

Regione Puglia

COMUNE DI SALICE SALENTINO(LE)-GUAGNANO(LE)-CAMPI SALENTINA(LE)
SAN PANCRAZIO SALENTINO(BR)-CELLINO SAN MARCO(BR)
MESAGNE(BR)-BRINDISI (BR)
SAN DONACI (BR)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
PREVISTA IMMESSA IN RETE PARI A 105,40 MW
ALIMENTATO DA FONTE EOLICA DENOMINATO "APPIA SAN MARCO"**

PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO "APPIA SAN MARCO"

Codice Impianto: G9ZFR24

Tav.:	Titolo:
R06	RELAZIONE ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
--	A4	G9ZFR24_RelazioneSpecialistica_R06

Progettazione:	Committente:
 <p>Gruppo di progettazione: Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto Ing. Francesco Masilla</p>  <p>Amm. Francesco Di Maso Ing. Nicola Galdiero Ing. Pasquale Esposito</p> <p><small>Via Aosta n.30 - cap 10152 TORINO (TO) P.Iva 12400840018 - REA TO-1287260 Amm.re Soroush Tabatabaei</small></p> <p><small>Viale Michelangelo, 71 80123 Napoli Tel. 081 5197998 mail: tecnico@inse.it</small></p>	<p>ENERGIA LEVANTE s.r.l. Via Luca Gaurico n.9/11 Regus Eur - 4° piano - Cap 00143 ROMA P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energialevantesrl@legalmail.it www.sserenewables.com - Tel.: +39 0654831</p> <p>Società del Gruppo</p>  <p>For a better world of energy</p>
Indagini Specialistiche :	

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Agosto 2022	Prima emissione	INSE S.R.L.	S.M.	G.M.

Sommario

1	PREMESSA	2
2	RICHIAMI NORMATIVI	2
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.1	QUADRO NORMATIVO GENERALE	4
3.2	LEGGI.....	5
3.3	NORME TECNICHE.....	6
3.3.1	Norme CEI	6
4	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	6
5	CAVI MT 30 KV.....	7
6	CAVI MT 30 KV - DPA	9
6.1	TRATTI ASM3-ASM1; ASM6-ASM8; ASM10-ASM11 (n. 1 CAVO DA 400 MM ²).....	9
6.2	TRATTI ASM8-ASM7; ASM11-ASM12; ASM16-ASM15 (N.1 CAVO DA 800 MM ²).....	11
6.3	TRATTO ASM1-ASM7 (N.2 CAVI DA 400 MM ²).....	13
6.4	TRATTO ASM7-CS1 (N.2 CAVI DA 800 MM ² E N.1 CAVO DA 400 MM ²).....	15
6.5	TRATTO ASM15-CS2 (N.2 CAVI DA 800 MM ²)	17
6.6	TRATTO CS2 (N.3. CAVI DA 800 MM ²).....	19
6.7	TRATTO CS1-SE 30/150 KV (N.3 CAVI DA 630 MM ²).....	23
7	CAVO 150 KV	25
8	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV “CONDIVISA”	28
9	CONCLUSIONI	31

1 PREMESSA

La società ENERGIA LEVANTE Srl, è proponente di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nei Comuni di Salice Salentino (LE), Guagnano (LE), San Pancrazio Salentino (BR), San Donaci (BR) e Cellino San Marco (BR) con opere di connessione nel comune di Cellino San Marco (BR)

Il progetto prevede l'installazione di n.17 aerogeneratori della potenza nominale di 6,2 MW per una potenza complessiva di impianto pari a 105,4 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 30kV che collegheranno il parco eolico a due cabine di commutazione (data l'estensione dell'impianto) le quali si collegano ad una stazione di trasformazione utente di trasformazione e condivisione 30/150 kV, che a sua volta sarà collegata in antenna a 150 kV sulla sezione 150kV della futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150kV da inserire in entrata alla linea a 380 kv "Brindisi Sud-Galatina" prevista in Cellino San Marco (BR).

L'energia elettrica prodotta dal parco eolico sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore della potenza di 110 MVA, 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 (in conformità con la STMG N. 202101590 del 13/12/2021 rilasciata da TERNA).

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

- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall'impianto di produzione alle cabine di smistamento;
- b) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dalle cabine di smistamento alla SE trasformazione e condivisione 30/150 kV;
- c) Cabine elettriche di commutazione/smistamento (Switching Center);
- d) Stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV con sistema di sbarre a 150 kV e stallo arrivo cavo 150 kV;
- e) Cavidotto interrato a 150 kV per il collegamento tra la SE 30/150 kV e la SE 380/150 kV di TERNA;

Le opere di cui ai punti a), b), c), d) costituiscono opere di utenza del proponente, l'opera al punto e) costituisce opera di rete (RTN).

I collegamenti a 30 kV in cavi interrati, che raccolgono la produzione di energia elettrica degli aerogeneratori, saranno posati in idonea trincea. La realizzazione della trincea avverrà prevalentemente sulla viabilità esistente, da realizzare oppure su terreni agricoli. La viabilità è costituita da strade provinciali, comunali, vicinali, interpoderali.

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

scientifico, 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 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 QUADRO NORMATIVO GENERALE

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo e 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 (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il **valore di attenzione** di 10 μT , 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 μT , 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 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 il 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)" e delle connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

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;
- 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.

3.2 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.

3.3 NORME TECNICHE

3.3.1 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.

5 CAVI MT 30 KV

I cavi MT per posa interrata si distinguono in unipolari, tripolari a elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

Per il collegamento tra gli aerogeneratori e la SE 30/150 kV- è stato scelto di posare cavi MT in alluminio aventi sezioni differenti.

Sottocampo 1	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
ASM2-ASM3	6.200	1.290	150
ASM3 – CS1	12.400	4.929	400

Sottocampo 2	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
ASM4-ASM1	6.200	1.739	150
ASM1-ASM7	12.400	834	400
ASM7-CS1	18.600	338	800

Sottocampo 3	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
ASM5-ASM6	6.200	2.076	150
ASM6-ASM8	12.400	2.374	400
ASM8-CS1	18.600	2.366	800

Sottocampo 4	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
ASM9-ASM10	6.200	3.687	150
ASM10 – ASM11	12.400	3.888	400
ASM11-CS2	18.600	5.000	800

Sottocampo 5	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
ASM13-ASM16	6.200	2.036	150
ASM16 – CS2	18.600	7.216	800
ASM14-ASM16	6.200	1.627	150

Sottocampo 6	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
ASM17-ASM15	6.200	5.217	150
ASM15 – CS2	18.600	760	800
ASM12-ASM15	6.200	2.070	150

Sottocampo 7	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
CS1-SSE	49.600	12.109	630

Sottocampo 8	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mm ²)
CS2-SSE	55.800	3.495	800

Nelle tratte dove la sezione dei cavi risulta uguale o inferiore ai 300 mm², si è scelto l'impiego di cavi cordati a elica che, secondo il DM 29.05.2008, presenta campo magnetico praticamente nullo e, pertanto, esente dalla determinazione della DPA. Quindi, per detti tratti, ai sensi della normativa vigente, non è stato eseguito il calcolo del campo magnetico né la determinazione della Distanza di prima approssimazione (Dpa).

Invece, nei tratti dove si prevede di utilizzare cavi unipolari di sezione pari a 400, 630 e 800 mm² sono stati eseguiti i calcoli per la determinazione della Dpa. Di seguito vengono riportati i tratti in cui la trincea presenta un unico cavidotto in trincea di diametro superiore a 300 mm²:

TRATTA	Numero cavi
ASM3-ASM1 ASM6-ASM8 ASM10-ASM11	1 cavo da 400 mm ²
ASM8 -ASM7 ASM11-ASM12 ASM16-ASM15	1 cavo da 800 mm ²

Inoltre, in alcuni tratti specifici si denota la presenza di più cavi all'interno della trincea, la cui coesistenza determina delle variazioni del campo magnetico e di conseguenza della Dpa. I tratti interessati vengono riportati di seguito:

TRATTA	Numero cavi
ASM1-ASM7	2 cavi da 400 mm ²
ASM7-CS1	1 cavo da 400 mm ² 2 cavi da 800 mm ²
ASM15-CS2	2 cavi da 800 mm ²
CS2	3 cavi da 800 mm ²
CS1-SSE	3 cavi da 630 mm ²
CS2-SSE	3 cavi da 800mm ²

6 CAVI MT 30 KV - DPA

Per i tratti di cavidotto 30 Kv nei quali il cavidotto presenta una sezione del conduttore maggiore di 300 mm² è stato scelto di posare tre cavi unipolari posati a trifoglio in alluminio, con isolamento in politene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, schermo in alluminio saldato e rivestimento in polietilene e con un diametro esterno variabile a seconda della tipologia di cavo.

Lo schema tipo del cavo 30 kV è il seguente:



Figura 1. Schema tipo del cavo 30 kV

Il cavo sarà posato, lungo il tracciato, in configurazione a trifoglio, temperatura del conduttore non superiore a 90°, profondità di posa 1,10 m, temperatura del terreno 20°C, resistività termica del terreno 1°C m/W.

6.1 TRATTI ASM3-ASM1; ASM6-ASM8; ASM10-ASM11 (N. 1 CAVO DA 400 MM²)

Per le tratte in esame tre cavi unipolari posati a trifoglio in alluminio dal diametro di 400 mm², per il quale è stata determinata la distanza di prima approssimazione con riferimento ad una corrente massima di 445 A e diametro esterno di 49 cm.

I calcoli sono stati eseguiti con il programma Emf-v4.03 sviluppato dal CESI per Terna.

La sezione di posa è riportata schematicamente in figura 2.

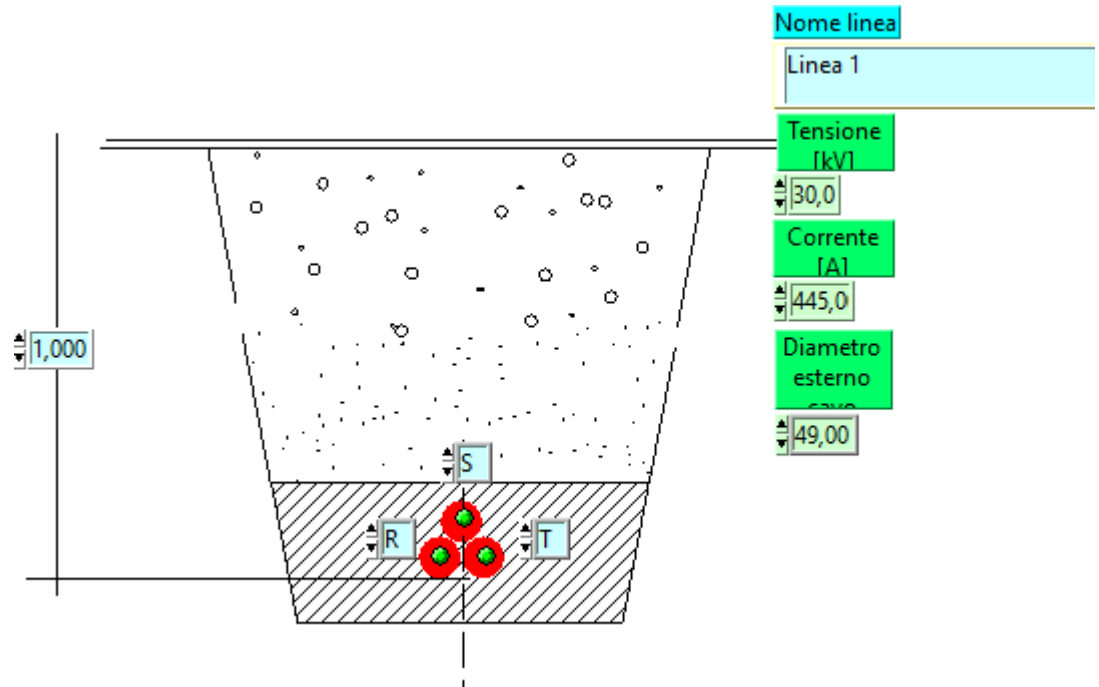


Figura 2. Posa tipo del cavo 30 kV (in questo caso da 400 mm²)

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:

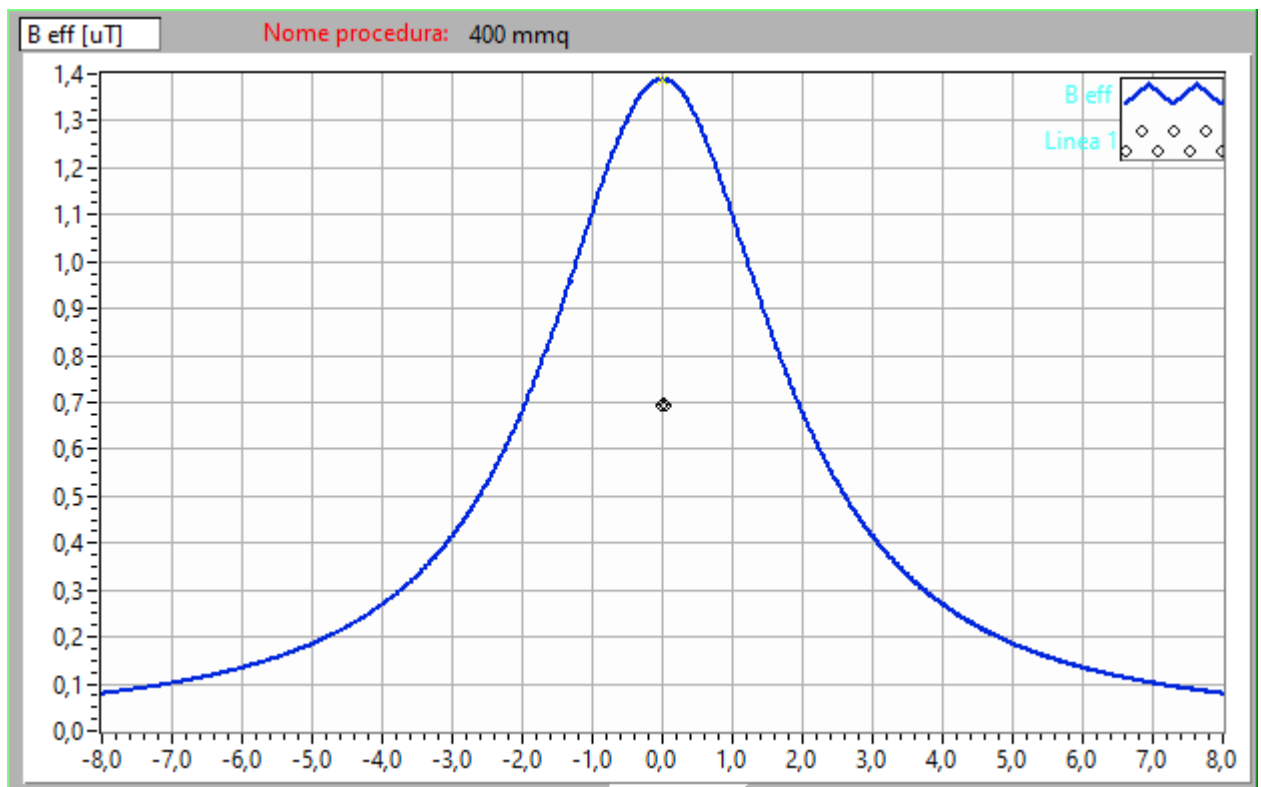


Figura 3. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 445 A

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

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

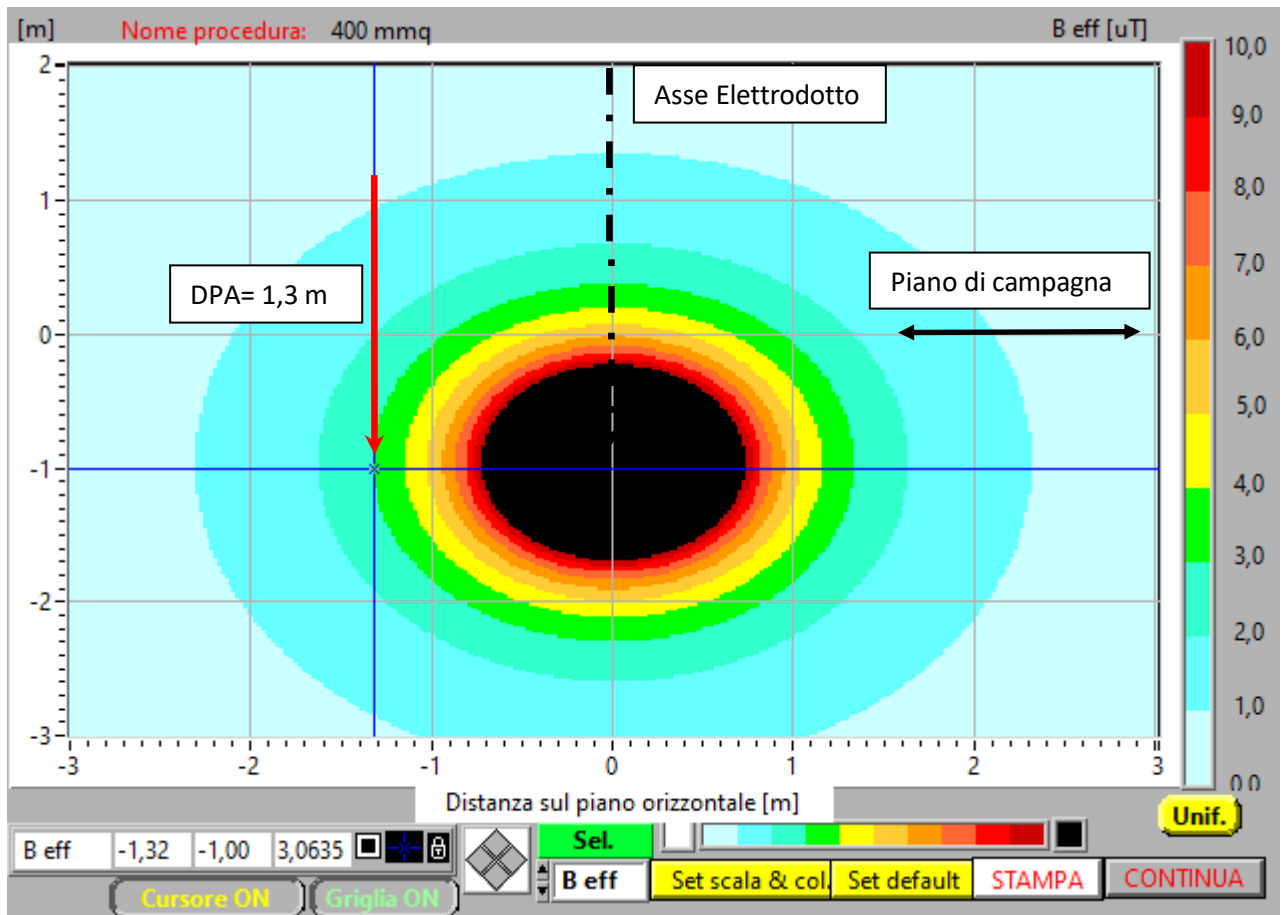


Figura 4. Mapa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - $V=30 \text{ kV}$ $I = 445 \text{ A}$

Si osserva quindi che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$) è di $1,3 \text{ m}$ a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 3 m ($2,6 \text{ m}$) quindi $\pm 1,5 \text{ m}$ centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

6.2 TRATTI ASM8-ASM7; ASM11-ASM12; ASM16-ASM15 (N.1 CAVO DA 800 MM^2)

Di seguito si riportano il profilo laterale e la mappa verticale nel tratto di cavidotto dove in trincea è prevista la messa in opera di un cavidotto MT da 800 mm^2 con diametro massimo esterno di 60 mm adoperando una corrente di 636 A

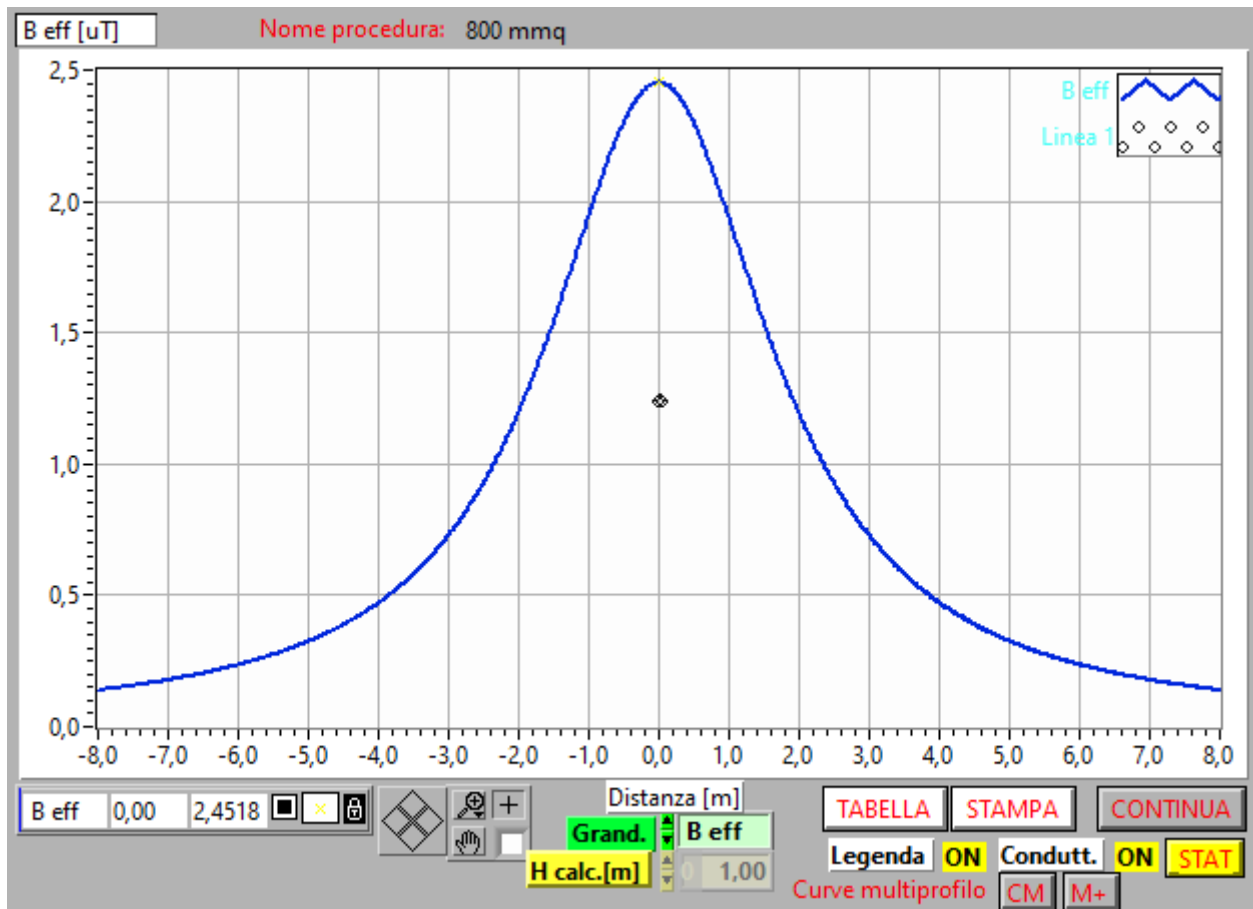


Figura 5. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 636 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 2,45 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

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

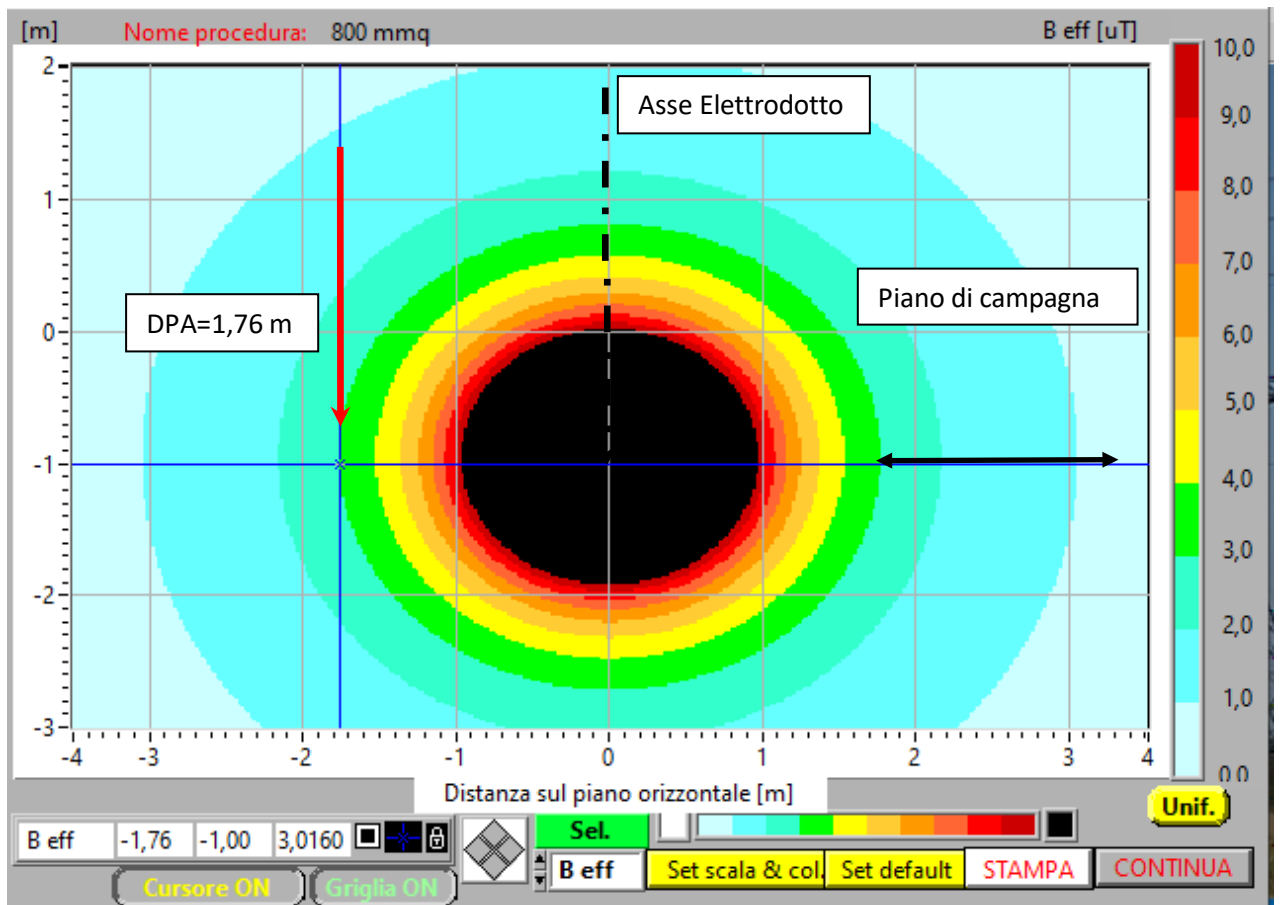


Figura 6. Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - $V=30 \text{ kV}$ $I = 636 \text{ A}$

Si osserva quindi che in questo caso la Dpa è di 1,8 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 4 m quindi $\pm 2 \text{ m}$ centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

6.3 TRATTO ASM1-ASM7 (N.2 CAVI DA 400 MM²)

Si riportano il profilo laterale e la mappa verticale per il tratto di cavidotto congiungente la ASM1 e la ASM7, all'interno della cui trincea si ipotizza la posa di 2 cavidotti da 400 mm² con le stesse caratteristiche geometriche ed elettriche, posti ad una distanza asse cavo di 20 cm.

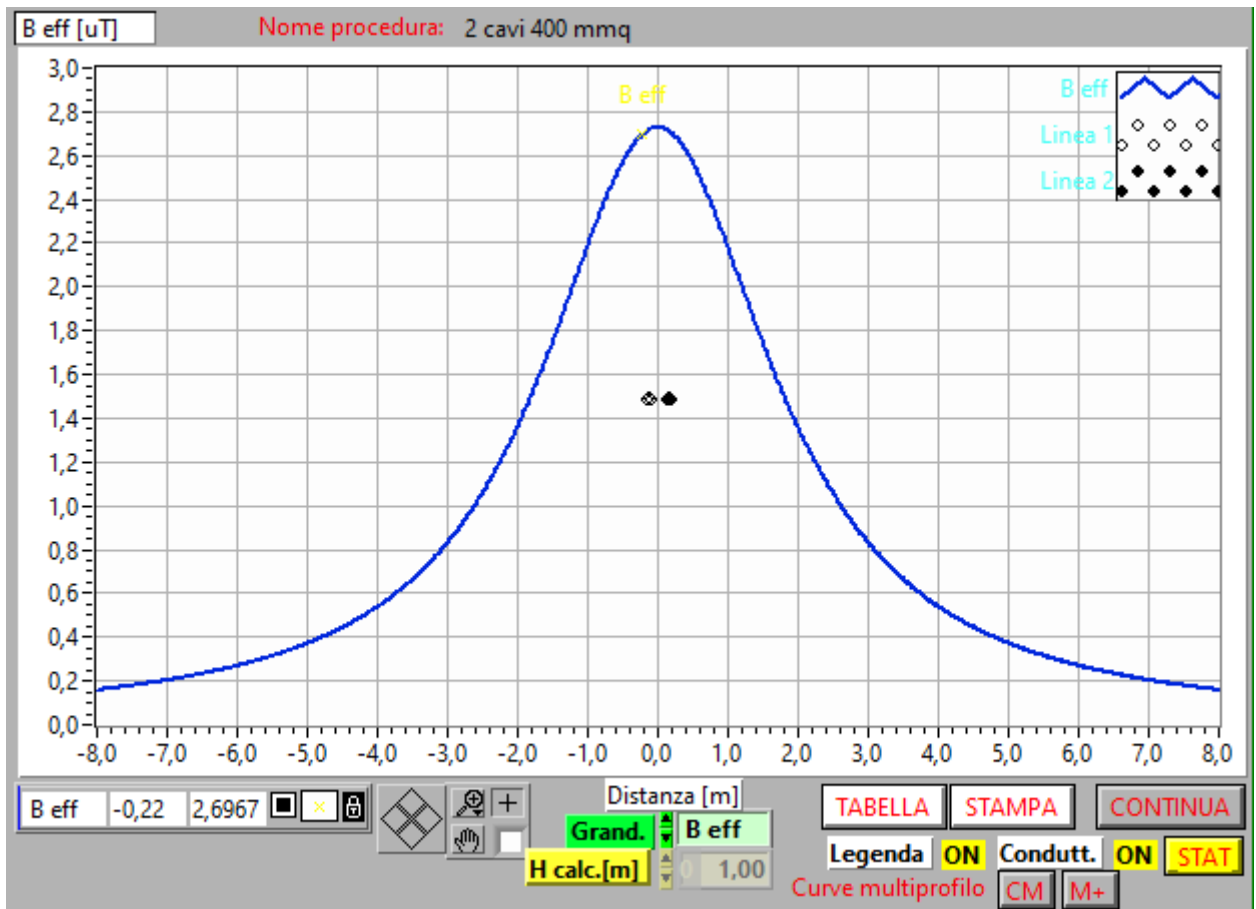


Figura 7. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 445 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 2,70 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

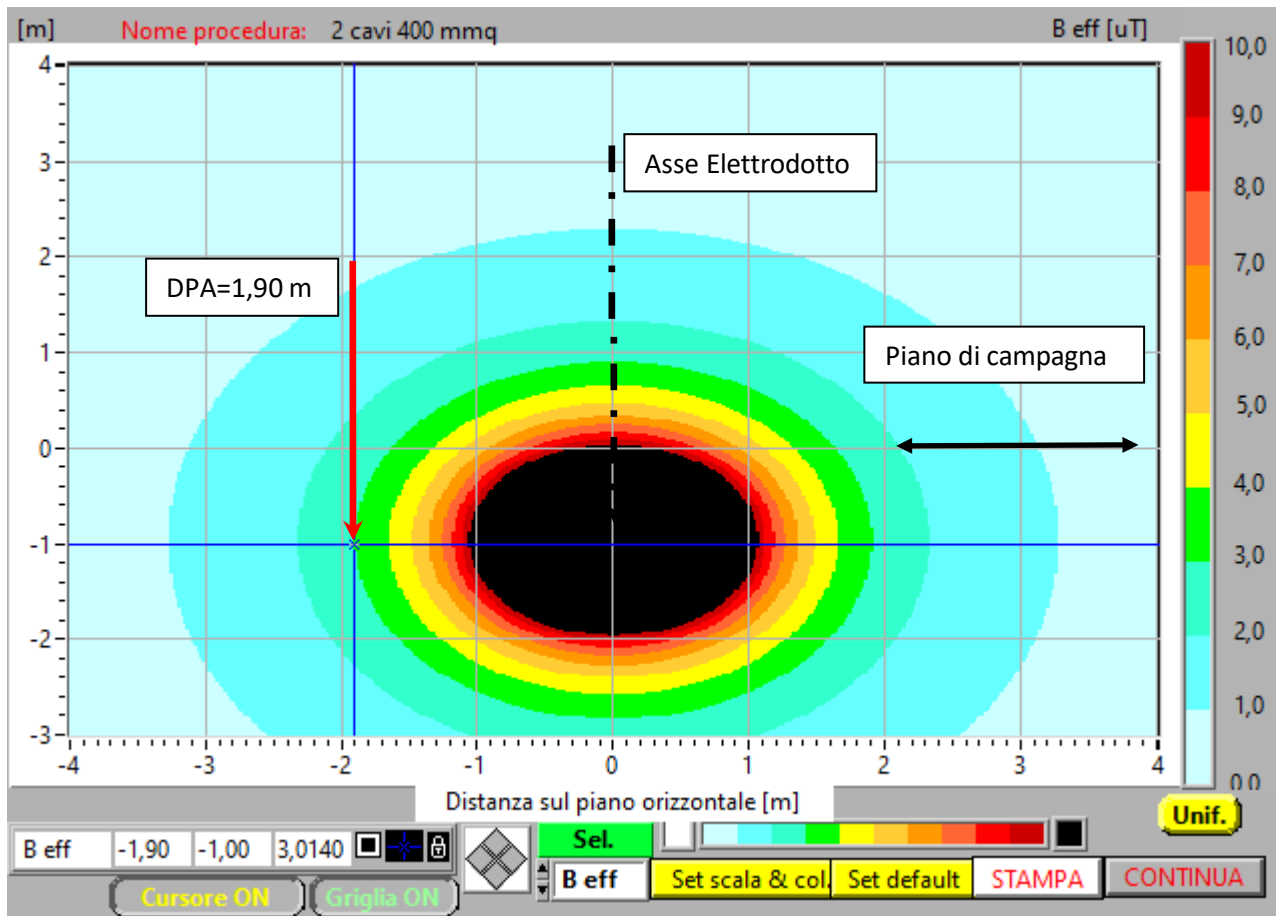


Figura 8. Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 445 A

Dalla mappa verticale del campo magnetico rilevato a quota conduttori si osserva quindi che la Dpa è di 1,9 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 4 m quindi +/-2 m centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

6.4 TRATTO ASM7-CS1 (N.2 CAVI DA 800 MM² E N.1 CAVO DA 400 MM²)

Il tratto che collega la turbina ASM7 con la cabina di smistamento CS1 è caratterizzato dalla presenza in trincea di due cavidotti da 800 mm² (posizionati uno al centro ed uno a lato trincea) ed uno da 400 mm² (posizionato nell'altra estremità della trincea) delle caratteristiche precedentemente descritte, posti anche in questo caso a 20 cm l'uno dall'altro.

Si riporta di seguito il profilo laterale ad 1 m da terra del campo magnetico per la suddetta configurazione:

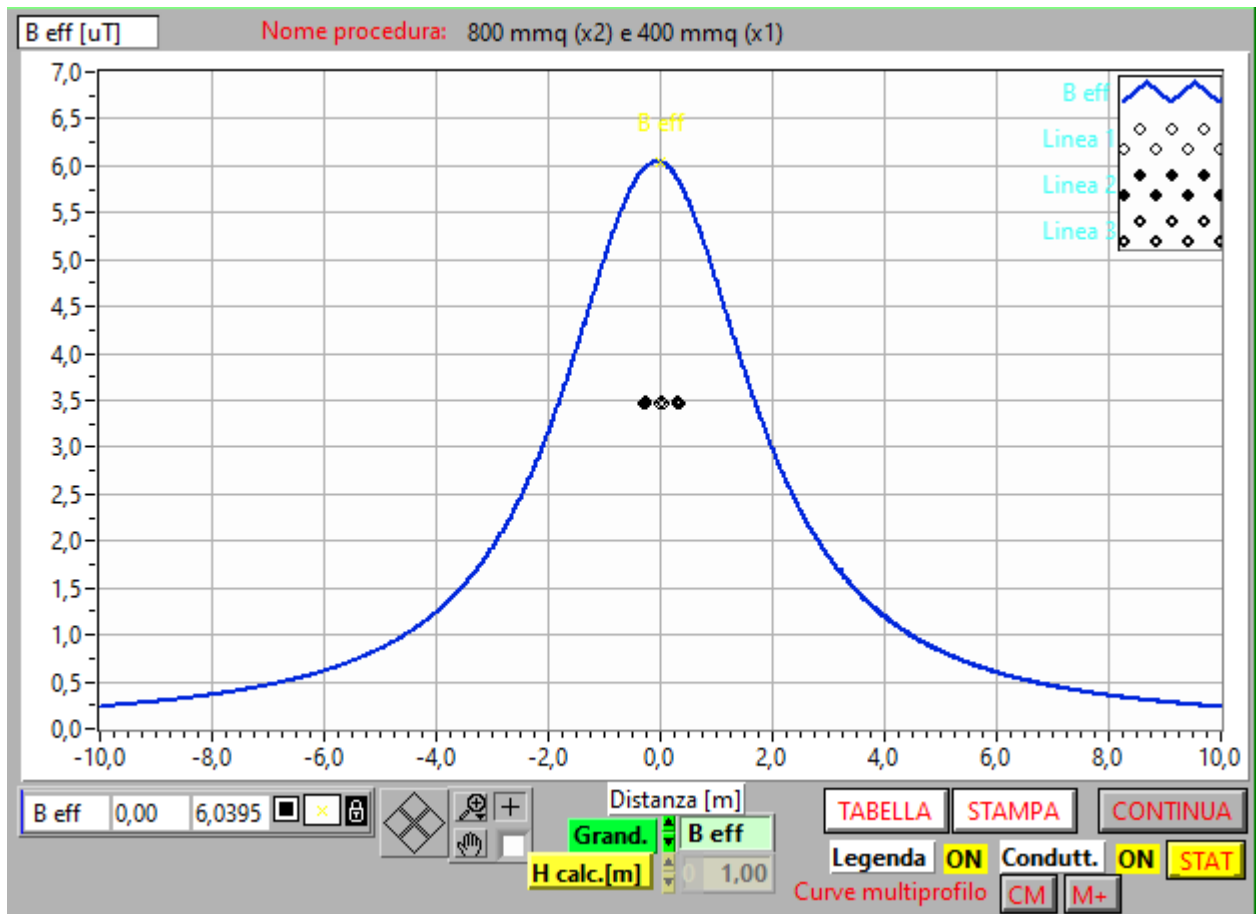


Figura 9. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 445/636 A
Dal quale si riscontra un valore di 6,04 μ T inferiore al limite di 100 μ T.

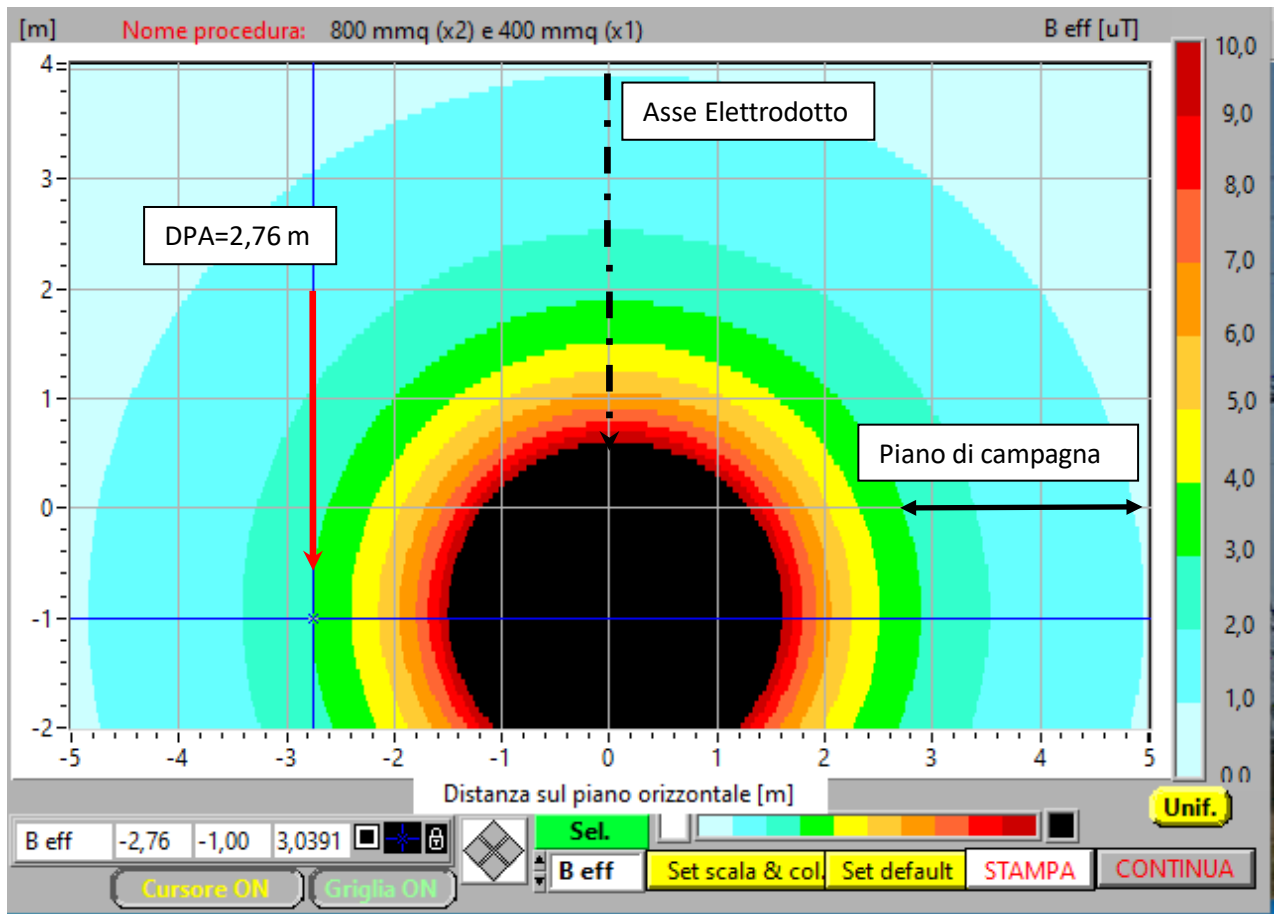


Figura 10. Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 445/636 A

Dalla mappa verticale del campo magnetico rilevato a quota conduttori si osserva quindi che la Dpa è di 2,76 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 6 m quindi +/-3 m centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

6.5 TRATTO ASM15-CS2 (N.2 CAVI DA 800 MM²)

Si riportano il profilo laterale e la mappa verticale per il tratto di cavidotto congiungente la ASM15 e la cabina di smistamento CS2, all'interno della cui trincea si ipotizza la posa di 2 cavidotti da 800 mm² con le stesse caratteristiche geometriche ed elettriche, in quanto uno è il cavidotto che collega la suddetta tratta e l'altra che collega la ASM16 con CS2, posti ad una distanza asse cavo di 20 cm.

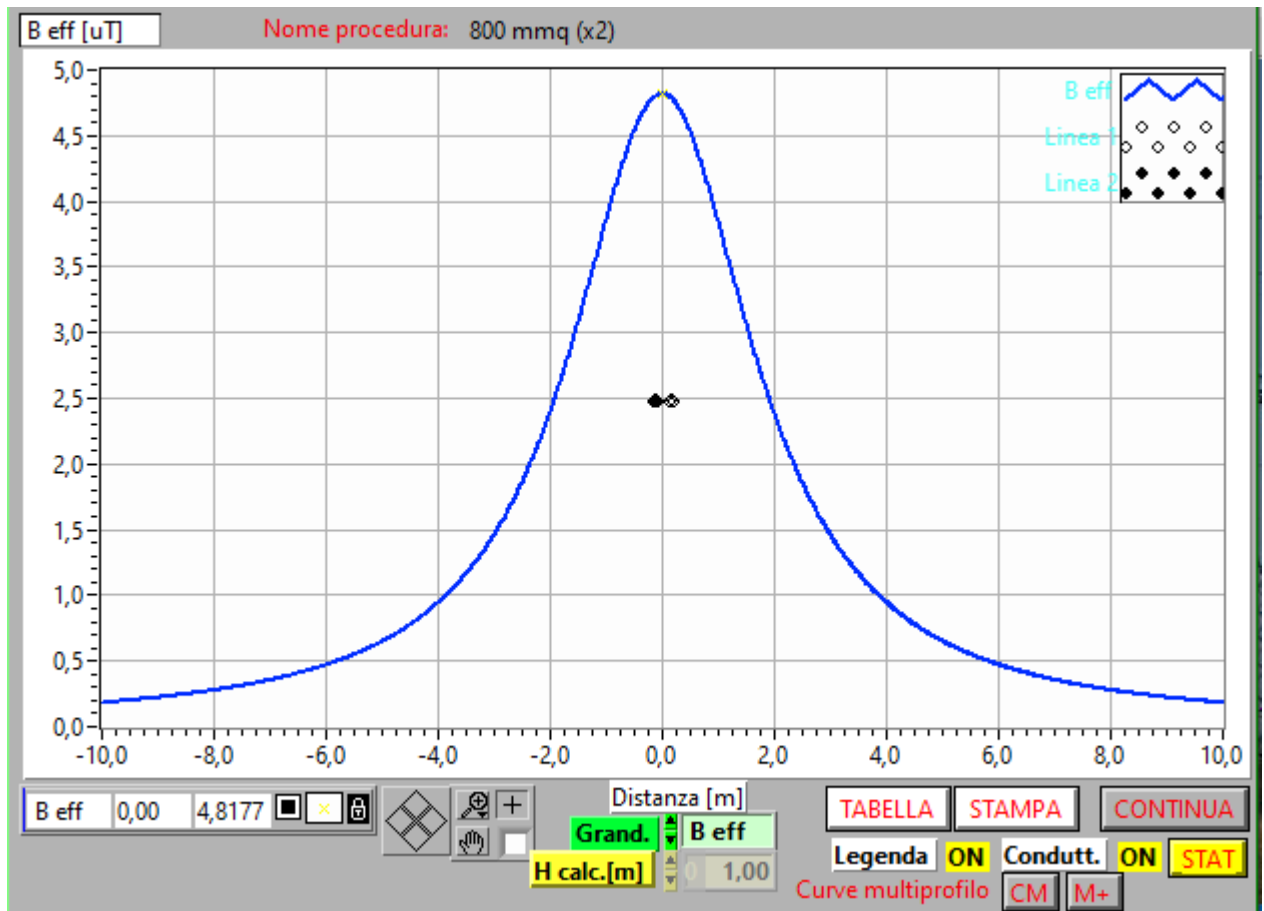


Figura 11. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 636 A

Dal profilo laterale del campo magnetico calcolato ad 1 m da terra si riscontra un valore di 4,82 μT ben inferiore del limite di 100 μT .

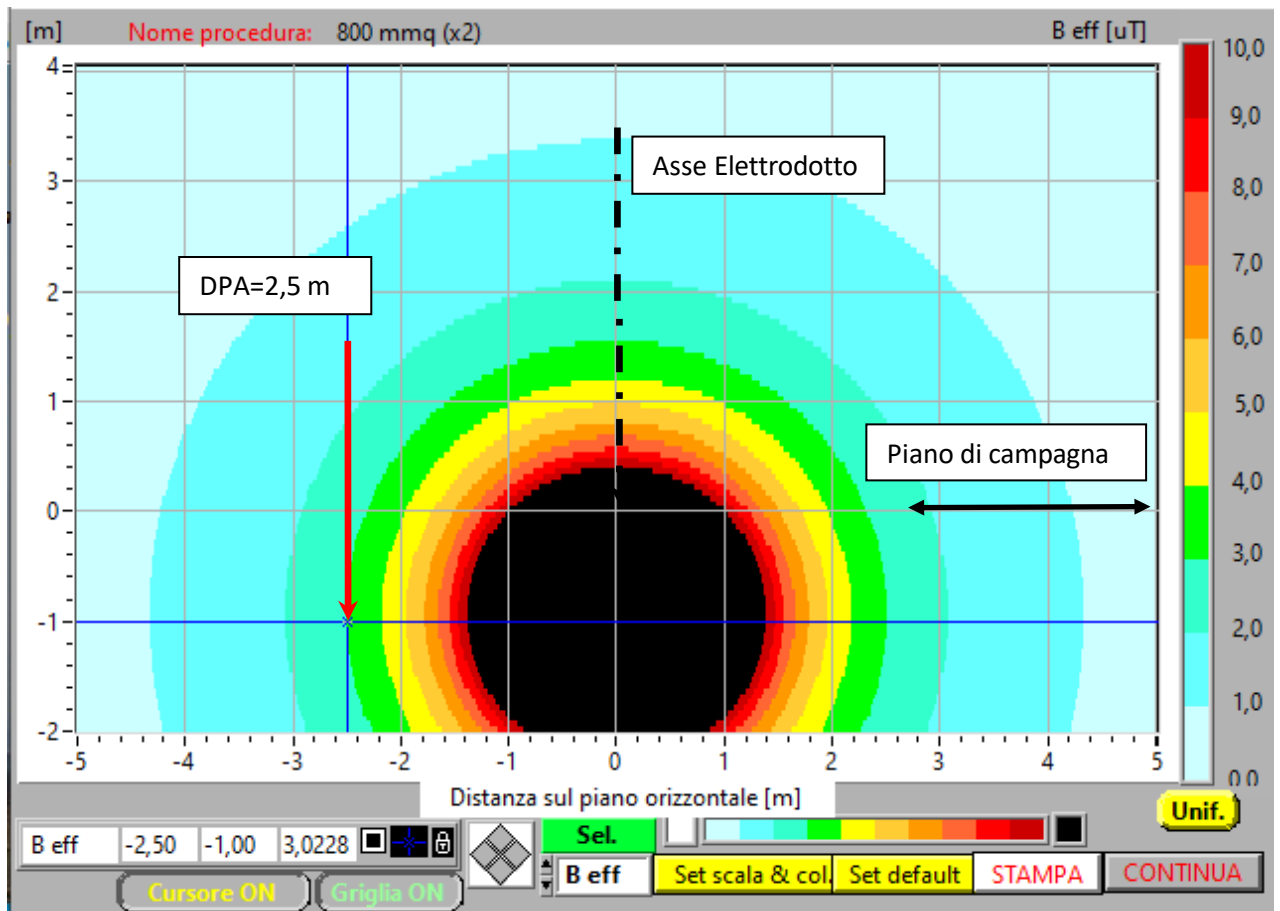


Figura 12. Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - $V=30 \text{ kV}$ $I = 636 \text{ A}$

Dalla mappa verticale del campo magnetico rilevato a quota conduttori si osserva quindi che la Dpa è di 2,5 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 5 m; per eccesso di sicurezza si assumerà come valore conservativo della Dpa +/-3 m da asse linea, individuando una fascia di 6 m.

6.6 TRATTO CS2 (N.3. CAVI DA 800 MM²)

In prossimità dell'ingresso alla cabina di smistamento CS2 sussisterà la presenza di 3 cavidotti da 800 mm² in quanto passeranno rispettivamente le linee che collegano gli aerogeneratori ASM11, ASM15, ASM16 con la suddetta cabina. Si riporta dunque l'andamento del profilo laterale del campo magnetico:

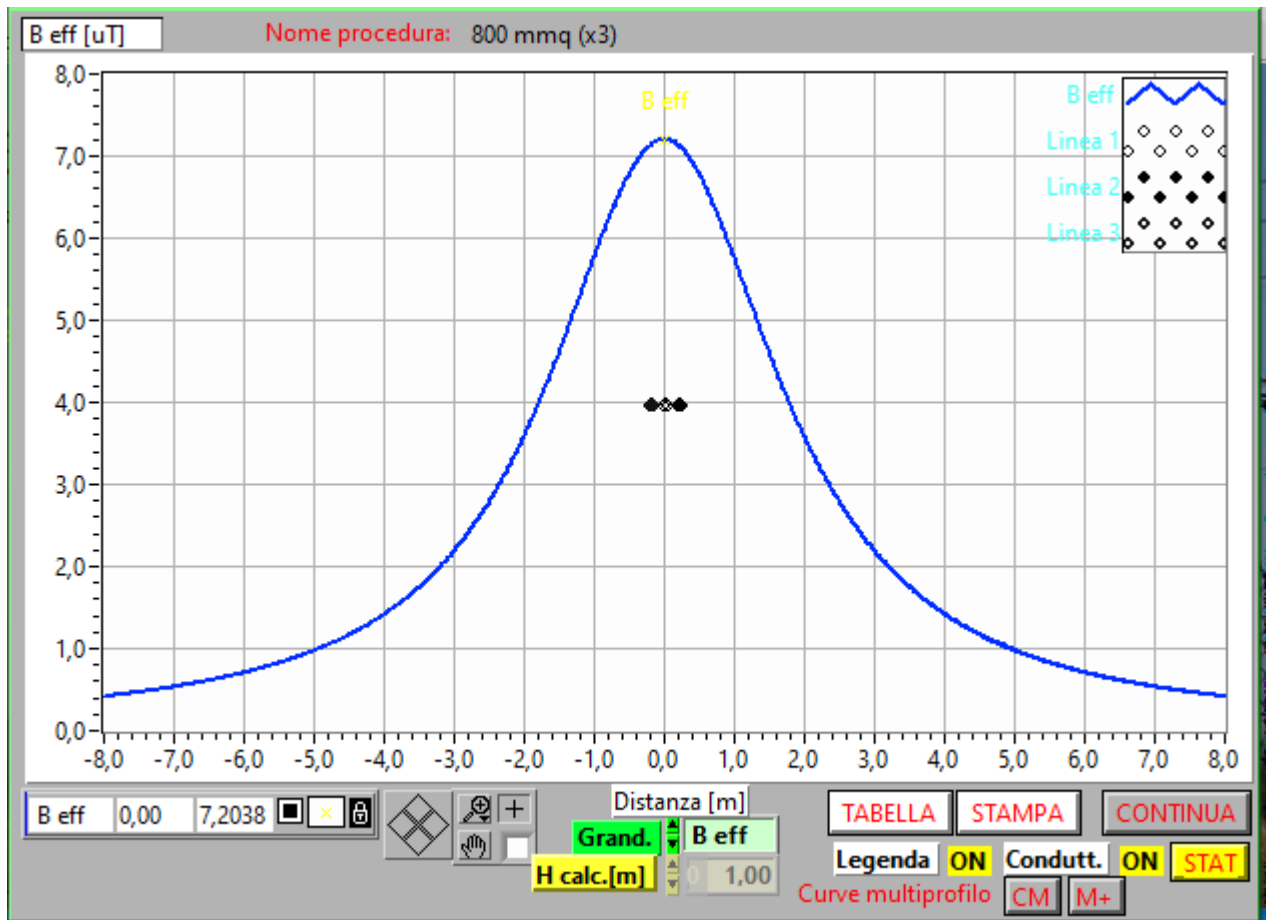


Figura 13. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 636 A

Dove si riscontra in asse cavo e ad 1 m da terra un valore di 7,20 μ T, inferiore al limite di 100 μ T.

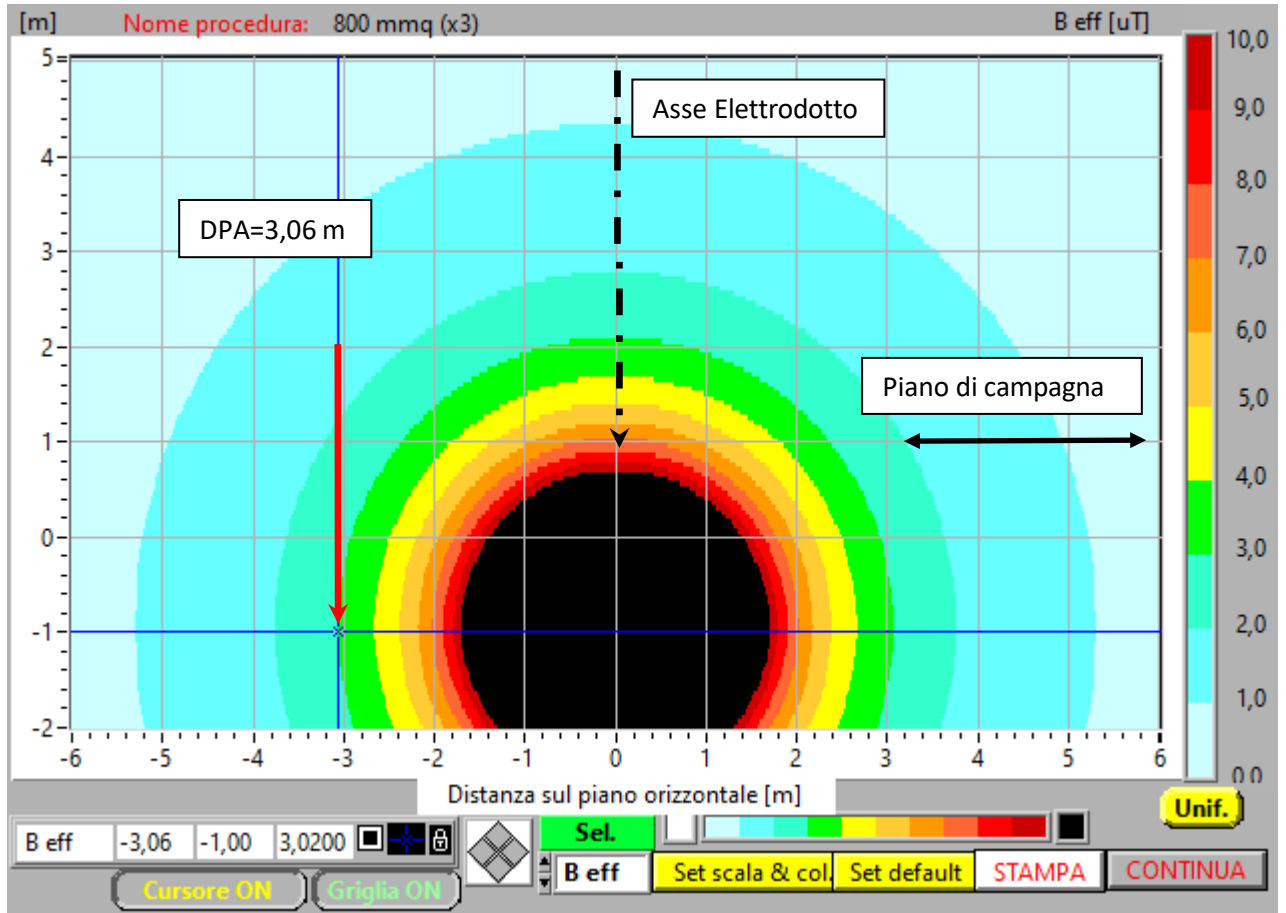


Figura 14. Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 636 A

Dalla mappa verticale del campo magnetico rilevato a quota conduttori si osserva quindi che la Dpa è di 3,06 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 6 m quindi +/-3 m centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

6.7 TRATTO CS1-SE 30/150 KV (N.3 CAVI DA 630 MM²)

Il tratto di collegamento tra la cabina di smistamento CS1 e la stazione di elevazione 30/150 kV è caratterizzato da 3 cavidotti da 630 mm², per i quali è stato considerato un valore della corrente massima pari a 575 A, ed un diametro esterno del cavo di 56 mm, e posto ad una profondità di posa di 1 m.

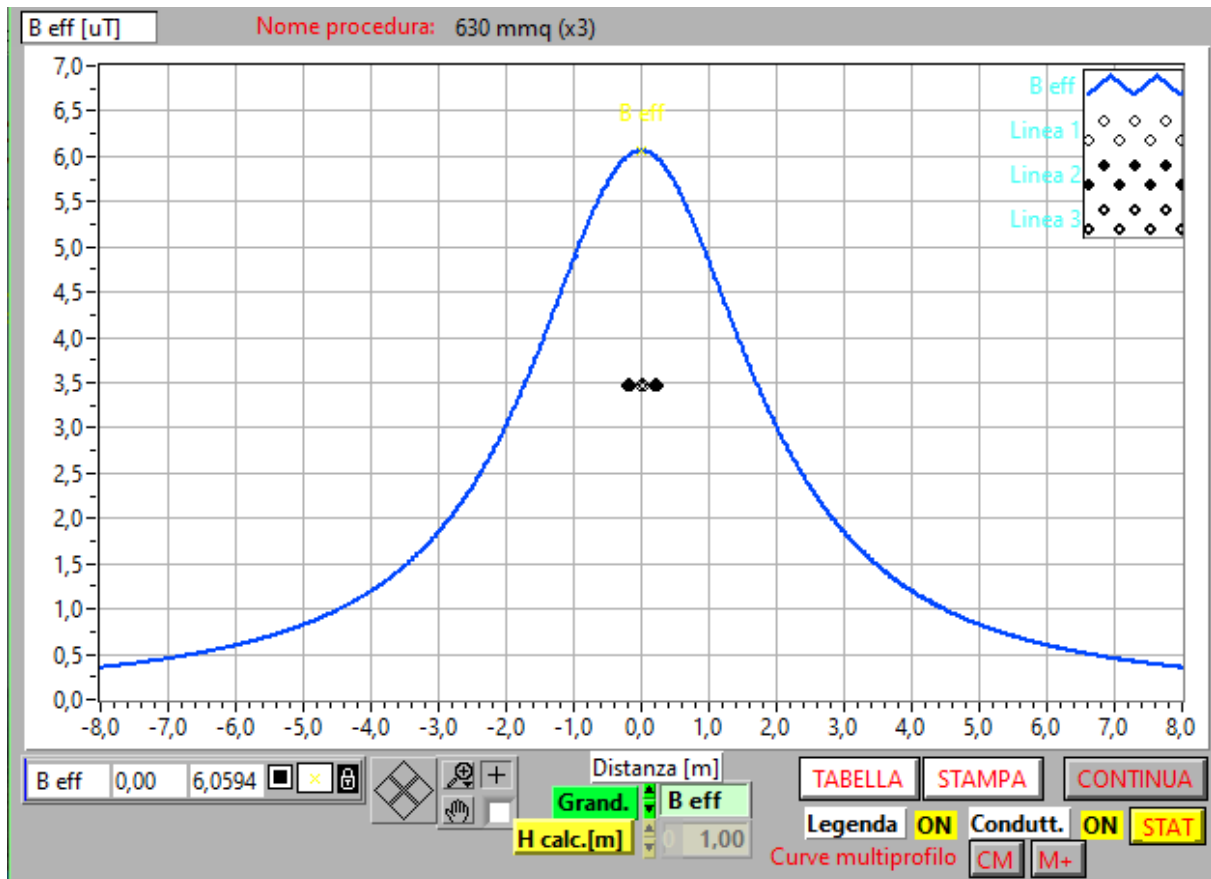


Figura 17. Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 575 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 6,06 μ T inferiore al limite di esposizione pari a 100 μ T.

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

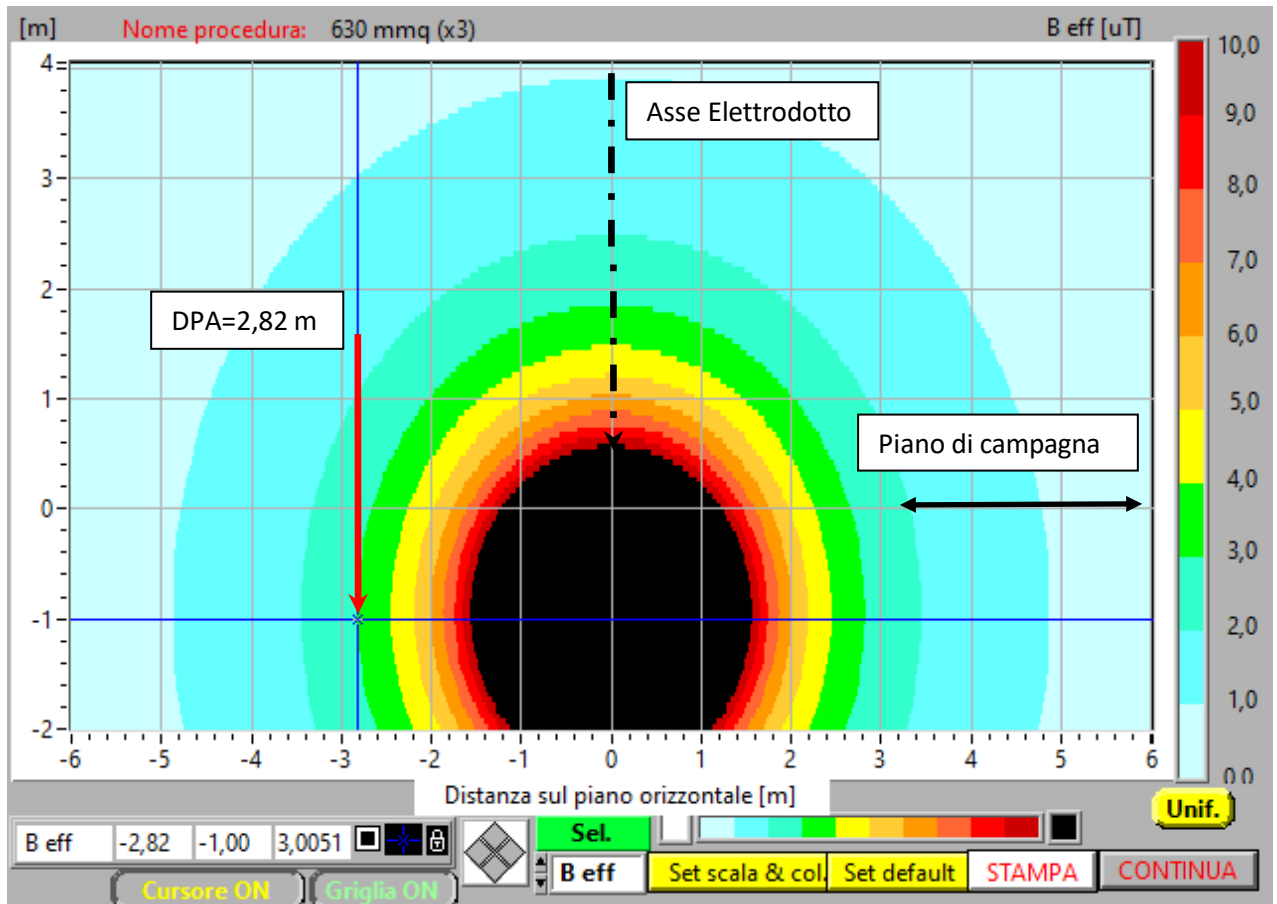


Figura 18. Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=30 kV I = 505,5 A

Dalla mappa verticale del campo magnetico rilevato a quota conduttori si osserva quindi che la Dpa è di 2,82 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 6 m quindi +/-3 m centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

7 CAVO 150 KV

Per il tratto di cavo 150 kV "SE 30/150 kV- SE 380/150 kV TERNA" è stato scelto di posare 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 106,4 mm.

Lo schema tipo del cavo 150 kV è il seguente:

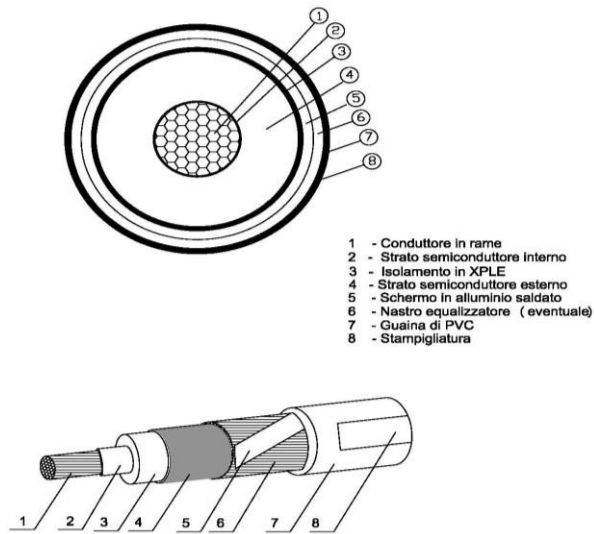


Figura 19. Schema tipo del cavo 150 kV

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 25°C, resistività termica del terreno 1,5°Cxm/W.

Con le ipotesi di cui sopra la corrente massima, rilevata dalla scheda tecnica riportata nella relazione tecnica è pari 1000 A.

Il tracciato del cavo presenterà pertanto la seguente sezione di posa riportata schematicamente in fig. 2 per il valore di corrente di 1000 A e la profondità di posa del cavo di 1,60 metri.

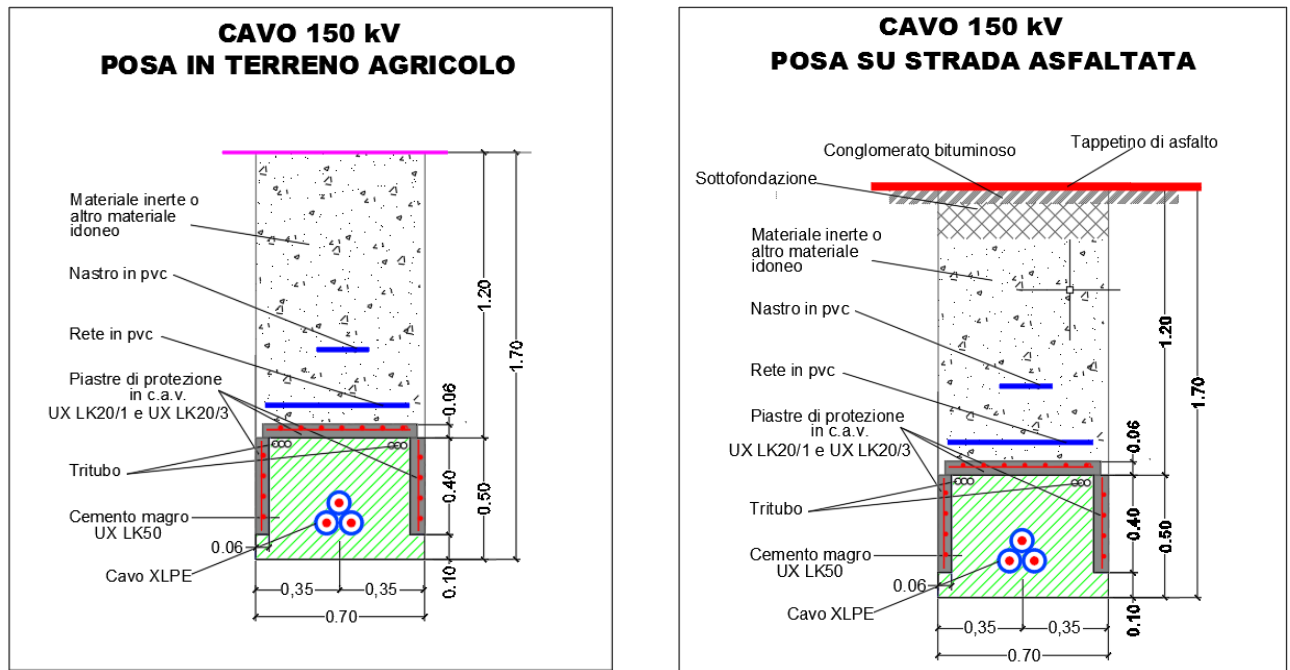


Figura 20. Posa cavo 150 kV "SE 30/150 kV-SE 380/150 kV TERNA Cellino San Marco"

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

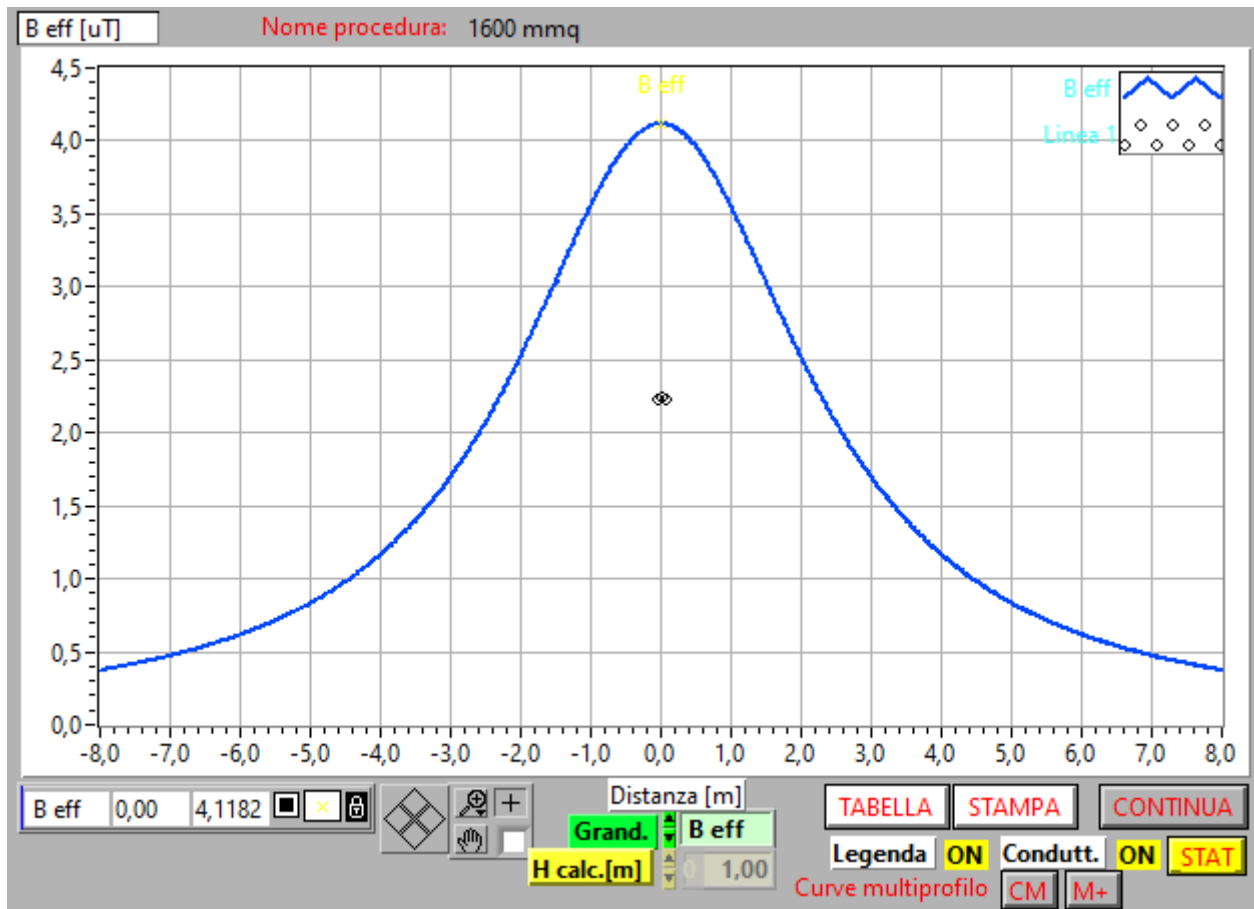


Figura 21. Profilo laterale induzione magnetica (B) ad 1 mt dal suolo V= 150 kV – I = 1000 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 4,12 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

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

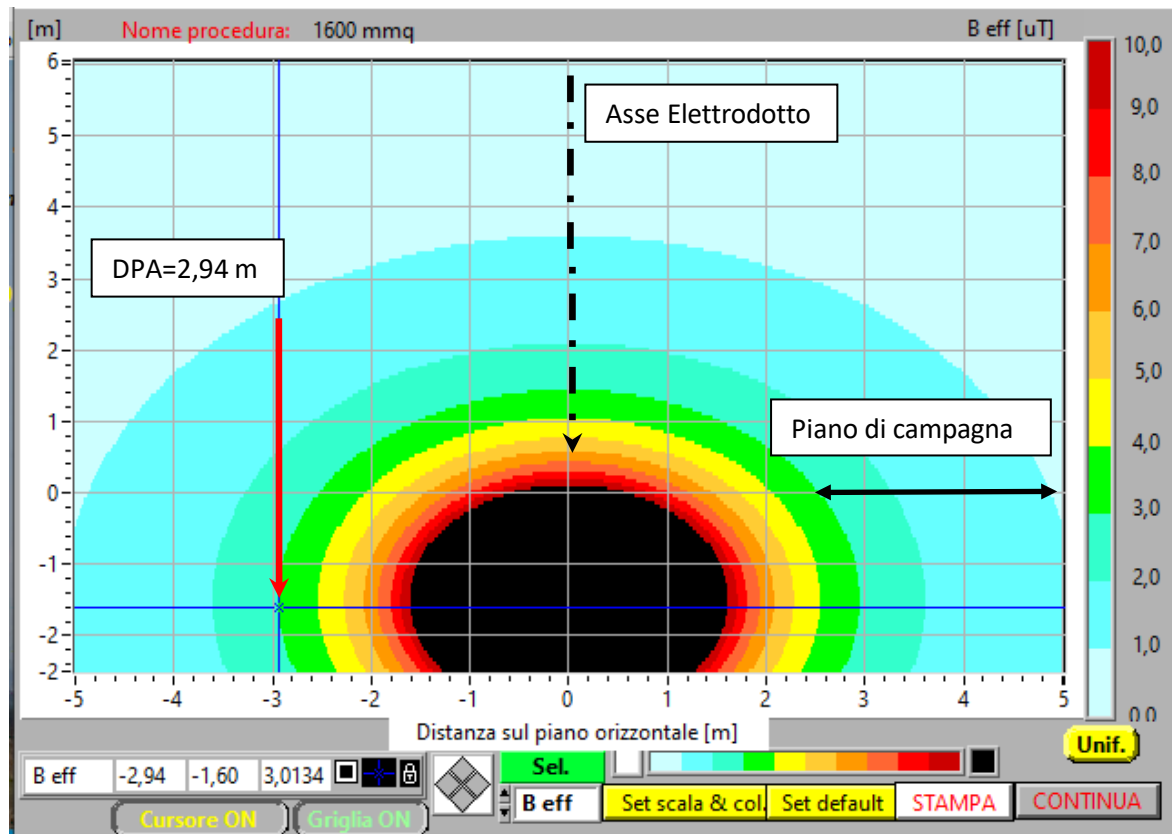


Figura 22. Mapa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=150 kV I= 1000 A

Si osserva che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$ a quota conduttore) è di 2,94 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto, per approssimazione come da normativa, la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 6,0 m quindi ± 3 m centrata in asse linea.

8 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV "CONDIVISA"

La stazione di trasformazione 30/150 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:

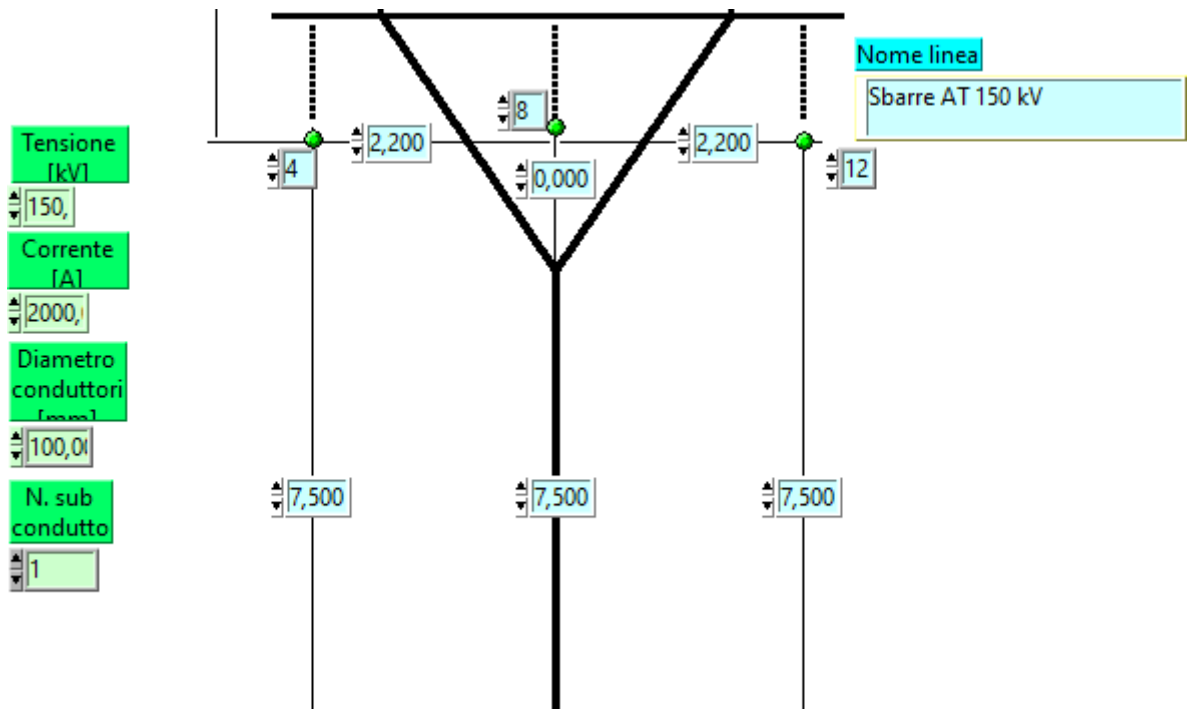


Figura 23. Schema sezione sbarre 150 kV Stazione di trasformazione 30/150 kV con caratteristiche geometriche e di carico

Per quanto su detto si riscontra il seguente andamento del campo elettrico calcolato in sezione ortogonale all'asse sbarre a 1 m sul suolo:

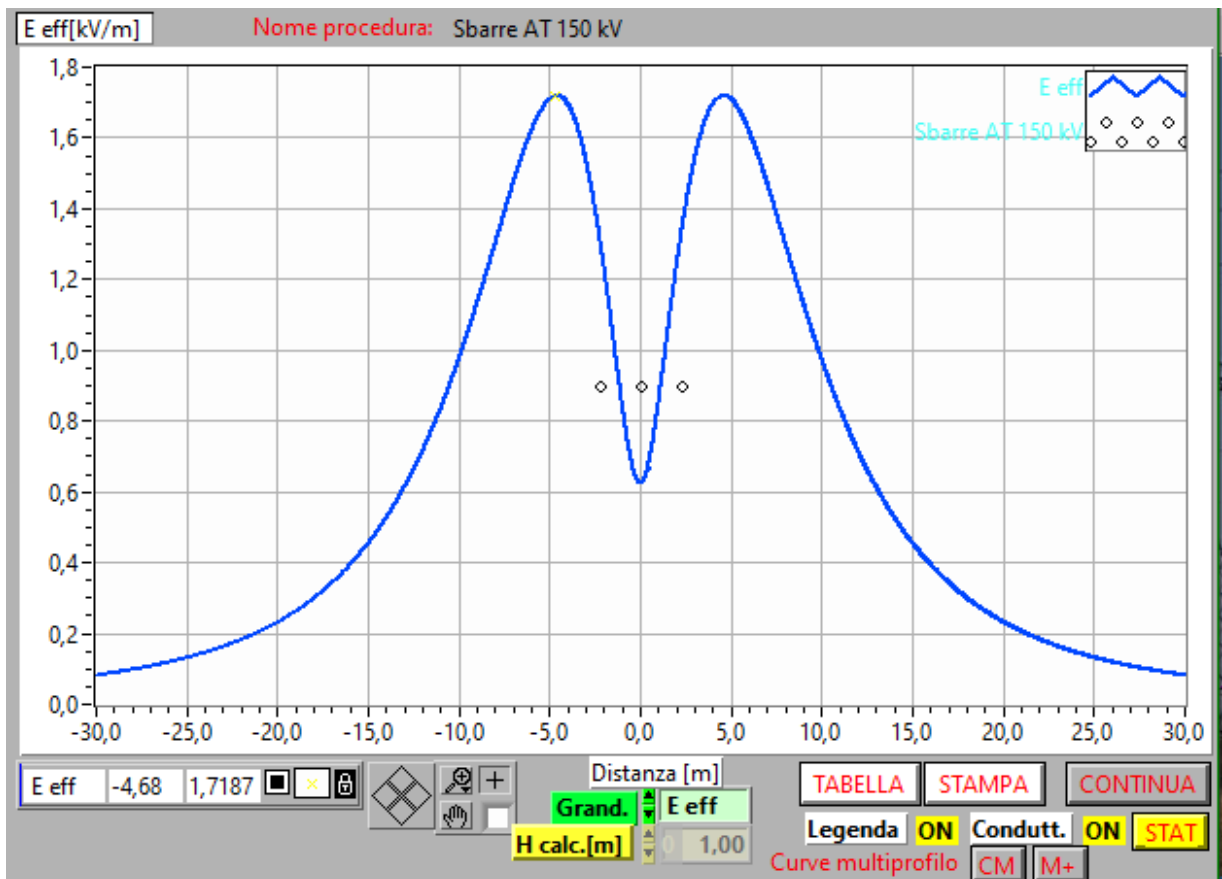


Figura 24. Profilo laterale campo elettrico (E) sbarre 150 kV

Dal suddetto diagramma si evince che il valore massimo del campo elettrico calcolato ad 1 m da terra è pari ad 1,72 kV/m in feriore al valore di 5 kV/m di esposizione previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda l'andamento del campo magnetico si riscontrano I seguenti diagrammi:

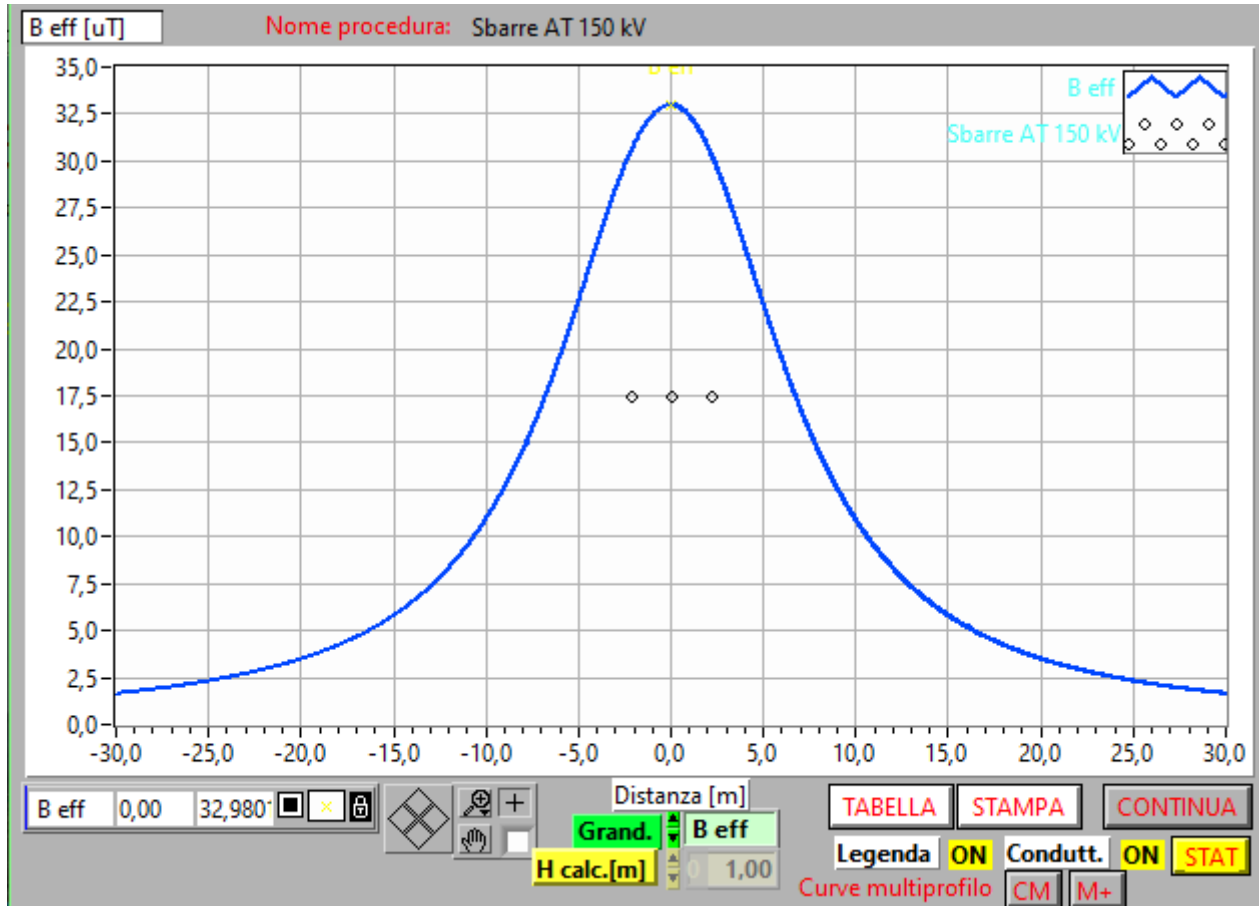


Figura 25. Profilo laterale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 m sul piano terreno vale 33 μ T inferiore al limite di esposizione di 100 μ T.

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

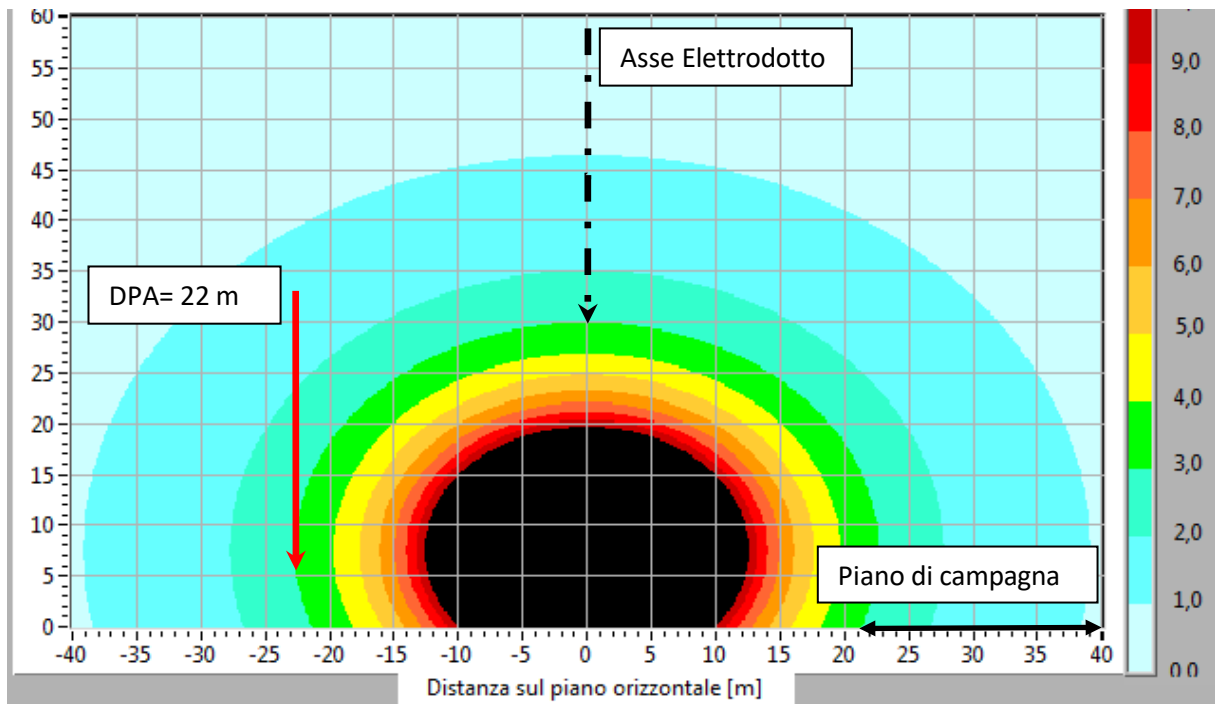


Figura 26. Mappa verticale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV I = 2000 A

Dai diagrammi si evince che i 3 μT si ottengono alla distanza di circa 22 m dall'asse sbarra e conseguentemente la fascia di rispetto vale +/- 22 m centrata in asse sbarre.

9 CONCLUSIONI

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 o con permanenza non inferiore alle 4 ore. Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, sono conformi alla normativa vigente.

Riepilogo Dpa e fasce di rispetto per tratte di impianto:

DM Ministero Ambiente: Decreto 29 Maggio 2008

TRATTA	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
CAVO 150 kV	+/- 3	6
SBARRE 150 kV	+/- 22	44
ASM3-ASM1 ASM6-ASM8 ASM10-ASM11	+/- 1,5	3
ASM8-ASM7 ASM11-ASM12 ASM16-ASM15	+/- 2	4
ASM1-ASM7	+/- 2	4
ASM7-CS1	+/- 3	6
ASM15 – CS2	+/- 3	6
CS2	+/- 3	6
CS1 – SE 30/150 Kv	+/- 3	6
CS2 – SE 30/ 150 KV	+/- 3	6