

**POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV "BUCCINO - CONTURSI"**  
**Tratto aereo e in cavo dal sost. P994/A-19 al sost. P961/A-18**

**VARIANTE ELETTRORODOTTO 150 kV "BUCCINO-TANAGRO"**  
**Tratto aereo dal sost. P961 al sost. P961-18**

**Piano Tecnico delle Opere**

**RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 27/01/2020	Prima emissione per PTO
---------	----------------	-------------------------



Elaborato	Controllato	Verificato	Approvato
INSE s.r.l.	S. Ottobre UPRI T. Linee	B. Tammaro UPRI T Napoli. Linee	A. Limone UPRI

a03IO301SR -r00

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	ELETTRODOTTO AEREO ST 150 KV .....	8
3.1	CARATTERISTICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI.....	8
3.2	VALORE DI CORRENTE UTILIZZATO.....	9
3.3	CAMPO MAGNETICO – TRATTI ELETTRODOTTI AEREI.....	10
3.4	FASCE DI RISPETTO – TRATTI ELETTRODOTTI AEREI .....	10
3.5	CAMPO ELETTRICO – TRATTI ELETTRODOTTI AEREI .....	12
3.6	CONCLUSIONI TRATTI ELETTRODOTTI AEREI.....	12
4	ELETTRODOTTO IN CAVO 150 kV.....	13
4.1	CARATTERISTICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO .....	13
4.2	CAMPO ELETTRICO – TRATTO ELETTRODOTTO IN CAVO.....	14
4.3	CAMPO MAGNETICO – TRATTO ELETTRODOTTO IN CAVO .....	14
4.4	CONCLUSIONI TRATTO ELETTRODOTTO CAVO.....	15

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di riportare gli esiti della valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica relativamente ai seguenti interventi:

- Potenziamento della linea a 150 kV singola terna "Buccino-Contursi" (cod. 23088A1) dal sostegno P.994/A-19 al sostegno P.961/A-18, comprendente un tratto in cavo interrato tra i nuovi sostegni P7 e P8 (porta terminali), per una lunghezza complessiva di circa 4,8 km di elettrodotto aereo e circa 2,72 km di elettrodotto in cavo;
- Variante aerea alla linea 150 kV singola terna "Buccino-Tanagro" (cod. 23107A1) dal sostegno P.961 al P.961-18 per una lunghezza complessiva di circa 310 m.

Per maggiori dettagli sul progetto in esame si rimanda agli elaborati costituenti il PTO ed in particolare alla Relazione Tecnica Generale (elaborato n. RE23088A1B000003) che descrive l'opera nel suo complesso e alla planimetria su ortofoto (elaborato n. DE23088A1B000005) in cui è riportato il tracciato.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12/07/99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) 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 UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

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;
- **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, emanata nel 2001, comporta la prescrizione e l'osservanza in Italia di misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali ed adottate da tutti i paesi dell'Unione Europea, che hanno accettato il parere del Consiglio di quest'ultima; infatti, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/99 sollecitavano gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato emanato il D.P.C.M. 08/07/2003 "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.", che ha fissato:

- il **limite di esposizione** in 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il **valore di attenzione** di 10  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, 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;
- il valore di 3  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, quale **obiettivo di qualità**, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di ambienti abitativi e scolastici, di aree gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle quattro ore.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

È opportuno inoltre 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 07/10/2003 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. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli, neanche in melius.

Successivamente, in esecuzione della Legge 36/2001 e del suddetto D.P.C.M. 08/07/2003, è stato emanato il D.M. ATTM del 29/05/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "distanza di prima approssimazione (DPA)".

In particolare, si ricorda che con esso sono state date le seguenti definizioni:

- **portata in corrente in servizio normale**: è la 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 (secondo CEI 11-60 par. 2.6 e ss.mm.ii);
- **portata di corrente 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**: è lo 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)**: per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo; dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Inoltre, è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

## **LEGGI**

---

- 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, 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";
- DMAATM 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 28 giugno 1986 n° 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

## **NORME CEI**

---

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-17 terza edizione "Linee in Cavo"
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- 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 delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02

### 3 ELETTRDOTTO AEREO ST 150 KV

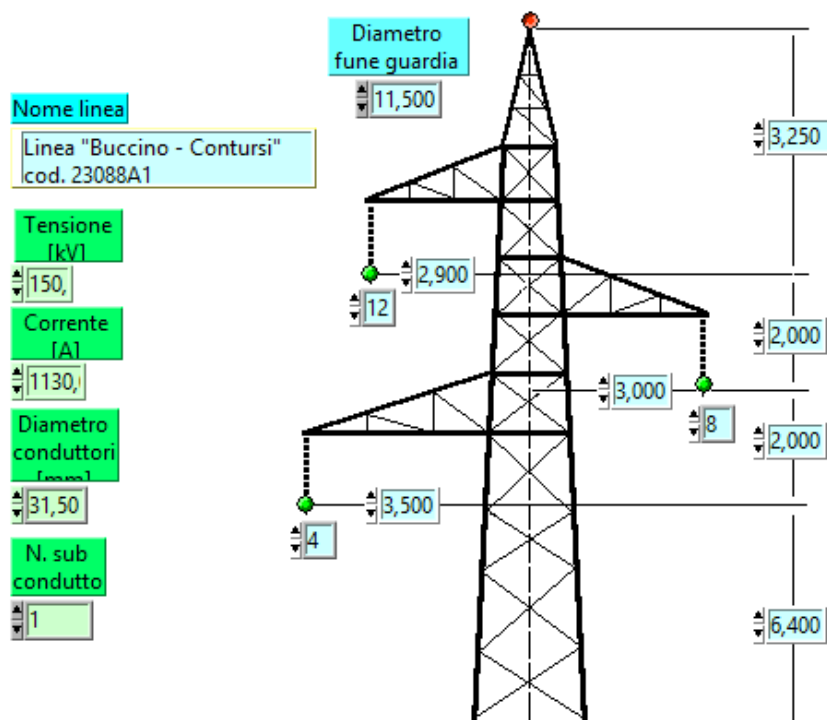
I nuovi tratti di elettrodotto aereo in ST 150 kV avranno una lunghezza complessiva di circa 4,8 km per la linea "Buccino-Contursi" e circa 310 m per la linea "Buccino-Tanagro"; i tracciati sono riportati nella planimetria su ortofoto (elaborato n. DE23088A1B000005) e nelle planimetrie catastali con indicazione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) elaborato n. DE23088A1B000026. Qui di seguito vengono riportati gli elementi necessari per la determinazione dei campi elettrici e magnetici e della DPA.

#### 3.1 CARATTERISTICHE DEGLI ELETTRDOTTI AEREI

La linea elettrica 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 che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza, come riportato nei grafici contenuti nella presente relazione.

I grafici di seguito riportati sono stati ottenuti calcolando i valori del campo elettrico e dell'induzione magnetica lungo il tracciato della linea a 150 kV, considerando un sostegno a traliccio di tipo N a semplice terna con disposizione dei conduttori a triangolo. Si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 6,40 m pari al valore minimo prescritto dal DM n. 449 del 21/03/88. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è sempre maggiore del limite fissato dalla norma stessa.

Lo schema della geometria dei conduttori risulta la seguente:





### 3.2 VALORE DI CORRENTE UTILIZZATO

In conformità con quanto previsto dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 e dal DM 29 maggio 2008, la corrente da utilizzare per il calcolo delle fasce di rispetto è la portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata.

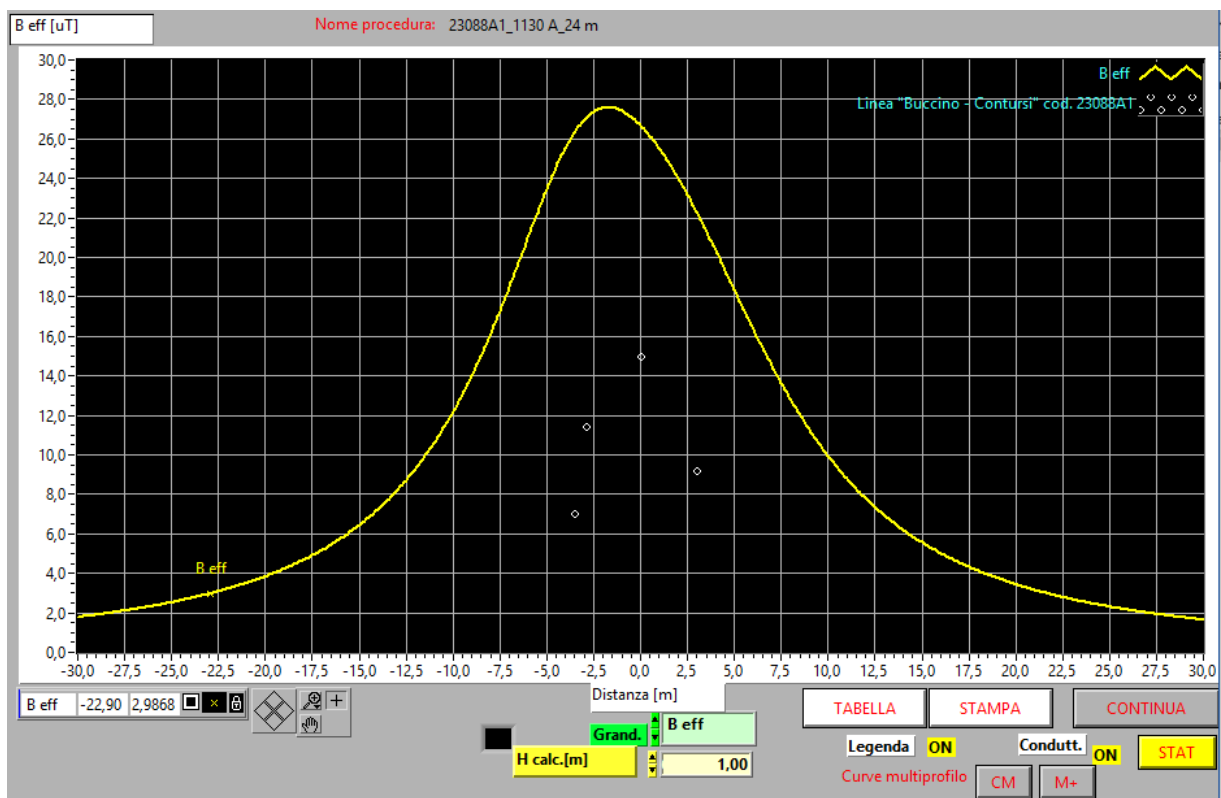
Come riportato nella relazione n. RE23088A1B000003, il conduttore che verrà installato nei tratti aerei oggetto d'intervento sarà in corda di lega di alluminio-acciaio con un diametro complessivo di 31,50 mm, ovvero il "conduttore di riferimento" della CEI 11-60.

La Norma CEI 11-60 definisce la portata in servizio normale del "conduttore di riferimento" per la zona A e la zona B nel periodo freddo e nel periodo caldo. Il tracciato dell'elettrodotto è ubicato a quota inferiore agli 800 m s.l.m., ricadendo pertanto, ai sensi del DM 21/3/1988, in zona "A", per questo motivo i risultati dei calcoli riportati di seguito sono stati ottenuti considerando il valore di corrente corrispondente al periodo freddo della zona "A"; in conformità con il paragrafo 3.3 della Norma CEI 11-60 la portata in corrente in servizio normale in relazione alle condizioni di progetto è **1130 A** e dunque questo è il valore utilizzato ai fini dei calcoli illustrati nei paragrafi successivi.

### 3.3 CAMPO MAGNETICO – TRATTI ELETTRODOTTI AEREI

Il valore dell'induzione magnetica è proporzionale alla corrente transitante nella linea. Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.5" sviluppato per T.E.R.N.A. da CESI, in accordo con la norma CEI 11-60. La metodologia di calcolo di tale software è basata sull' algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4. In particolare, il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot – Savart.

Nella figura è riportato il profilo laterale dell'induzione magnetica calcolata ad 1 m dal suolo, come si può notare, l'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$  è rispettato a partire da una distanza di circa 23 m dall'asse linea.



Dalle valutazioni su esposte, considerate le distanze delle abitazioni e dei luoghi destinati a permanenza prolungata della popolazione dall'elettrodotto in progetto, si dimostra ovunque il rispetto con ampio margine dei limiti di esposizione stabiliti dalla normativa vigente.

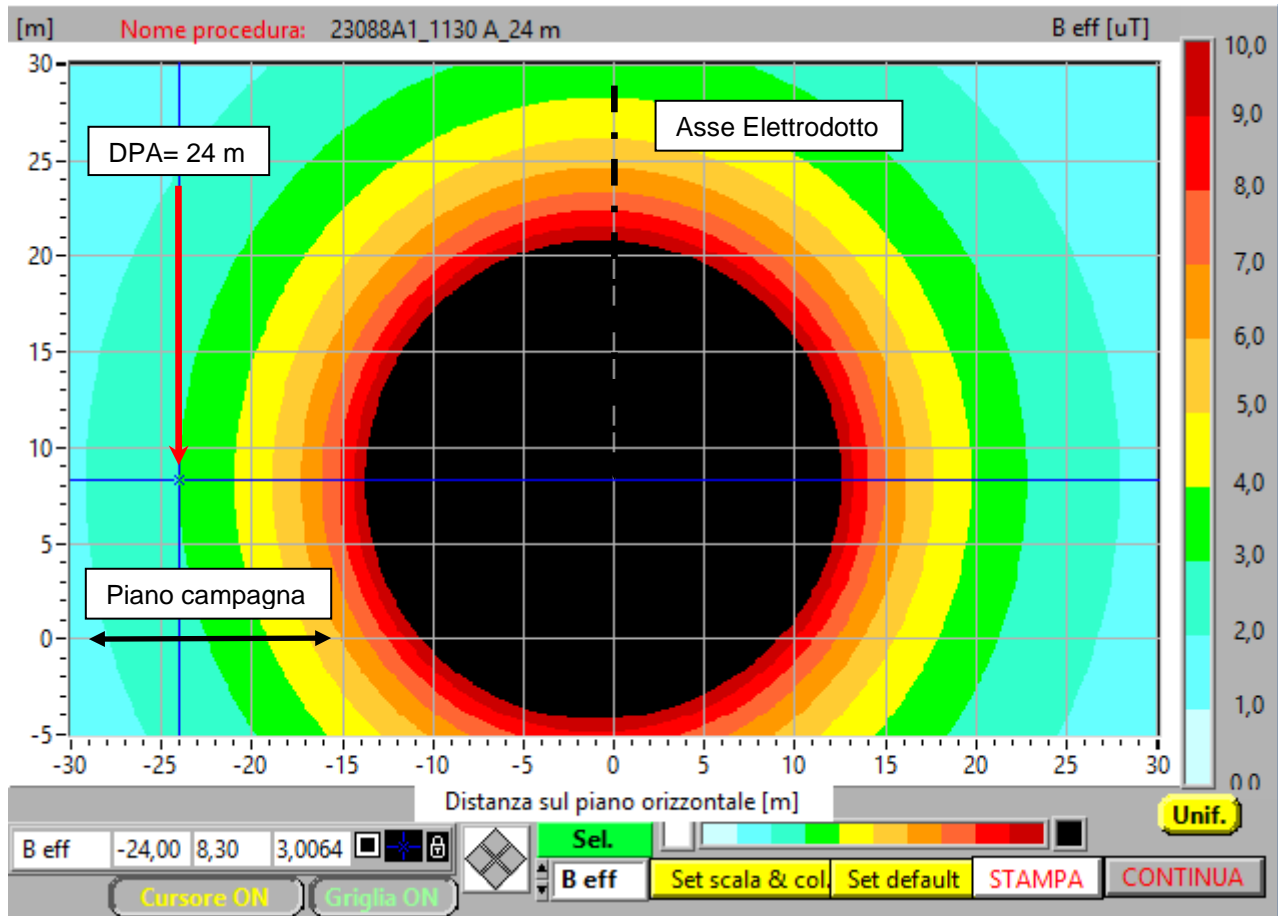
### 3.4 FASCE DI RISPETTO – TRATTI ELETTRODOTTI AEREI

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

Le fasce di rispetto e le conseguenti DPA indicate nel tracciato di progetto sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della

Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n. 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n° 160.

Dalla mappa verticale dell'induzione magnetica, riportata di seguito, si rileva che la fascia di rispetto si estende fino ad una distanza massima dall'asse linea pari a 24 m, **pertanto la DPA è di +/- 24 m dall'asse linea.**

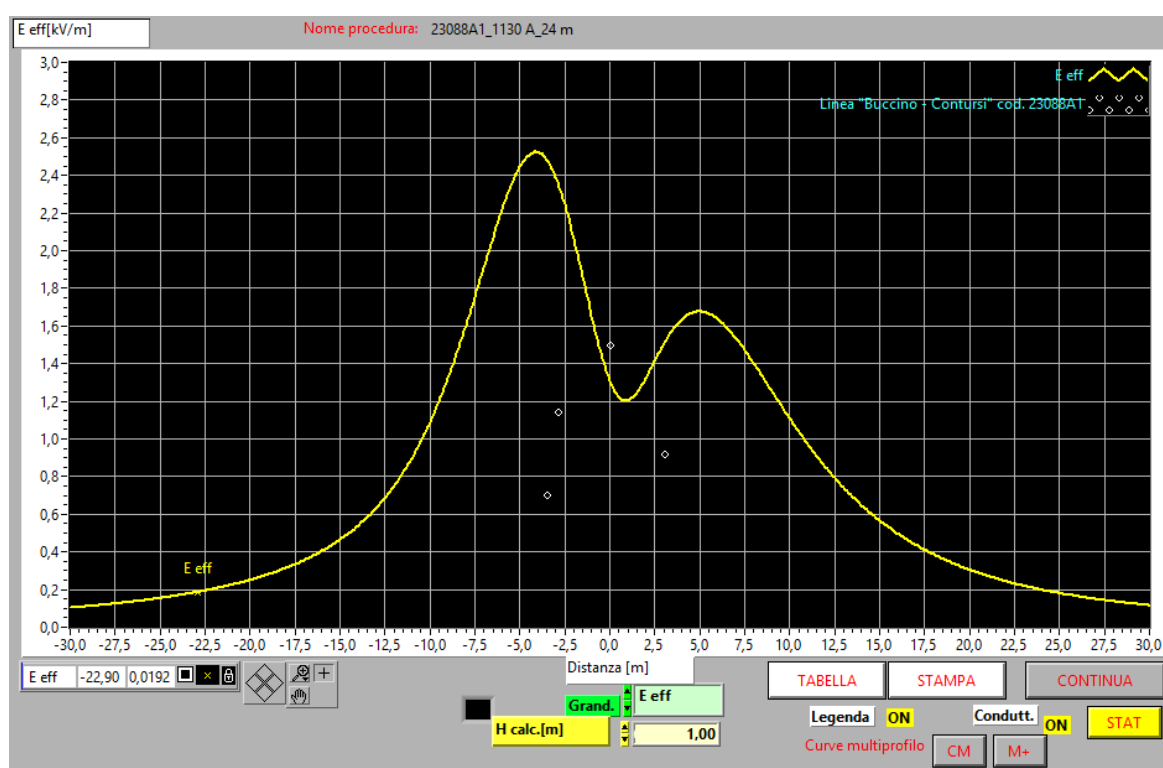


I grafici riportati sono riferiti a linea imperturbata. In corrispondenza dei cambi di direzione, ed in corrispondenza di incroci o parallelismo con altri elettrodotti, conformemente al D.P.C.M. 8 luglio 2003 e al DM 29 maggio 2008 le ampiezze delle fasce sono state opportunamente calcolate tenendo conto della mutua interferenza tra gli elettrodotti e sono riportate nella relativa planimetria catastale, elaborato n. DE23088A1B000026.

### 3.5 CAMPO ELETTRICO – TRATTI ELETTRODOTTI AEREI

La valutazione del campo elettrico al suolo per l'elettrodotto aereo 150 kV è avvenuta mediante l'impiego del software "EMF Vers 4.5" sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4. La configurazione della geometria dei sostegni e i valori delle grandezze elettriche sono quelli riportati in precedenza e nelle relazioni tecniche illustrative allegate alla documentazione progettuale. La valutazione del campo elettrico è avvenuta nelle condizioni maggiormente conservative. Dalle simulazioni effettuate, si può asserire che il valore del campo elettrico per un elettrodotto a 150 kV è sempre inferiore al limite previsto dal DPCM 08/07/03 fissato in 5 kV/m.

Si riporta di seguito il profilo laterale del valore efficace del campo elettrico (kV/m) ad 1 m dal suolo:



Dal suddetto diagramma risulta che il campo elettrico al suolo è inferiore ai 5 kV/m e quindi nei limiti imposti dalla normativa.

### 3.6 CONCLUSIONI TRATTI ELETTRODOTTI AEREI

Come si evince dalle planimetrie catastali allegate (doc n. DE23088A1B000026), non sono presenti edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore a distanza dall'asse linea inferiore alla DPA calcolata.

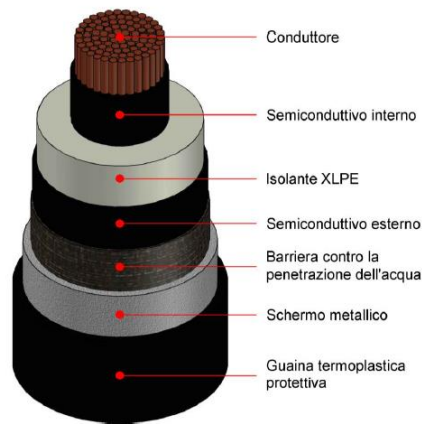
Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica il collegamento elettrico progettato, come illustrato nel piano tecnico delle opere di cui fa parte la presente relazione, è **conforme alla normativa vigente**.

#### 4 ELETTRODOTTO IN CAVO 150 kV

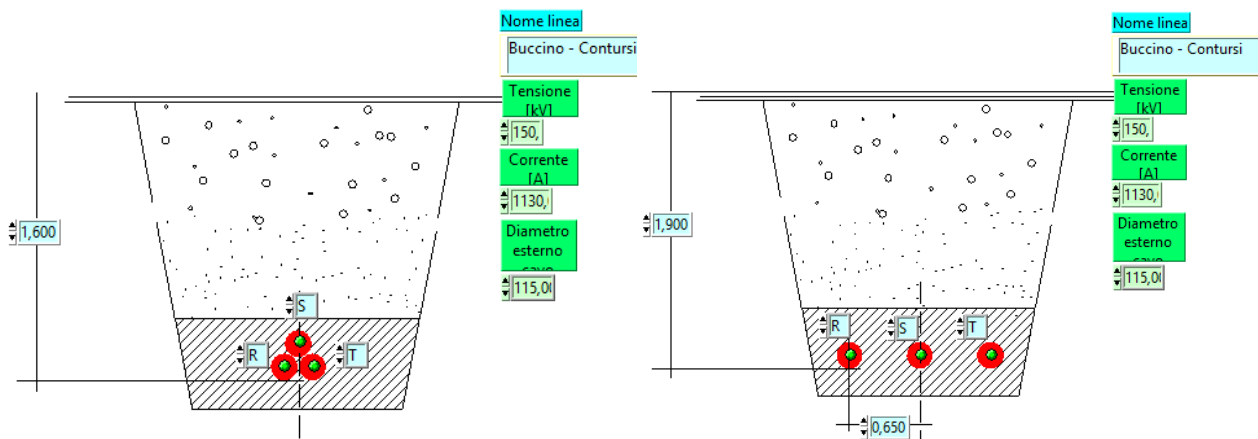
##### 4.1 CARATTERISTICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO

Il progetto prevede la realizzazione di un tratto di linea in cavo interrato a 150 kV tra i nuovi sostegni P7 e P8 (porta terminali) da posare prevalentemente sulla SS19 delle Calabrie e per brevi tratti su terreno agricolo. Le caratteristiche dell'elettrodotto in cavo sono illustrate negli elaborati "Relazione tecnica generale" (elaborato n. RE23088A1B000003) e "Caratteristiche componenti elettrodotto in cavo 150 kV" (elaborato n. RE23088A1B000010) e nella figura seguente è riportato lo schema tipo della struttura del cavo:

Schema costitutivo (a titolo indicativo)



Il cavo sarà prevalentemente posato in configurazione a trifoglio con cavi a contatto alla profondità di posa di circa 1,60 m. In corrispondenza delle buche giunti lo schema di posa del cavo si sviluppa in piano, con le fasi distanziate tra di loro di circa 0,65 m e ad una profondità di circa 1,90 m, come schematicamente rappresentato di seguito.



Schema di posa lungo il tracciato del cavo (a trifoglio) e in corrispondenza delle buche giunti (in piano)

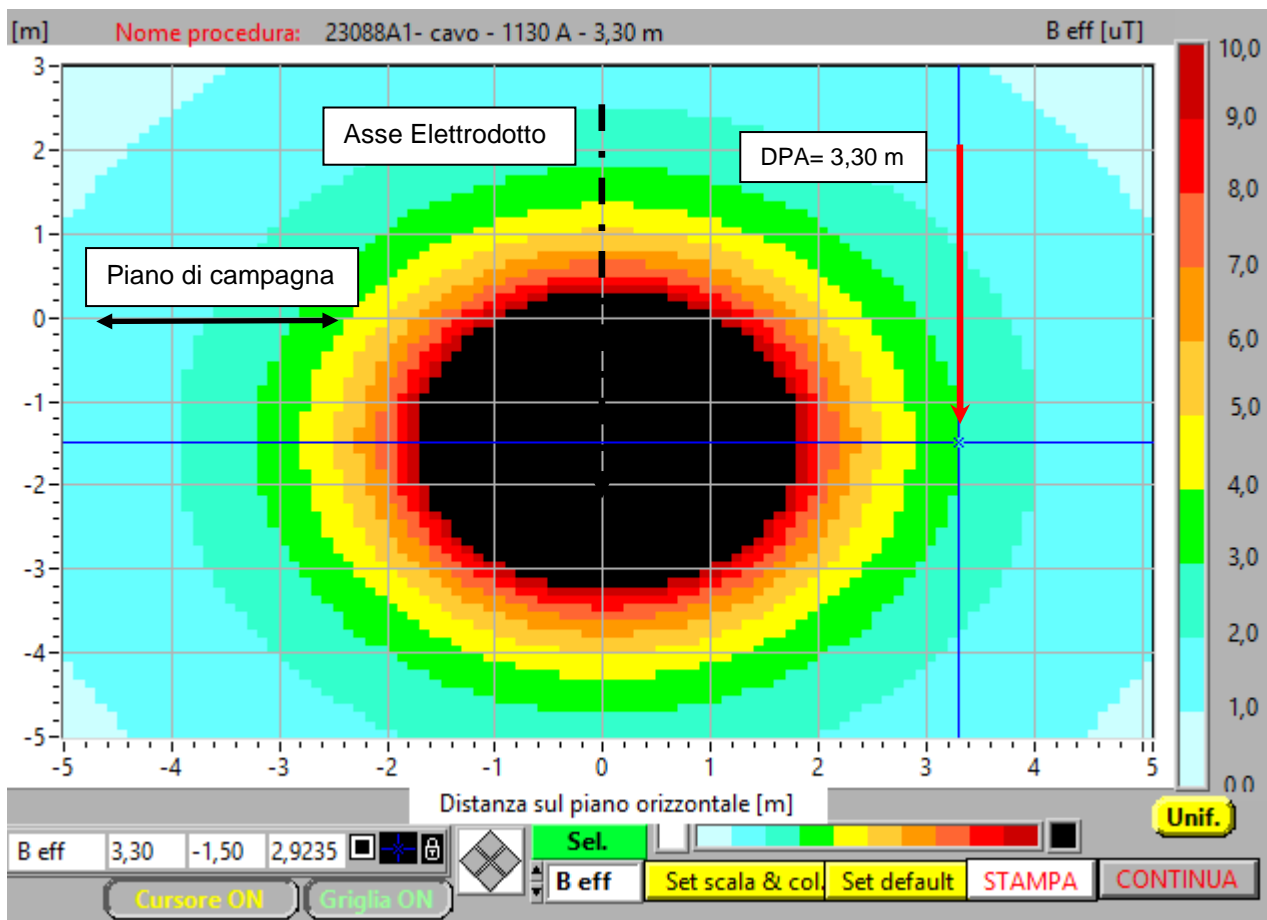
#### 4.2 CAMPO ELETTRICO – TRATTO ELETTRODOTTO IN CAVO

Negli elettrodotti in cavo, la presenza dello schermo metallico rende nullo il campo elettrico irradiato dal cavo stesso verso l'ambiente esterno. Pertanto, il rispetto della normativa vigente è sempre garantito anche in presenza di eventuali strutture potenzialmente sensibili, indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

#### 4.3 CAMPO MAGNETICO – TRATTO ELETTRODOTTO IN CAVO

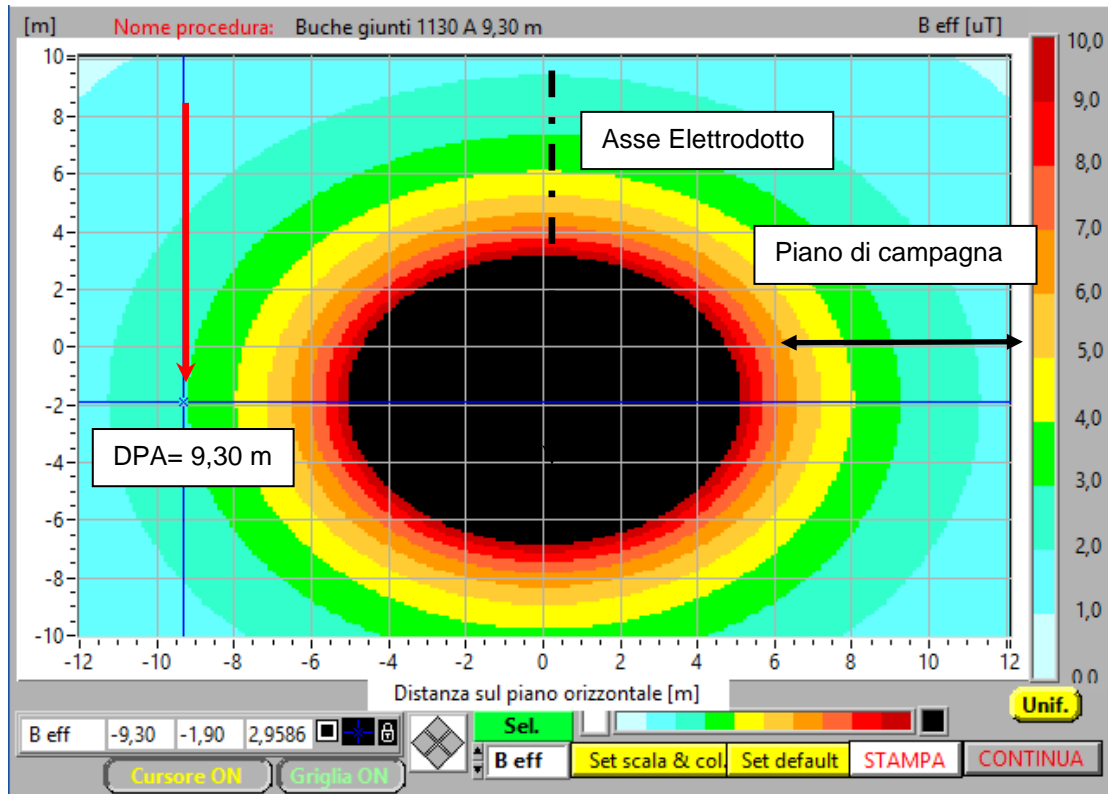
Anche per l'elettrodotto in cavo il calcolo è stato effettuato utilizzando il software "EMF Vers 4.5". Poiché l'elettrodotto in esame è di tipo misto aereo-cavo, l'unico valore di corrente da utilizzare per la valutazione dell'induzione magnetica e per la determinazione della DPA è la portata dell'intero collegamento. Essa è pari a **1130 A** ovvero il valore limitante tra la portata del conduttore aereo e del cavo.

Dalla mappa verticale dell'induzione magnetica, si rileva che, lungo il tracciato del cavo, la fascia di rispetto si estende fino ad una distanza massima dall'asse linea pari a 3,30 m, **pertanto la DPA è di +/- 3,30 m dall'asse linea.**



Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA

Dalla mappa verticale dell'induzione magnetica, si rileva che, in corrispondenza delle buche giunti, la fascia di rispetto si estende fino ad una distanza massima dall'asse linea pari a 9,30 m, **pertanto la DPA è di +/- 9,30 m dall'asse linea.**



Mapa verticale induzione magnetica (B) in buca giunti

#### 4.4 CONCLUSIONI TRATTO ELETTRODOTTO CAVO

Come si evince dalle planimetrie catastali allegate, non sono presenti edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore a distanza dall'asse linea inferiore alla DPA calcolata.

Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica il collegamento elettrico progettato, come illustrato nel piano tecnico delle opere di cui fa parte la presente relazione, è **conforme alla normativa vigente.**

Si precisa che in questa fase di progettazione, **la collocazione delle buche giunti è indicativa**; resta inteso pertanto che, qualora in fase di progettazione esecutiva la presunta collocazione dell'asse e/o delle buche giunti dovesse essere modificata, comportando l'intersezione tra i corridoi di prima approssimazione ed eventuali recettori sensibili, si procederà a determinare puntualmente le fasce ed eventualmente a prevedere gli opportuni **sistemi di mitigazione del campo magnetico** (canalette schermanti o loop passivi) **continuando a garantire comunque il rispetto della normativa.**