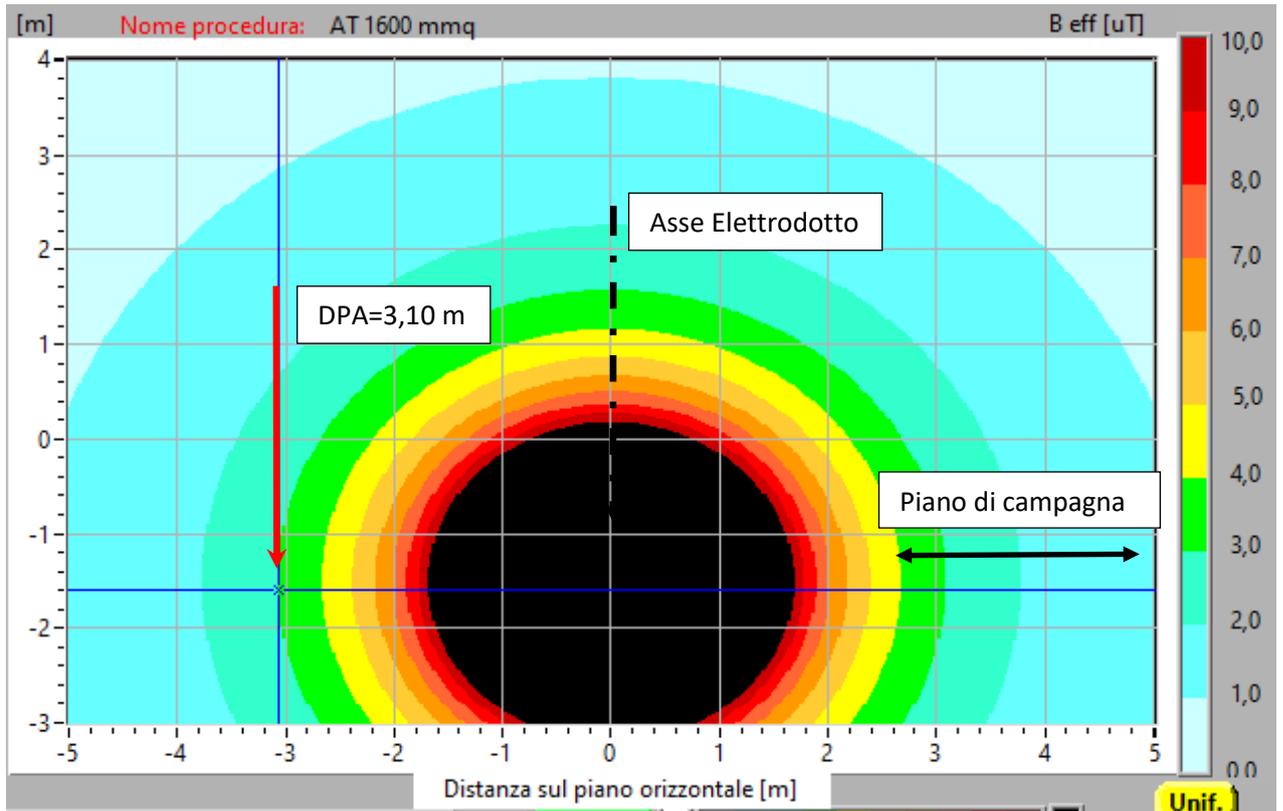


Figura 4: Mapa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - $V=150$ kV $I = 910$ A - 1 cavo 1600 mm²

Si osserva quindi che la DpA (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$) è pari a $3,10$ m a sinistra e a destra dall'asse del cavo quando in trincea è presente un solo cavidotto. Pertanto, la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 7 m quindi $\pm 3,5$ m centrata in asse linea arrotondando per eccesso il valore della DpA.

6 VALUTAZIONE CEM - STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV E DI CONDIVISIONE

La stazione di trasformazione 30/150 kV e di condivisione 150kV 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.

6.1 CONFIGURAZIONE DI CALCOLO

Di seguito si riporta la configurazione di calcolo adoperata per le sbarre a 150 kV delle stazioni di trasformazione 30/150 kV utenti e la stazione di condivisione necessaria per la connessione alla RTN, al fine di ricavare i profili laterali del campo elettrico e magnetico e della DpA.

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:

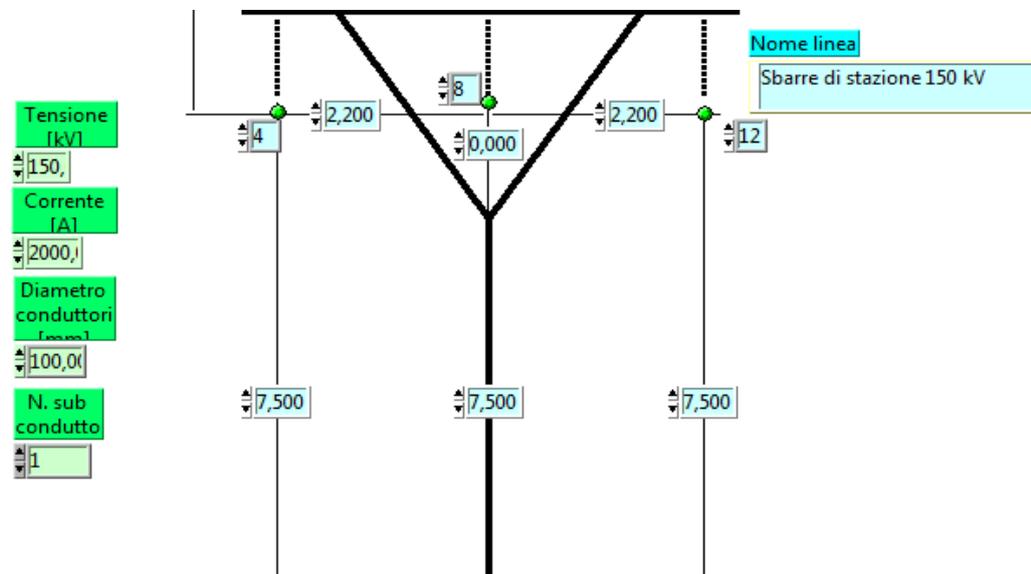


Figura 5: Schema sezione sbarre 150 kV Stazione di trasformazione 30/150 kV e condivisione con caratteristiche geometriche e di carico

F

6.2 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO

Sulla base della configurazione di calcolo precedentemente descritta si riporta l'andamento del campo elettrico calcolato in sezione ortogonale all'asse sbarre a 1 m sul suolo:

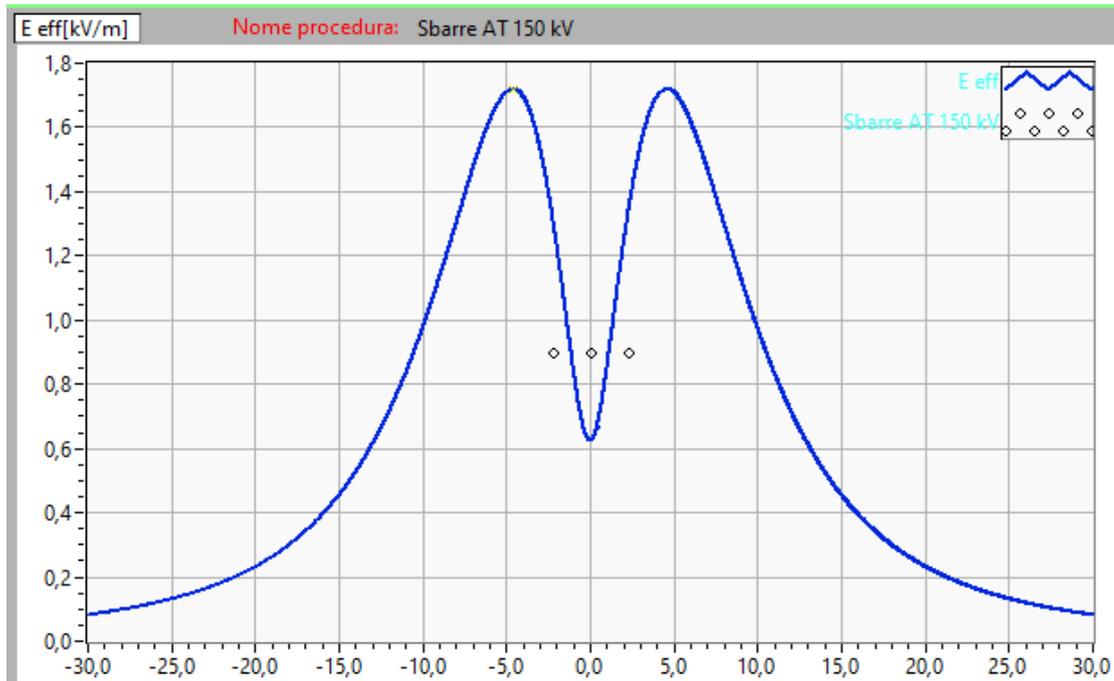


Figura 6: Profilo laterale campo elettrico (E) sbarre 150 kV

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.

6.3 CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

In maniera analoga si riporta l'andamento del campo magnetico calcolato ad 1 m da terra:

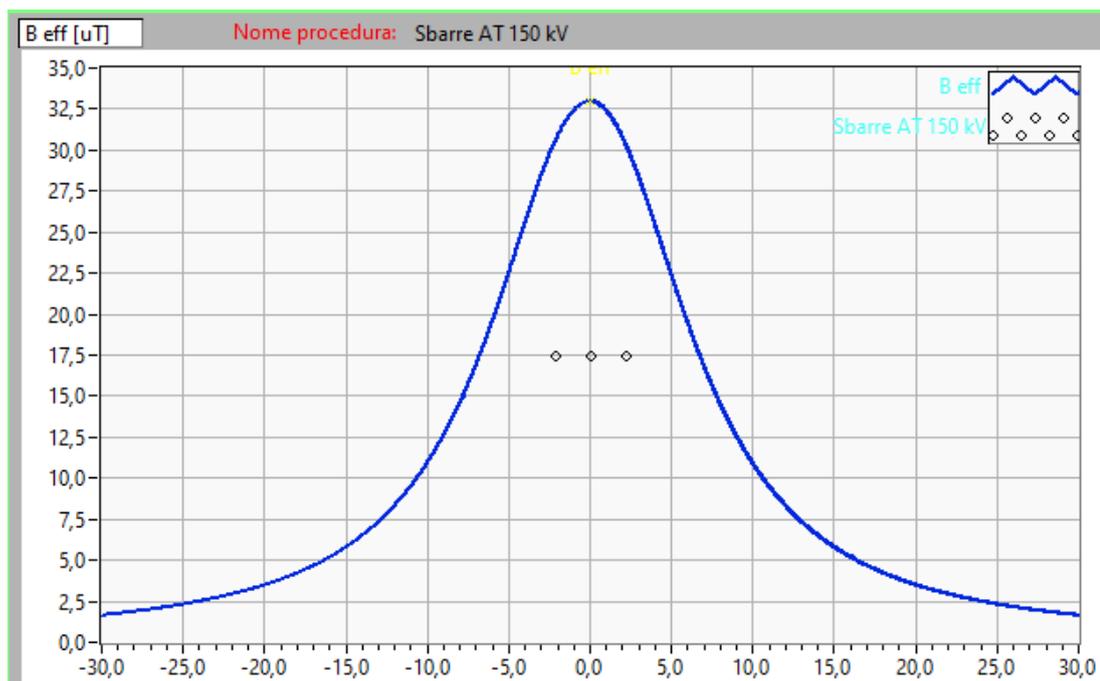


Figura 7: Profilo laterale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

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 $100 \mu\text{T}$.

6.4 MAPPE COLORATE – VALUTAZIONE DPA

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

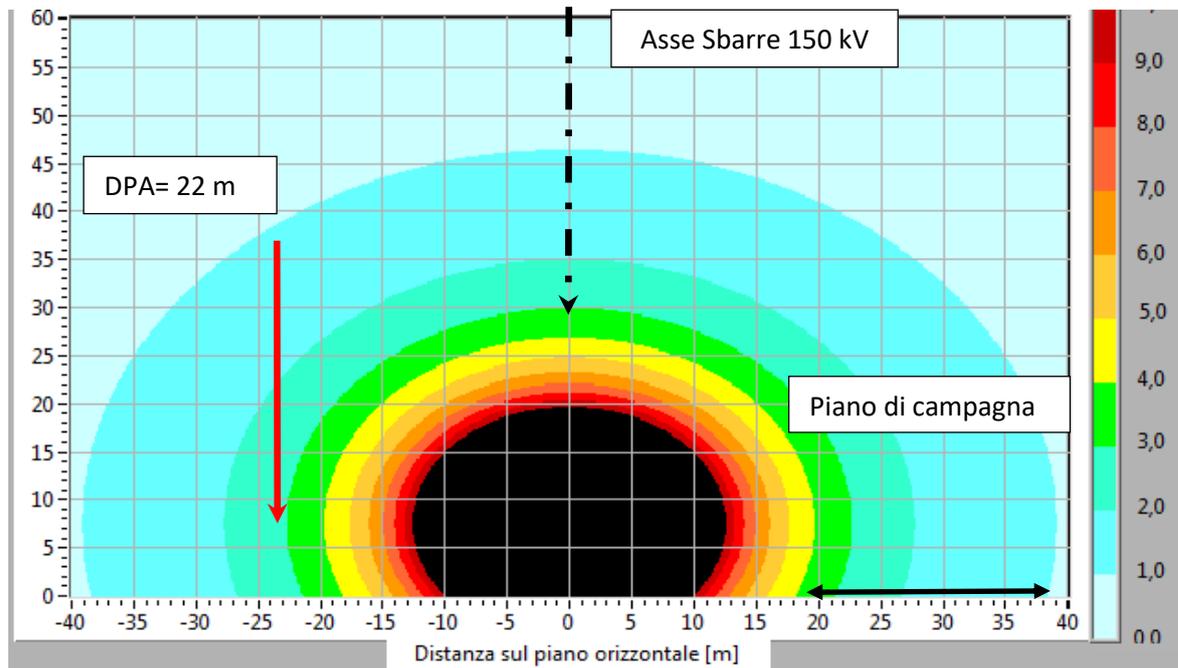


Figura 8: Mappa verticale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

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 "Planimetria Catastale con DPA" 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:

	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
AT - 1600 mm²	+/- 3,50 m	7,00 m
SBARRE SE 30/150kV	+/- 22,00 m	44,00 m

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. Nei tratti che lo prevederanno, sarà necessario l'utilizzo di canalette schermanti, le quali abbattano i valori della fascia DpA.

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