

Hybrid Energy S.r.l.

**Impianto agro-fotovoltaico da 64.470 kWp
(50.000 kW in immissione) ed opere connesse**

Comuni di Grazzanise e Falciano del Massico (CE)

Progetto Definitivo Impianto di Rete per la connessione alla RTN

Allegato 08 - Relazione tecnica campi elettrici e magnetici



Professionista incaricato: Ing. Daniele Cavallo – Ordine Ingegneri Prov. Brindisi n.1220

Rev. 0

Febbraio 2023



wood.

Indice

1	Introduzione	3
2	Quadro Normativo	4
3	Valutazione Campi Elettrici e Magnetici per la SE 150 kV	5
4	Valutazione Campi Elettrici e Magnetici per gli Elettrodotti 150kV	6
4.1	Caratteristiche tecniche	6
4.2	Campo magnetico	7
4.2.1	Modello di calcolo	7
4.2.2	Risultati	9
4.2.3	Area di prima approssimazione	12
4.3	Campo elettrico	13
5	Conclusioni	14

Questo documento è di proprietà di Hybrid Energy S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Hybrid Energy S.r.l.

1 Introduzione

Questo paragrafo riassume i risultati dello studio del campo elettrico e magnetico relativo all’Impianto di Rete per la connessione dell’impianto fotovoltaico da 50 MWp che la società Hybrid Energy S.r.l. intende realizzare nei comuni di Grazzanise e Falciano del Massico (CE), al fine di dimostrare l’ottemperanza delle opere in progetto alla normativa vigente in materia di campi elettromagnetici.

L’Impianto di Rete è composto da:

1. Stazione Elettrica RTN 150 kV di smistamento in semplice sbarra da collegarsi in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “Carinola – Castelvoturno – Pinetamare”.
2. Due nuovi raccordi linea a 150 kV per il collegamento in entra-esce della nuova Stazione RTN alla linea esistente sulla linea RTN a 150 kV “Carinola – Castelvoturno – Pinetamare”, con una lunghezza di circa 70 m per ogni ramo.

Entrambe le infrastrutture saranno di proprietà del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna S.p.A.) e ricadono interamente nel comune di Falciano del Massico (CE).

Lo studio tiene conto della presenza di una linea aerea in doppia terna che attraversa la linea esistente “Carinola – Castelvoturno – Pinetamare” in prossimità della futura stazione .

2 Quadro Normativo

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 12/07/99 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 del 1998. Successivamente, nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'UE 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.

La legge quadro 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 UE, 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;
- il valore di attenzione di 10 μ T 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 μ T, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Per "fasce di rispetto" si intende lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, 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 ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità. All'interno delle fasce di rispetto, come definito dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, 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..

Il DCPM 08/07/2003 prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), 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 il 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.

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 "DPA", 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".

Tale concetto è stato introdotto al fine di semplificare il calcolo delle fasce di rispetto senza dover ricorrere a complessi modelli di calcolo bidimensionale o tridimensionale; il decreto prevede infatti anche dei metodi semplificati da poter applicare nel caso di parallelismo o incrocio di linee elettriche aeree, come nel caso del progetto in esame.

3 Valutazione Campi Elettrici e Magnetici per la SE 150 kV

La Stazione Elettrica RTN sarà progettata e costruita in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003), nonché quella relativa alla protezione dei lavoratori all'interno dei luoghi di lavoro, in particolare il D.Lgs 159/2016, che ha recepito la Direttiva 35/2013/UE, con modifiche e integrazioni al D.Lgs 81/08.

Si tenga inoltre presente che la Stazione RTN non è presidiata, essendo normalmente esercita in teleconduzione, e pertanto non vi è la presenza continuativa di personale che sarà presente solo per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Negli impianti unificati Terna esistenti, 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).

La Figura 3-1 mostra la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/132 kV della RTN, dove 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.

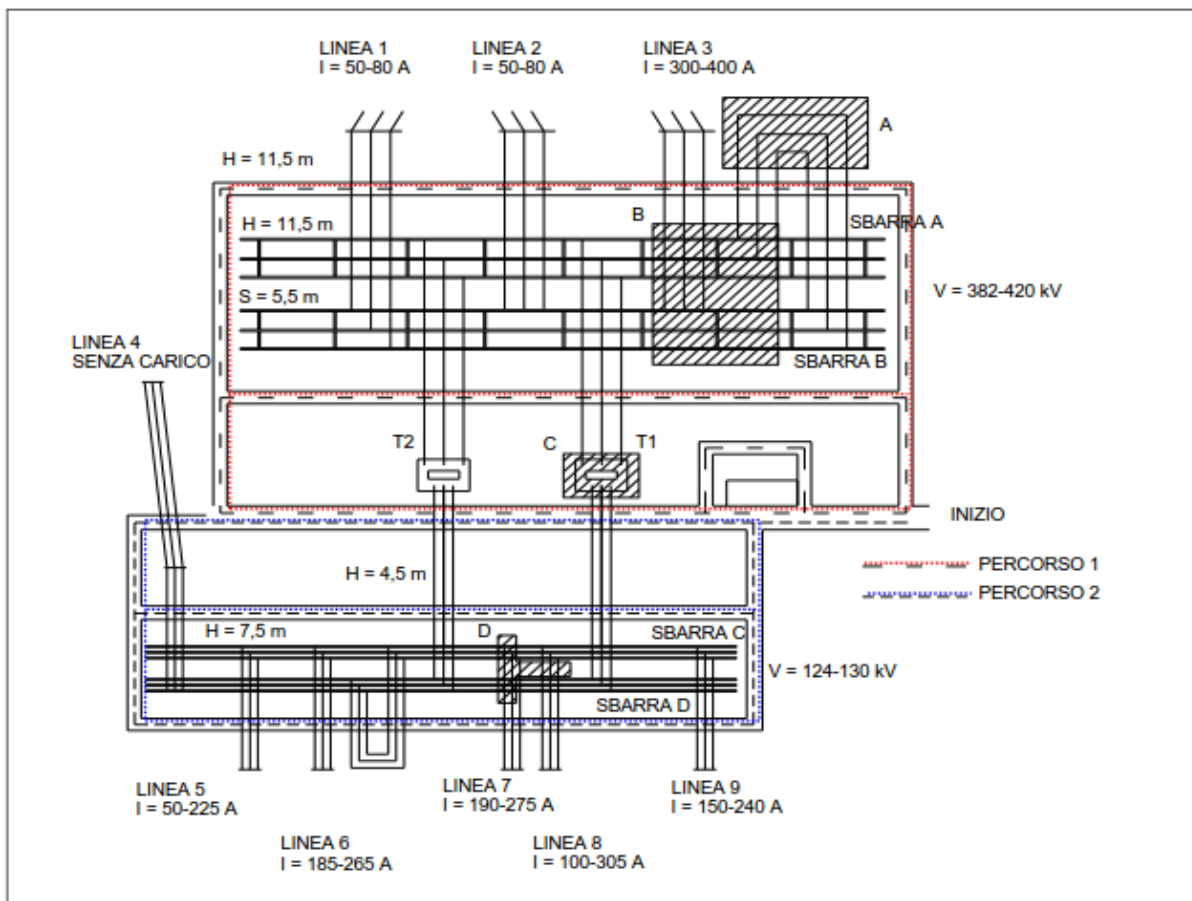


Figura 3-1: Pianta di una tipica stazione 380/132 kV con indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle valori di tensioni e correnti durante le fasi di misurazione di campo elettrico e magnetico.

Nella Figura 3-1 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. Nella Tabella 3-1 è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D.

Tabella 3-1: Risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D

Descrizione attività	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (μ T)		
		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

I valori massimi dei campi elettrici e magnetici sono stati riscontrati in prossimità degli ingressi delle linee aeree aventi, a termini di legge, determinate fasce di rispetto. Esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee entranti aeree o in cavo, e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa.

In tutti gli altri 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.

Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica nelle stazioni RTN, i rilievi sperimentali illustrati si possono estendere alla stazione elettrica RTN "Grazzanise", caratterizzata da un solo livello di tensione, corrispondente all'area inclusa nel percorso blu della Figura 3-1 (nella stazione di Grazzanise non sono presenti le sbarre e le linee a 380kV ed i trasformatori).

Pertanto si conclude che 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.

4 Valutazione Campi Elettrici e Magnetici per gli Elettrodotti 150kV

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 i campi si esauriscono molto rapidamente al crescere della distanza dall'asse della linea.

4.1 Caratteristiche tecniche

La scelta del tracciato dei raccordi, l'impatto degli stessi sul territorio e nei confronti dei fabbricati per civili abitazioni e costruzioni in genere, sono stati oggetto dello studio sviluppato in conformità a quanto contenuto nelle leggi e norme vigenti, in particolare ai Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988, del 16/01/1991 e del 05/08/1998, recanti rispettivamente le "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne" e "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne". Per quanto riguarda l'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, sono stati considerati i vincoli prescritti dalla normativa vigente (legge n° 36 del 22/02/2001 e relativo D.M. attuativo del 08/07/2003).

Il progetto prevede l'installazione di due nuovi sostegni sulla linea 150 kV "Carinola – Castelvoturno", nella tratta p.25-p.26 sull'elettrodotto in esame. I nuovi sostegni consentiranno di realizzare due nuovi brevi raccordi in semplice terna che vanno ad attestarsi ai portali della nuova Stazione RTN. E' previsto inoltre lo smantellamento del sostegno esistente denominato p.25. Per maggiori dettagli si faccia riferimento alla Tav. 03 " Inquadramento generale su ortofoto - Impianto di Rete" e alle Tav. 19 "Profilo altimetrico - Raccordi linea RTN ". Si evidenzia che ciascuno dei due raccordi, pressoché paralleli, è costituito da singola campata con una lunghezza di:

- circa 70 m in direzione Carinola (raccordo destro)
- circa 80 m in direzione Castelvoturno (raccordo sinistro)

I due sostegni denominati p.25/1 e p.26/1 saranno del tipo E33+3 per il p25/1 e E30 per il p26/1, saranno del tipo tronco-piramidale a doppia terna con mensole a bandiera (i conduttori saranno disposti all'estremità di una singola terna di mensole in amaro solo da un lato) in elementi profilati di acciaio a traliccio, zincati e bullonati.

La scelta dell'altezza dei nuovi sostegni consente di rispettare quanto dettato dal Decreto del Ministero dei LL.PP. del 16/01/1991 che disciplina le norme tecniche per la progettazione delle linee elettriche aeree esterne. Precisamente i conduttori aerei non devono avere in alcun punto una distanza verticale dal terreno e dagli specchi lagunari o lacuali non navigabili minore di $(5,50 + 0,006 U)$ m per le linee di classe seconda e terza.

I raccordi sono situati nel territorio del comune di Falciano del Massico in provincia di Caserta.

I nuovi raccordi sono stati progettati in modo tale da non causare alcun disagio possibile alle proprietà interessate, avendo cura inoltre di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi e degli eventuali edifici esistenti, privilegiando il criterio di contenere al massimo l'impatto ambientale.

A tal proposito si evidenzia che lungo il tracciato dei nuovi raccordi aerei, nell'attuale assetto del territorio preso a base del progetto, non sono presenti costruzioni di tipo abitativo o di altro genere; l'unico recettore potenzialmente sensibile è posizionato a nord del raccordo destro (lato Carinola), a circa 150m dal raccordo lato Carinola.

Per ulteriori informazioni sulle caratteristiche tecniche delle linee si può far riferimento alla "Relazione descrittiva Raccordi Linea RTN 150 kV".

4.2 Campo magnetico

4.2.1 Modello di calcolo

Al fine di determinare le fasce di rispetto per le linee in oggetto è stato utilizzato un programma di calcolo sviluppato in aderenza alla norma CEI 211-4, in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I calcoli sono stati eseguiti considerando un'altezza minima del conduttore sul terreno di 7 metri¹, arrotondando il valore minimo di 6,40 m che rappresenta il valore prescritto dal Decreto del Ministero dei LL.PP. del 16/01/1991, e con riferimento alle seguenti condizioni:

- sostegno tipo a doppia terna (disposto a bandiera) con conduttore singolo e una corda di guardia (Figura 4-1);
- sostegno tipo a semplice terna con conduttore singolo e una corda di guardia (fig.1b) per i sostegni esistenti;
- valore corrente = 870 A, portata in corrente in servizio normale del nuovo elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60 - art. 6 D.M. 29 Maggio 2008 (determinazione delle fasce di rispetto)

¹ Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore

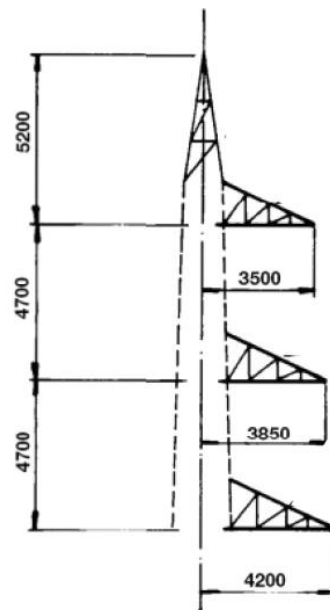


Figura 4-1: disposizione attacco dei conduttori a bandiera

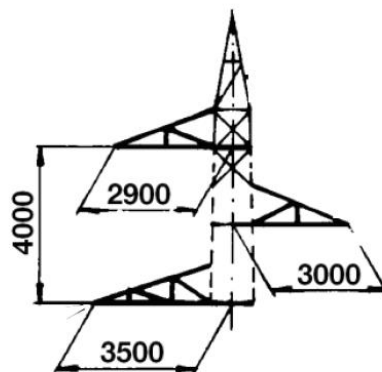


Figura 4-2: disposizione attacco dei conduttori a triangolo

Il complesso dei parametri è stato quindi elaborato tramite il già citato software, il cui output consiste in:

- Profili laterali che visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica; l'asse delle ascisse del diagramma coincide con l'asse perpendicolare alla linea. I valori espressi in metri indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento (coincidente con l'asse longitudinale dell'elettrodotto) mentre l'ordinata rappresenta il valore del campo calcolato all'altezza di 1 m dal suolo.
- Mappe verticali che rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento delle curve di livello dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse della linea in esame; i valori espressi in metri sull'ascissa e sull'ordinata indicano rispettivamente la distanza dall'asse verticale del sostegno e l'altezza da terra. Dalle curve di livello è possibile ricavare la proiezione al suolo della fascia 3 μT e di conseguenza la DPA.

Al solo fine di rappresentazione grafica ² delle curve di campo si è considerata un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 7 m, (approssimazione per eccesso del franco minimo verso terra previsto dalla normativa in vigore), molto conservativa e non corrispondente ad una situazione reale, in quanto l'altezza, per scelta progettuale, è sempre maggiore di tale valore.

4.2.2 Risultati

Nella Figura 4-3 (sostegno a bandiera) e Figura 4-4 (a triangolo) sono riportati i profili laterali dell'induzione magnetica, ad 1m dal suolo, in funzione della distanza orizzontale dall'asse dell'elettrodotto.

Come si evince dalle figure, il valore dell'induzione magnetica a 1 metro dal suolo, è ovunque inferiore al limite di legge fissato per l'esposizione, pari a $100\mu\text{T}$.

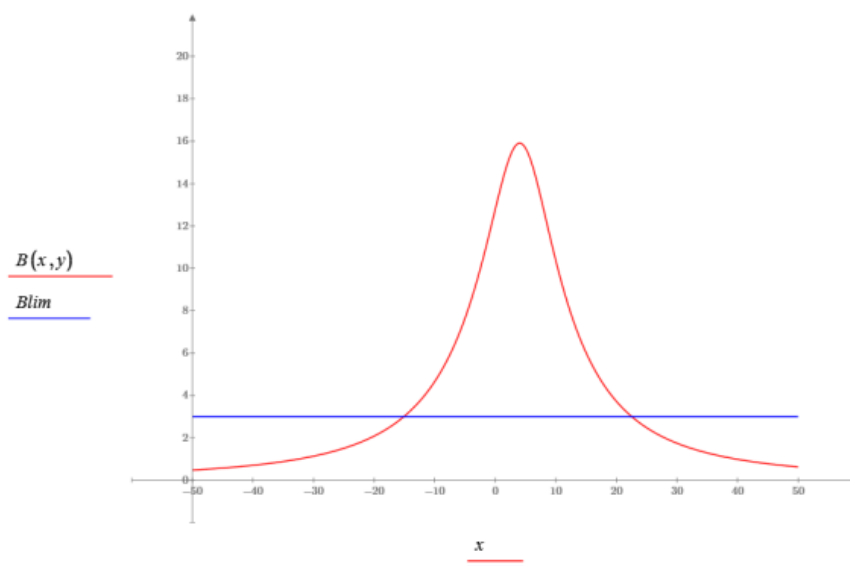


Figura 4-3: Profilo laterale B [μT] a distanza x[m] dall'asse linea - conduttori disposti "a bandiera"

² L'ampiezza della DPA non è influenzata dall'altezza dei conduttori della linea in quanto, per definizione, è la distanza tra la proiezione a terra dell'isolinea a 3 μT e la proiezione a terra dell'asse della linea.

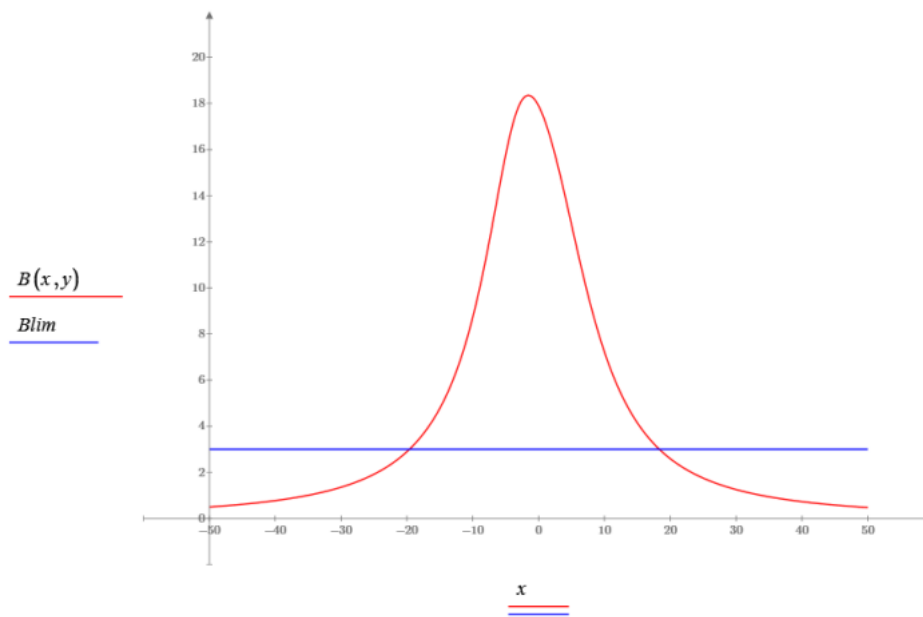


Figura 4-4: Profilo laterale B [μT] a distanza x[m] dall'asse linea - conduttori disposti "a triangolo"

Con riferimento alle curve di livello rappresentate nella Figura 4-5 e Figura 4-6, proiettando al suolo la curva 3 μT si ottiene la DPA, ossia la zona all'esterno della quale, per qualunque altezza, il valore dell'induzione è minore di 3 μT .

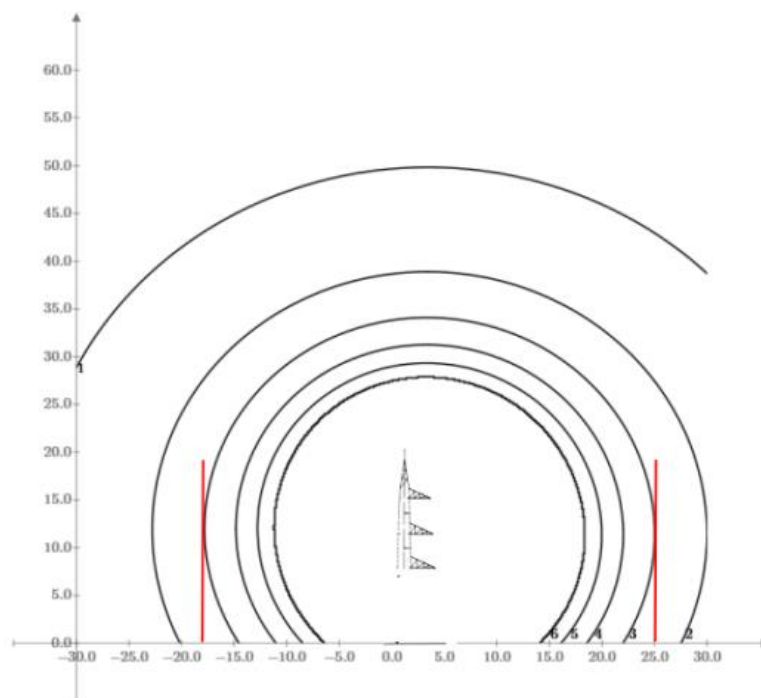


Figura 4-5: curve di livello campo magnetico e DPA - conduttori disposti "a bandiera"

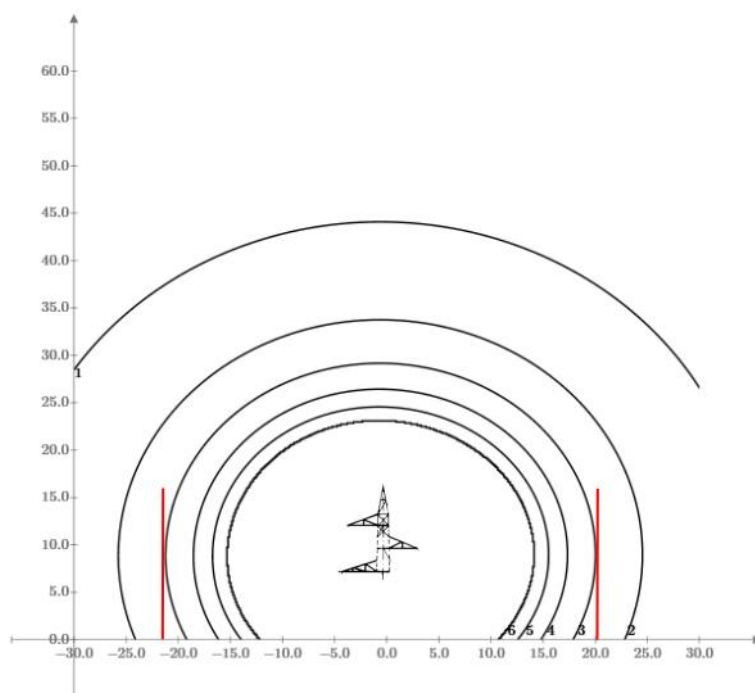


Figura 4-6: curve di livello campo magnetico e DPA - conduttori disposti "a triangolo"

I valori della DPA imperturbate con i dovuti arrotondamenti sono dunque :

- -18m e +25m con la disposizione a bandiera;
- -22 m e +22m con la disposizione a triangolo;

4.2.3 Area di prima approssimazione

Partendo dalle DPA imperturbate della linea in oggetto, ossia i raccordi e la linea 150 kV della RTN “Carinola – Castelvoturno – Pinetamare” ed applicando la metodologia approvata con DM 29/5/2008, si sono poi calcolate le Aree di Prima Approssimazione procedendo con il metodo semplificato nei casi complessi (§ 5.1.4 dell’Allegato al D.M. 29 maggio 2008) in corrispondenza di:

- cambio di direzione dei raccordi in corrispondenza dei sostegni di collegamento alle campate della linea esistente
- incrocio con altro elettrodotto nelle vicinanze, rappresentato da una linea in doppia terna che attraversa la linea in oggetto in prossimità del raccordo lato Carinola.

per la il calcolo della DPA imperturbata della linea interferente si è proceduto, in maniera conservativa, rappresentando la stessa come una linea in doppia terna, avente corrente in servizio normale pari a 870 A (vedi Figura 4-7).

La DPA della linea ($\pm 32\text{m}$) è rappresentata in Figura 4-8.

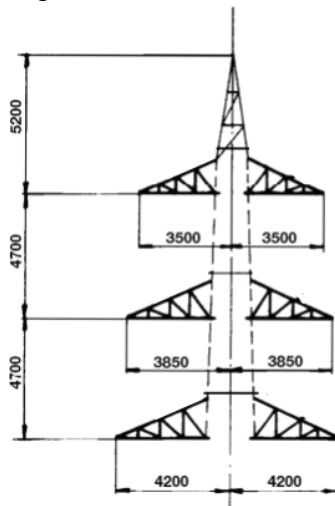


Figura 4-7: Configurazione 150 kV DT Traliccio – Tipo E''

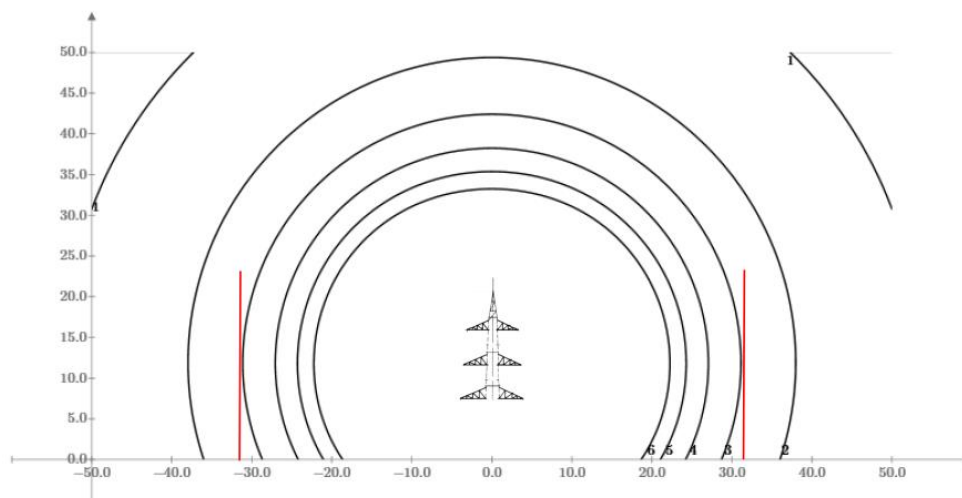


Figura 4-8: curve di livello campo magnetico e DPA linea DT 150 kV

l'Area di Prima Approssimazione, determinata sulla base di specifici incrementi parametrizzati in base al metodo semplificato del DM 29/5/2008, per una prima verifica da parte delle autorità competenti in sede di autorizzazione alla realizzazione di nuovi luoghi tutelati o nuovi elettrodotti, è riportata nella **Tav. 22 "Planimetria catastale con DPA-Impianto di Rete"**.

Dalla Tav.22 si evince che all'interno della DPA non ricadono strutture classificabili come recettori sensibili ovvero "luoghi adibiti alla permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere", in particolare recettore (abitazione) posto poco a nord del raccordo lato Carinola .

4.3 Campo elettrico

Per quanto riguarda il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, misure e valutazioni condotte nel corso degli anni dagli enti gestori hanno dimostrato che non è mai superato il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m, e come evidenziato nelle figure seguenti esemplificative.

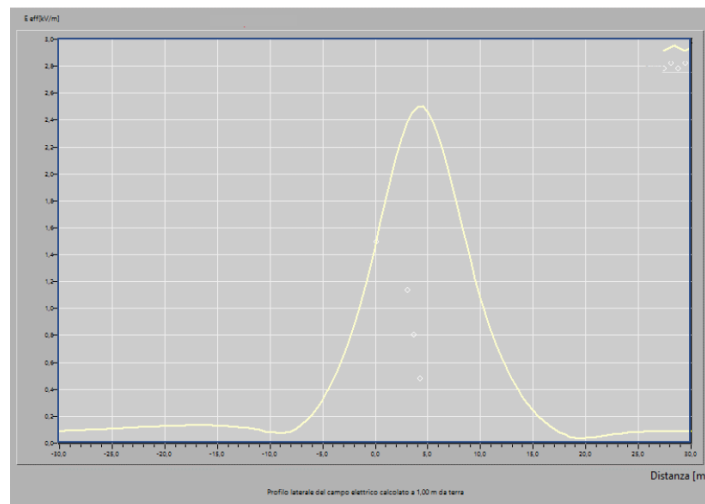


Figura 4-9: Profilo laterale campo elettrico - conduttori disposti "a bandiera"

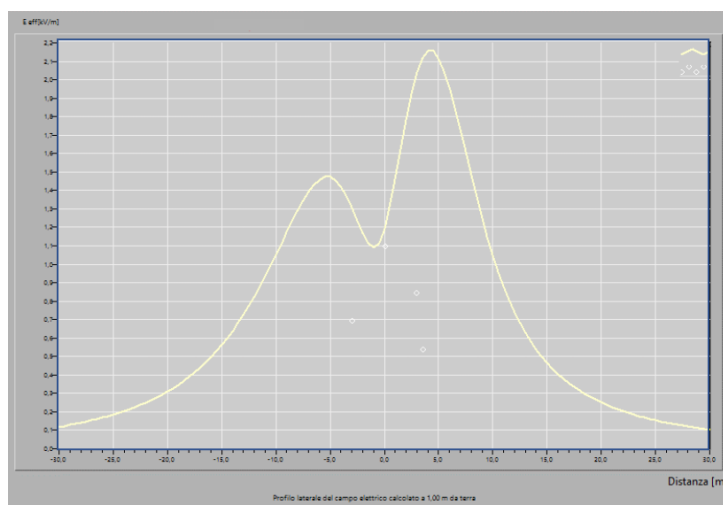


Figura 4-10: Profilo laterale campo elettrico - conduttori disposti "a triangolo"

5 Conclusioni

Dalle valutazioni effettuate si conferma che interventi in progetto (stazione elettrica e elettrodotti) sono stati studiati in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- il valore del campo elettrico è sempre inferiore al limite fissato in 5kV/m
- il valore del campo di induzione magnetica valutato a 1 m di altezza dal suolo è sempre inferiore al Limite di esposizione di 100 μ T;
- all'interno della DPA non ricadono strutture classificabili come recettori sensibili ovvero "luoghi adibiti alla permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere".

Alla luce di quanto sopra, si può pertanto affermare che le opere, così come progettate, si sviluppano su aree non a rischio, nel pieno rispetto delle leggi vigenti.