

ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

CLIENTE - CUSTOMER



TITOLO – TITLE

PIANO TECNICO DELLE OPERE

Nuova SE RTN 150/36kV “Cerignola 36”
da Inserire in entra-esce alla linea esistente
in semplice terna a 150kV “Stornara-CP Cerignola-CP Canosa”

Nuovo elettrodotto di connessione tra la nuova SE RTN 150/36kV
“Cerignola 36” e la nuova SE RTN 380/150kV “Cerignola 380”

Appendice D

Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e
magnetico e calcolo della fascia di rispetto



						SIGLA – TAG
						043.22.01.R14
00	Emissione	3E	HERGO S.	Apr. 23	LINGUA-LANG.	PAG. / TOT.
REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	EMESSO-ISSUED	APPROV.	DATE	I	1 / 22

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		2/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	COMUNI INTERESSATI	4
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
3.1	OPERA 1: nuova stazione elettrica 150/36 kV “Cerignola 36”	5
3.2	OPERA 2: raccordi alla linea 150 kV “Stornara - CP Cerignola - CP Canosa”	6
3.3	OPERA 3: elettrodotti 150 kV “Cerignola 36 – Cerignola 380”	7
4	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	8
4.1	RICHIAMI NORMATIVI	8
4.2	VERIFICA DEI LIMITI DI ESPOSIZIONE	9
4.2.1	Campi elettrici e magnetici stazione di rete a 150/36 kV	10
4.2.2	Campi elettrici e magnetici elettrodotti a 150 kV	14
5	FASCE DI RISPETTO	18
5.1	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO	18
5.1.1	Correnti di calcolo	18
5.2	DETERMINAZIONE DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) IMPURTURBATA	19
6	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	22

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		3/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

1 PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili nella Regione Puglia, prevede di realizzare impianti di produzione da fonte rinnovabile nella provincia di Foggia (FG).

L'energia prodotta da tali impianti dovrà esser convogliata alla rete elettrica nazionale, per questo il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Terna S.p.A., ha prescritto che essi debbano essere collegati alla nuova stazione elettrica (SE) 150/36kV "Cerignola 36" (Opera 1) che sarà direttamente connessa alla sezione a 150kV della Nuova SE RTN 380/150kV "Cerignola 380", tramite un nuovo collegamento aereo a 150kV in semplice terna (Opera 3) e dei nuovi raccordi (Opera 2) che collegheranno la nuova SE alla esistente linea 150kV "Stornara-CP Cerignola-CP Canosa".

La società scrivente ha quindi ha predisposto il progetto delle suddette opere di connessione.

Il presente documento fornisce la descrizione delle metodologie di calcolo dei campi elettrici e magnetici associati alle opere in progetto e la valutazione delle relative fasce di rispetto.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		4/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

2 COMUNI INTERESSATI

Le opere RTN oggetto degli elaborati di progetto sono costituite dalle seguenti opere:

“Opera 1”: nuova stazione elettrica 150/36 kV “Cerignola 36”

“Opera 2”: due raccordi aerei a 150 kV in semplice terna dalla stazione suddetta alla linea a 150 kV “Stornara-CP Cerignola-CP Canosa”

“Opera 3”: un nuovo elettrodotto aereo a 150 kV in semplice terna “Cerignola 36 - Cerignola 380”

Il doc. 043.22.01.W01 mostra l’inquadramento delle tre opere su carta IGM.

I comuni interessati sono i seguenti, tutti compresi nella provincia di Foggia (FG):

Opera	Descrizione	Comuni interessati
Opera 1	Nuova stazione elettrica 150 kV “Cerignola 36”	Cerignola
Opera 2	Raccordi dalla stazione suddetta alla linea a 150 kV “Stornara-CP Cerignola-CP Canosa”	Cerignola
Opera 3	Nuovo elettrodotto a 150 kV “Cerignola 36 - Cerignola 380”	Cerignola

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		5/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

3.1 OPERA 1: nuova stazione elettrica 150/36 kV "Cerignola 36"

Il sito che ospiterà la nuova stazione elettrica si trova nella zona ovest del territorio comunale di Cerignola (FG), ad una altitudine di circa 128 m s.l.m.. La nuova stazione, interesserà un'area di circa 25584 m² (164 m x 156 m) che verrà interamente recintata. Dovrà essere inoltre considerata un'ulteriore fascia di 10 m oltre la recinzione di stazione per la viabilità perimetrale esterna e le eventuali opere di sistemazione e mascheramento dell'impianto. La SE occuperà alcune porzioni delle particelle n° 4 e 135 del Foglio Catastale n° 196 del Comune di Cerignola. Il sito è accessibile dalla viabilità interpodereale esistente e mediante la realizzazione di un ulteriore breve tratto di nuova viabilità di lunghezza di circa 100m, per il raggiungimento del sito (Figura 3-1).

L'ingresso, realizzato mediante un cancello carrabile di larghezza pari a 7 m, è situato sul lato sud della stazione stessa.

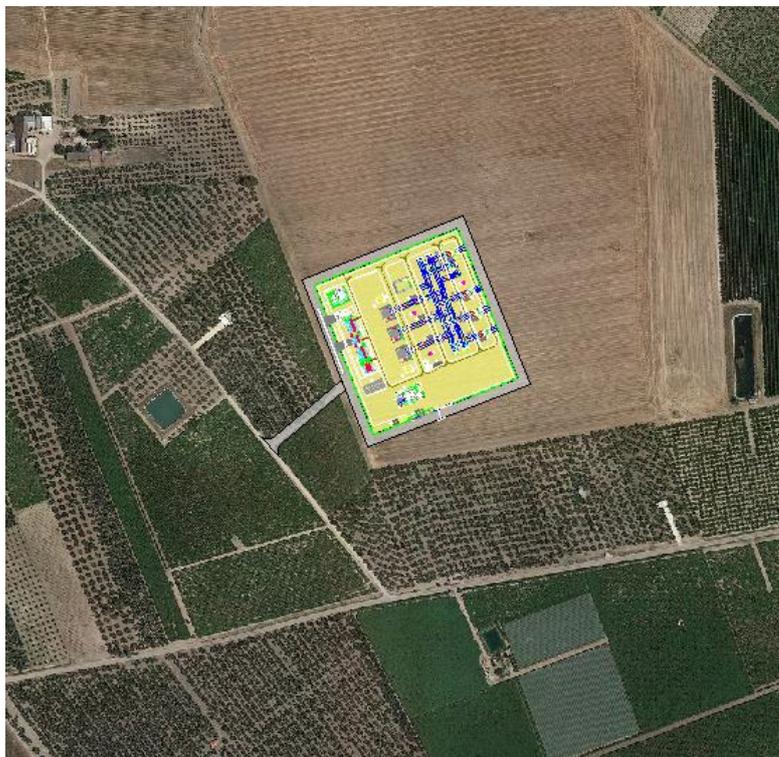


Figura 3-1: ubicazione della nuova SE "Cerignola 36"

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		6/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

3.2 OPERA 2: raccordi alla linea 150 kV "Stornara - CP Cerignola - CP Canosa"

L'ubicazione della nuova SE è a poco più di 2 km di distanza dalla linea da intercettare. Con riferimento alla corografia allegata, i tracciati dei raccordi hanno origine dalla nuova SE RTN a 150/36 kV nel comune di Cerignola (FG) e proseguono paralleli per circa 2,1 km in direzione nord-est.

Da qui, il raccordo nord prosegue per circa 220 m in direzione nord-ovest fino a collegarsi al sostegno della linea esistente.

Il raccordo sud procede in direzione sud-est per circa 330 m fino ad intercettare il sostegno esistente.

La lunghezza complessiva dei due raccordi è pertanto di circa 4800 m, coinvolgendo esclusivamente zone agricole.

La seguente figura, tratta dall'elaborato "043.22.01.W20 - Opera 2 - Planimetria su CTR con indicazione delle Opere Attraversate", mostra il tracciato dei raccordi sopra descritti; per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto relativi alla "Opera 2".



Figura 3-2: raccordi in entra - esci alla linea 150 kV "Stornara - CP Cerignola - CP Canosa"

	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		7/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

3.3 OPERA 3: elettrodotti 150 kV "Cerignola 36 – Cerignola 380"

Tra le possibili soluzioni sono stati individuati i tracciati più funzionali, che tengano conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Tale tracciato, studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, è stato ottenuto comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Con riferimento alla corografia allegata, il tracciato ha origine dalla nuova SE RTN a 150/36 kV nel comune di Cerignola (FG) e prosegue parallelo e internamente ai tracciati dei due raccordi che costituiscono l'Opera 2, per circa 2,1 km in direzione nord-est.

Da qui, il tracciato prosegue da solo in direzione nord superando la SS n. 16 in corrispondenza della campata tra i sostegni n. 8 e n. 9 e continuando il percorso a nord attraverso terreni agricoli e in aree non antropizzate.

Superata la SP n. 72 in corrispondenza della campata tra i sostegni n. 15 e n. 16, il tracciato prosegue in direzione nord-est e, dopo aver attraversato la ferrovia Adriatica nella campata tra i sostegni n. 21 e n. 22, vira verso nord andando ad attraversare l'autostrada A14 in corrispondenza dei sostegni n. 28 e n. 29.

Infine, attraversa la SP n. 69 tra i sostegni n. 35 e n. 37 e termina la sua corsa negli stalli predisposti della SE a 380/150 kV "Cerignola 380".

Il tracciato coinvolge esclusivamente zone agricole.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		8/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

4 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

4.1 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 i seguenti limiti di esposizione (da intendersi espressi in valore efficace):

	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		9/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Campo elettrico

(riferito al campo non perturbato, in assenza di persone, animali o cose):

- 5 kV/m in aree frequentate da persone per una parte significativa del giorno,
- 10 kV/m in aree in cui l'esposizione è limitata a poche ore al giorno.

Campo magnetico:

- 3 μ T come obiettivo di qualità
- 10 μ T come valore di attenzione 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.
- 100 μ T per zone di transito di persone.
- 1000 μ T per zone di transito limitato.

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. 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.

I limiti suesposti vengono adottati anche nel presente rapporto.

4.2 VERIFICA DEI LIMITI DI ESPOSIZIONE

Nei seguenti paragrafi sarà trattato il calcolo del campo elettrico e magnetico ad 1,5 metri dal suolo per le tre opere in progetto, confrontando i risultati con i limiti imposti dalla normativa.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		10/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

4.2.1 Campi elettrici e magnetici stazione di rete a 150/36 kV

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (D.Lgs. 159/2016). Si rileva che nella stazione, che sarà normalmente esercita in teleconduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Negli impianti unificati Terna, con isolamento in aria, sono stati eseguiti rilievi sperimentali per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni d'esercizio, con particolare riguardo ai punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna).

I valori massimi di campo magnetico si presentano in corrispondenza degli ingressi linea a 150 kV.

Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica, i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni della RTN per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio si possono estendere alla S.E. "Cerignola 36" e sono descritti nel seguito.

La seguente Figura 4-1 mostra la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/150/132 kV della RTN all'interno della quale sono state effettuate una serie di misure di campo elettrico e magnetico al suolo, alla luce della normativa in materia di protezione dei lavoratori dall'esposizione dei campi elettrici e magnetici.

La stessa Figura 4-1 fornisce l'indicazione delle principali distanze fase - terra e fase - fase, nonché la tensione sulle sbarre e le correnti nelle varie linee confluenti nella stazione, registrate durante l'esecuzione delle misure.

Inoltre nella Figura 4-1 sono evidenziate le aree all'interno delle quali sono state effettuate le misure; in particolare, sono evidenziate le zone ove i campi sono stati rilevati per punti utilizzando strumenti portabili (aree A, B, C, e D), mentre sono contrassegnate in tratteggio le vie di transito lungo le quali la misura dei campi è stata effettuata con un'opportuna unità mobile (furgone completamente attrezzato per misurare e registrare con continuità i campi).

Va sottolineato che, grazie alla modularità degli impianti della stazione, i risultati delle misure effettuate nelle aree suddette, sono sufficienti a caratterizzare in modo abbastanza dettagliato tutte le aree interne alla stazione stessa, con particolare attenzione per le zone di più probabile accesso da parte del personale.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		11/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Nella Tabella 1 è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D.

Per quanto riguarda le registrazioni effettuate con l'unità mobile, la Figura 4-2 illustra i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 380 kV della stazione.

Mentre la Figura 4-4 illustra i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 2, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 150 kV della stazione.

Tali valutazioni rappresentano le condizioni estreme di valutazione dell'esposizione al campo elettrico per il 380 kV (è il livello di tensione più elevato) e per l'esposizione al campo magnetico nel caso del 132 kV (maggior corrente di esercizio e minor distanza tra lavoratore e fonte irradiante).

I valori massimi di campo elettrico e magnetico si riscontrano in prossimità degli ingressi linea.

In tutti i casi i valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.

La condizione in esame nella presente relazione tecnica descrittiva, si colloca in una condizione di esposizione intermedia sia per i campi elettrici che magnetici, per cui si può affermare che sono soddisfatti i limiti di esposizione dettati dalla normativa vigente.

Tali valori comunque durante l'esercizio dell'impianto saranno monitorati, in modo da assicurare la continua osservanza dei limiti imposti dalla legge.



ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo
Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e
calcolo della fascia di rispetto

OGGETTO / SUBJECT

043.22.01.R14

00

Apr 2023

12/22

TAG

REV

DATE

PAG / TOT



CLIENTE / CUSTOMER

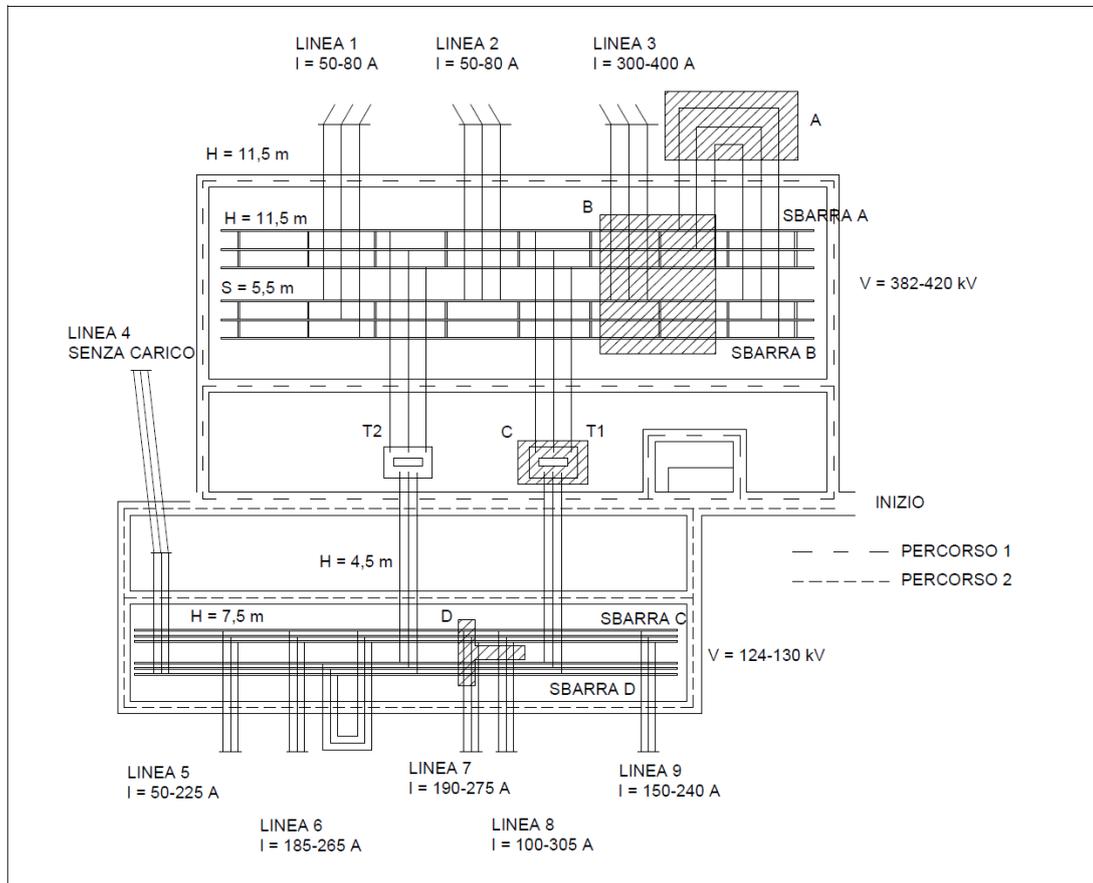


Figura 4-1 – Pianta di una tipica stazione 380/150/132 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante la fase di misurazioni di campo elettrico e magnetico.

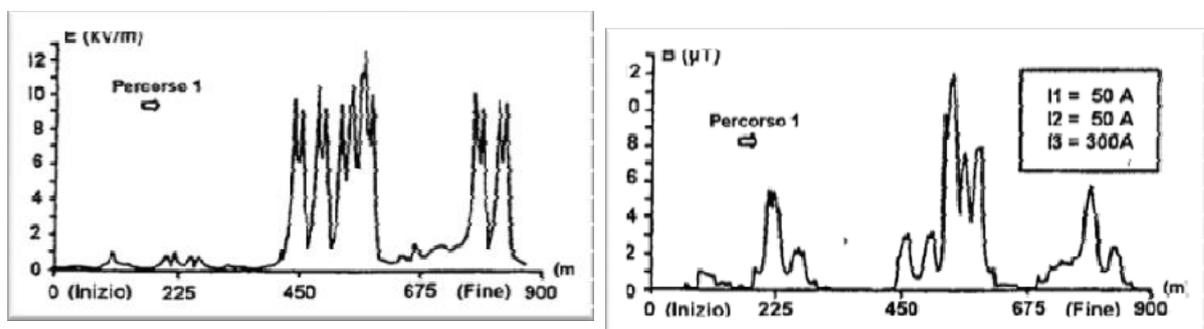


Figura 4-2 - Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata in figura 4-3

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		13/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

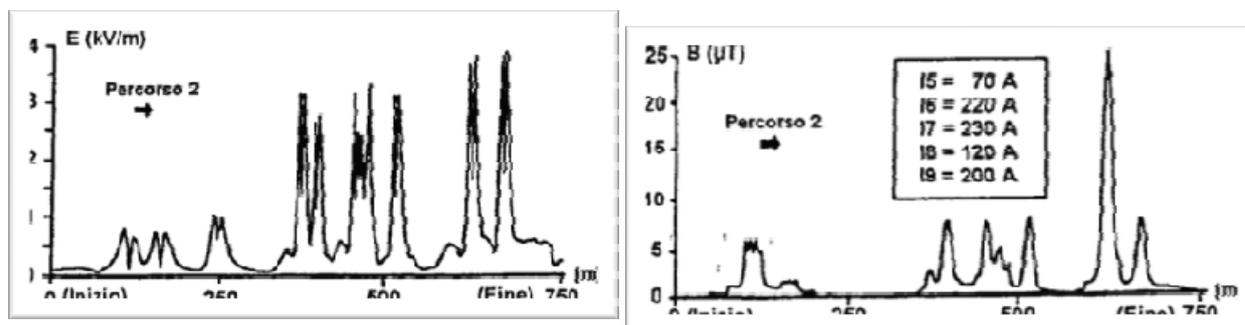


Figura 4-4 - Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 150 kV della stazione riportata in figura 4-5

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (µT)		
		E max	E min	E medio	B max	B min	B medio
A	93	11,7	5,7	8,42	8,37	2,93	6,05
B	249	12,5	0,1	4,97	10,22	0,73	3,38
C	26	3,5	0,1	1,13	9,31	2,87	5,28
D	19	3,1	1,2	1,96	15,15	3,96	10,17

Tabella 1 - sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D.

Si può notare come il contributo di campo elettrico e magnetico dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), in corrispondenza delle vie di servizio interne, risulta trascurabile rispetto a quello delle linee entranti.

Tale contributo diminuisce ulteriormente in prossimità della recinzione dove si può affermare che il campo elettrico e magnetico è principalmente riconducibile a quello dato dalle linee entranti per le quali risulta verificata la compatibilità con la normativa vigente come riportato nella documentazione progettuale dell'elettrodotto alla quale si rimanda per approfondimenti.

In sintesi, i campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee entranti e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		14/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

4.2.2 Campi elettrici e magnetici elettrodotti a 150 kV

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.

Per il calcolo è stato utilizzato un software specifico basato sulla piattaforma Excel, sviluppato da 3E Ingegneria in conformità alla norma CEI 211-4. L'algoritmo sviluppa il calcolo analitico nella condizione semplificata e cautelativa che assume una disposizione dei conduttori paralleli tra loro e con il terreno, rettilinei ed indefiniti, conforme ai metodi illustrati nella Norma CEI su indicata.

Tramite software menzionato sono state elaborate le simulazioni per determinare il valore di induzione magnetica, e le relative curve isocampo, generate dagli elettrodotti aerei a 150 kV in progetto.

La tipologia e altezze dei sostegni utilizzati negli elettrodotti a 150 kV in progetto sono riportate nei documenti presenti in Appendice B:

043.22.01.W25 - Opera 2 - Profilo altimetrico

043.22.01.W26 - Opera 3 - Profilo altimetrico

Le caratteristiche geometriche dei sostegni relativi ai diversi tronchi di palificazione sono state integrate con i dati elettrici dell'elettrodotto in progetto che vengono di seguito riassunti.

Elettrodotti aerei a 150 kV:

- ✓ Potenza trasmissibile: 295 MVA;
- ✓ Tensione nominale: 150 kV;
- ✓ Corrente a limite termico in base alla CEI 11-60: 1135 A;
- ✓ Frequenza: 50 Hz.

Il complesso dei parametri è stato quindi elaborato tramite il già citato software, il cui output, per semplicità d'interpretazione, consiste in curve di andamento dell'induzione magnetica, determinate in un piano verticale ortogonale all'asse della linea.

Lo stesso procedimento è stato usato per il calcolo del campo elettrico.

Per l'elettrodotto aereo a 150kV il calcolo delle intensità dei campi elettrico e magnetico è stato eseguito considerando un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 10,0 m, equivalente al franco minimo di progetto dell'elettrodotto.

E' stata inoltre considerata la geometria dei conduttori più gravosa per il calcolo dei campi elettromagnetici, quella del sostegno di tipo V riportato nella figura seguente.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		15/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	



Tavola per montaggio meccanico
LINEE 132-150 kV SEMPLICE TERNA
CONDUTTORE Ø 31,5 mm – TIRO PIENO
SOSTEGNI TIPO “V”

Codifica	LIN_0000S705
Rev. 00	Pag. 3 di 7

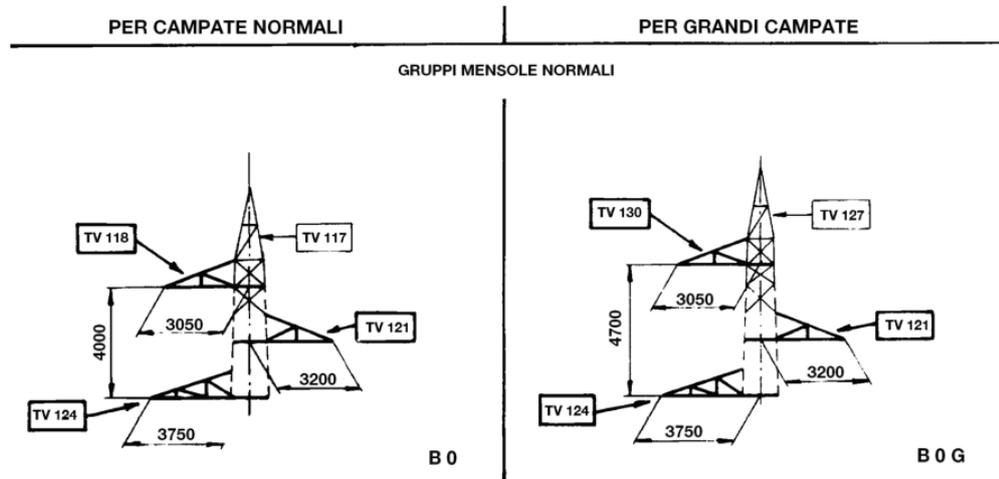


Figura 4-6 – geometria dei conduttori sostegno in semplice terna a 150 kV tipo V

	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		16/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

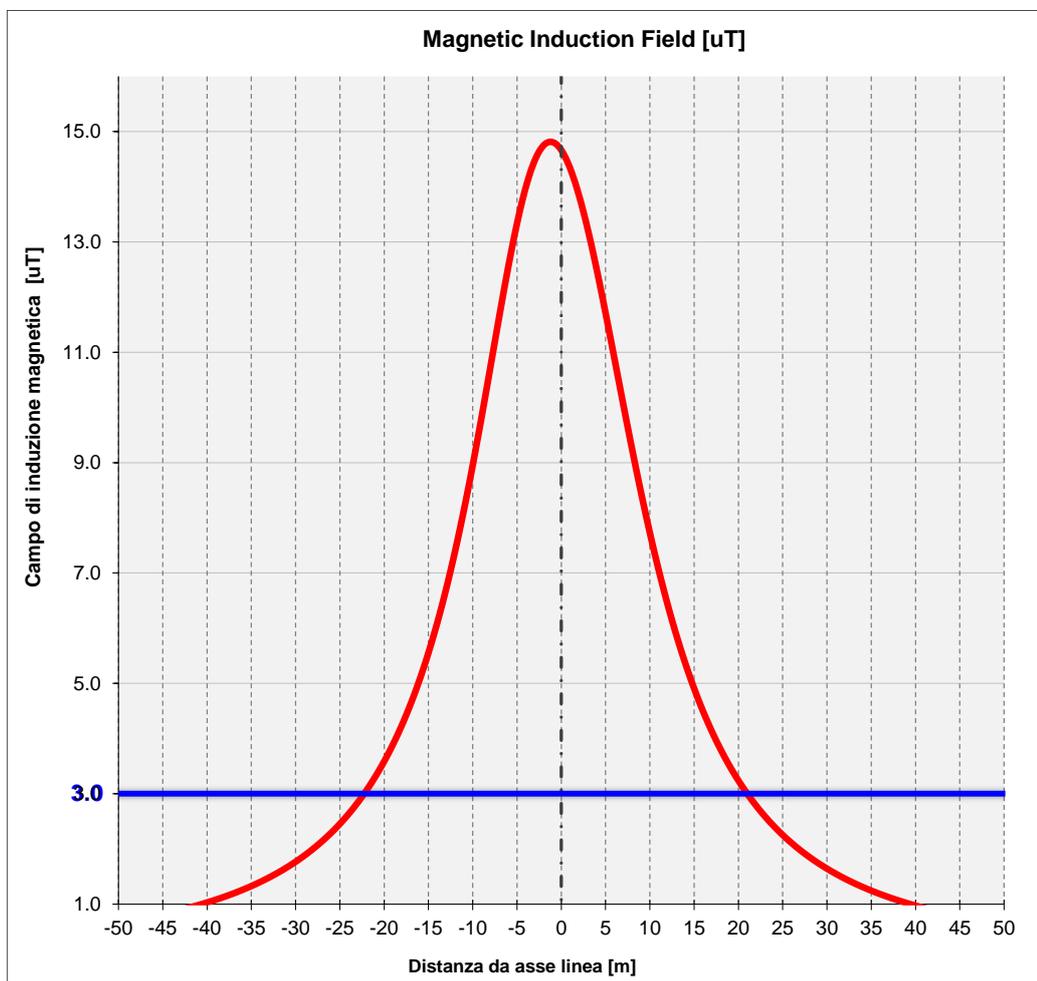
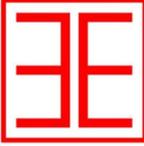


Figura 4-7 - andamento dell'induzione magnetica in una sezione perpendicolare all'asse linea, calcolata a 1,5 m dal suolo in caso di franco minimo e sostegno di tipo V (obiettivo di qualità pari a 3 μ T)

Come si evince l'obiettivo di qualità viene raggiunto ad una distanza di circa **22 m** dal centro della geometria dei conduttori dell'elettrodotto (calcolato a 1,5 m dal suolo e con un franco minimo di 10 m).

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		17/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Analizzando l'andamento del campo elettrico prodotto dall'elettrodotto in esame, rappresentato nella seguente figura, si evince che i valori sono sempre inferiori al limite imposto dalla normativa vigente.

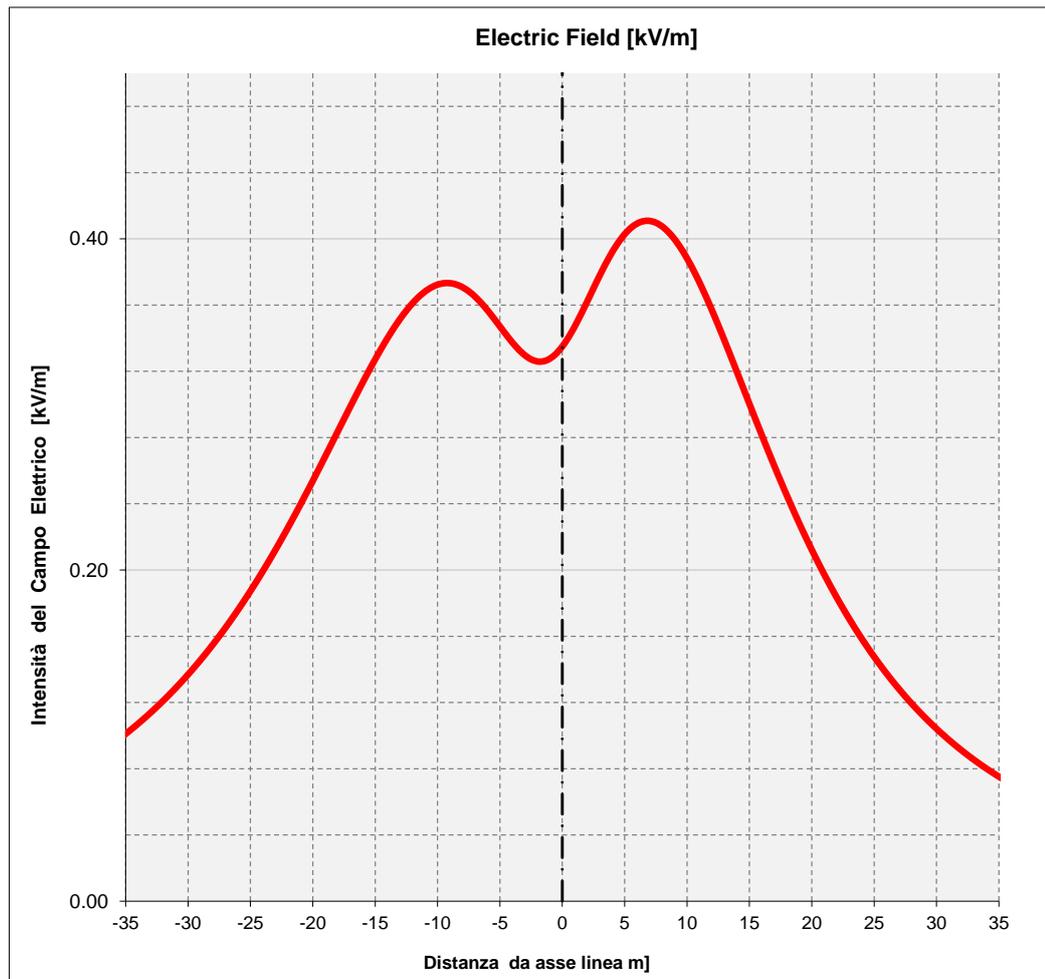


Figura 4-8 - andamento del campo elettrico in una sezione perpendicolare all'asse linea, calcolata a 1,5 m dal suolo in caso di franco minimo e sostegno di tipo V

	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		18/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

5 FASCE DI RISPETTO

Per "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.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l'applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per le linee in oggetto.

5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

5.1.1 Correnti di calcolo

Ai sensi dell'art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (periodo freddo).

Per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

Nel caso in esame (Zona A) la portata in corrente del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a 870 A per il livello di tensione a 150 kV.

Si fa notare che la portata massima del conduttore scelto, ZTAL ad alta temperatura, da 22,75 mm di diametro, non è definita dalla Norma CEI 11-60, pertanto per essa si è preso a riferimento il valore della portata del conduttore calcolata alla massima temperatura raggiungibile da esso.

Nel caso in esame la portata in corrente del conduttore è pari a 1135 A.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		19/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

5.2 DETERMINAZIONE DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) IMPERTURBATA

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come *"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"*.

Ai fini del calcolo della DPA per gli elettrodotti in oggetto è stato utilizzato un software specifico basato sulla piattaforma Excel, sviluppato da 3E Ingegneria in conformità alla norma CEI 211-4. L'algoritmo sviluppa il calcolo analitico nella condizione semplificata e cautelativa che assume una disposizione dei conduttori paralleli tra loro e con il terreno, rettilinei ed indefiniti, conforme ai metodi illustrati nella Norma CEI suindicata.

Nel caso di interferenze o parallelismi con altri elettrodotti (sia in Alta che in Media Tensione) sono state applicate le maggiorazioni di cui al Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Nel caso degli elettrodotti in questione, **l'ampiezza delle DPA ottenuto per l'obiettivo di qualità di 3 microT, risulta, al massimo, pari a circa 25 m rispetto all'asse linea.**

Nel grafico seguente è illustrato il risultato del calcolo, effettuato utilizzando i valori delle correnti nei conduttori pari alla portata massima sopra indicata e la geometria più sfavorevole del sostegno, cioè quella del sostegno tipo V.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		20/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

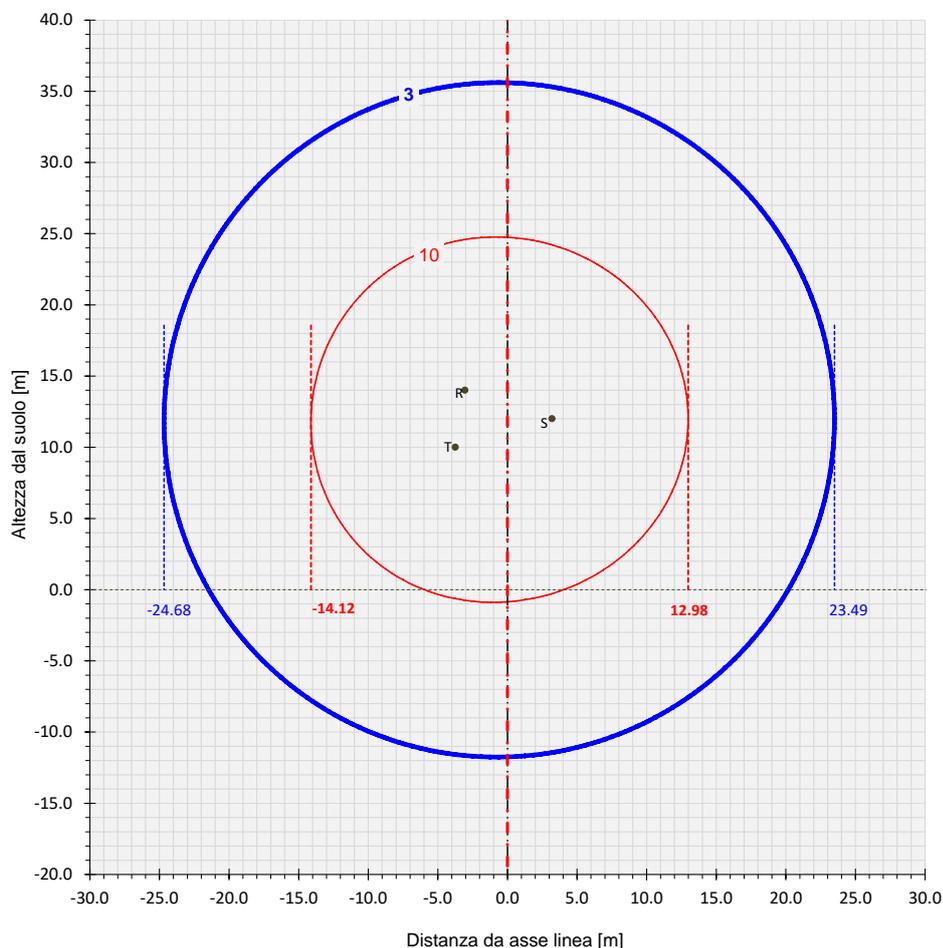


Fig. 1: isolinee dell'induzione magnetica nel caso di sostegno unificato a 150 kV

Il valore di Dpa ottenuto per l'obiettivo di qualità di 3 microT per i sostegni con testa a triangolo è di circa 24 m dal lato della mensola singola e circa 25 m dal lato delle due mensole, rispetto all'asse linea.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta delle fasce di rispetto che rispecchino la situazione post-realizzazione, in conformità con il par. 5.1.3 dell'allegato al suddetto Decreto, con conseguente riduzione delle aree interessate. Come sopra detto, in corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi, incroci e derivazioni sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		21/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare:

- nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);
- negli incroci si è applicato il metodo riportato al par. 5.1.4.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, valido per incroci tra linee ad alta tensione applicando il caso adeguato.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione, sulle quali dovranno essere apposte le necessarie misure di salvaguardia, è riportata nelle planimetrie allegate:

043.22.01.W30 - Opera 2 - Planimetria su Mappa Catastale con DPA

043.22.01.W31 - Opera 3 - Planimetria su Mappa Catastale con DPA

Dalle planimetrie si può osservare che all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione non ricadono recettori sensibili ovvero luoghi destinati a permanenza non inferiore alle 4 ore.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Piano tecnico delle Opere - Progetto definitivo Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto				
	OGGETTO / SUBJECT				
	043.22.01.R14	00	Apr 2023		22/22
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

6 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] 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".
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"
- [3] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- [4] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- [5] Norma 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."
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"