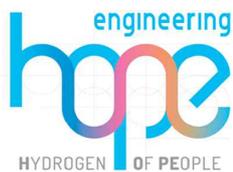


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
 NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - NEMETUN ISLAND
 63 WTG – 945 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettazione e Studio di Impatto Ambientale



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



Supervisione scientifica



SIA.ES STUDI SPECIALISTICI

ES.3 Valutazione campi elettrici e magnetici

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	02/24	1° emissione



INDICE

1	PREMESSA	2
2	LE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.1	Norme tecniche	4
3.2	Legislazione italiana	4
3.3	Definizioni e Abbreviazioni	4
3.4	Attuazione Normativa vigente	5
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	9
4.1	Inquadramento dell'opera	9
4.2	Caratteristiche della rete elettrica	10
5	VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	11
5.1	Valutazione analitica dei campi magnetici generati dagli elettrodotti	11
5.2	Distanza di Prima Approssimazione DPA.....	11
5.2.1	Caso con n. 2 terne di cavi interrati di sezione 2000 mm ²	11
5.2.2	Caso con 1 terna di cavi interrati di sezione 2500 mm ²	14
5.3	Campi Elettrici e Magnetici dell'ampliamento della Stazione a 380 kV RTN.....	17
5.4	Campi Elettrici e Magnetici della Sottostazione elettrica di utente	20
6	CONCLUSIONI	21



1 PREMESSA

Oggetto della seguente relazione è la valutazione preventiva dei campi elettromagnetici generati dall'impianto di rete AAT a 380 kV utile alla connessione dell'impianto offshore per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica della potenza nominale di 945 MW costituito da 63 aerogeneratori, da una sottostazione elettrica offshore di trasformazione 66/380 kV, dall' elettrodotto di connessione a 380 kV e da una Sottostazione elettrica onshore di utenza.

La relazione ha lo scopo di descrivere le emissioni di campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici generati durante l'esercizio dell'impianto di rete e definire la compatibilità dell'impianto con i limiti normativi di esposizione e tutela della popolazione.

Nel § 2 si riportano alcune generalità sulle emissioni elettromagnetiche degli impianti elettrici, nel § 3 si illustrano i riferimenti legislativi e normativi in materia di emissioni elettromagnetiche e nel § 4 si riporta la descrizione dell'opera da realizzarsi così come risultante dagli elaborati progettuali allegati al PTO RTN.

Il § 5 contiene la valutazione preventiva dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici per le aree limitrofe all'opera. Sarà determinata la D.P.A per verificare se al suo interno ci siano dei fabbricati tali da render necessario uno studio puntuale.

Il § 6 contiene le conclusioni finali sulla base delle risultanze espresse nei paragrafi precedenti.

2 LE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

I campi elettromagnetici consistono in onde elettriche (E) e magnetiche (H) che viaggiano insieme. Esse si propagano alla velocità della luce, e sono caratterizzate da una frequenza ed una lunghezza d'onda.

I campi ELF (Extremely Low Frequency) sono definiti come quelli di frequenza fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati e valutati separatamente.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche. Essi governano il moto di altre cariche elettriche che vi siano immerse. La loro intensità viene misurata in volt al metro (V/m) o in chilovolt al metro (kV/m). Quando delle cariche si accumulano su di un oggetto, fanno sì che cariche di segno uguale od opposto vengano, rispettivamente, respinte o attratte. L'intensità di questo effetto viene caratterizzata attraverso la tensione, misurata in volt (V).

A ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, anche se non acceso, è associato un campo elettrico che è proporzionale alla tensione della sorgente cui è collegato. L'intensità dei campi elettrici è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. Essi governano il moto delle cariche elettriche. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in tesla (T), millitesla (mT) o microtesla (μ T). Ad ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, se il dispositivo è acceso e vi è una corrente circolante, è associato un campo magnetico proporzionale alla corrente fornita dalla sorgente cui il dispositivo è collegato. I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza. Essi non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, e li attraversano facilmente.

Ai fini dell'esposizione umana alle radiazioni non ionizzanti, considerando le caratteristiche fisiche delle grandezze elettriche in gioco in una linea AT (tensioni fino a 380.000 V, corrente alternata a frequenza di 50 Hz) i campi elettrici e magnetici sono da valutarsi separatamente perché disaccoppiati.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Norme tecniche

- 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";
- CEI R014-001 "Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza";
- CEI 11-60" Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo";
- 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 I".

3.2 Legislazione italiana

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

3.3 Definizioni e Abbreviazioni

- Impianto per la connessione: l'"impianto per la connessione" è l'insieme degli impianti realizzati a partire dal punto di inserimento sulla rete esistente, necessari per la connessione alla rete di un impianto di produzione.
- Impianto di rete per la connessione: l'"impianto di rete per la connessione" è la porzione di impianto per la connessione di competenza del Gestore di Rete, compresa tra il punto di inserimento sulla rete esistente e il punto di connessione.
- 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 (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore;

- Esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) dell'art. 3 Legge 36/2001 e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;

3.4 Attuazione Normativa vigente

Secondo quanto previsto dalla legge del 22 febbraio 2001, n. 36, in particolare all'art. 4, comma 2, lettera a), il DPCM 8 luglio 2003 ha fissato i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dall'esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti:

<p>LIMITE DI ESPOSIZIONE</p> <p>Valore efficace che non deve essere superato in caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti</p>	<p>100 μT</p> <p>5 kV/m</p>
<p>VALORE DI ATTENZIONE</p> <p>Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio da considerare a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere</p>	<p>10 μT</p>
<p>OBIETTIVO DI QUALITA'</p> <p>Mediana dei valori nell'arco delle ventiquattro ore nelle normali condizioni di esercizio da considerare ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz 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 e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in</p>	<p>3 μT</p>

prossimità di linee elettriche già presenti nel territorio	
--	--

In base all'art. 5 le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla norma CEI 211-6 prima edizione e successivi aggiornamenti. Inoltre, il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente, per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità. Per la verifica delle disposizioni di cui agli articoli 3 e 4, oltre alle misurazioni e determinazioni di cui sopra, il sistema agenziale APAT-ARPA può avvalersi di metodologie di calcolo basate su dati tecnici e storici dell'elettrodotto.

Dal campo di applicazione del DPCM è espressamente esclusa, invece, l'applicazione dei limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità di cui sopra ai lavoratori esposti ai campi per ragioni professionali (art. 1 comma 2).

Inoltre, in base all'art. 1 comma 3 per tutte le sezioni di impianto non incluse nella definizione di "elettrodotto" o che sono esercite con frequenze diverse dai 50 Hz, fino a 100 kHz, si applicano i limiti della raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999. In particolare, andrà rispettato, se applicabile nei confronti della popolazione, per la sezione in corrente continua il limite di riferimento per induzione magnetica di 40.000 μ T.

L'art. 6 del DPCM 8/7/03 recita:

1. *"Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 [...]"*

2. *"L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti".*

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto riferite agli elettrodotti sia aerei che interrati, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha comunicato con lettera prot. DSA/2004/25291 del 15 novembre 2004, che *"la metodica da usarsi per la determinazione provvisoria delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio può compiersi come segue:*

[...]

3. *Le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche", cap. 4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al cap. 4.3.*

4. *Si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 μ T in termini di valore efficace.*

5. *Le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni, espresse in metri, possono essere arrotondate all'intero più vicino".*

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto **ad esclusione** di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

La costruzione e l'esercizio della linea AT, così come riportato negli elaborati tecnici di progetto, sarà eseguita secondo le norme di legge e le norme tecniche del CEI nonché, per la parte di connessione alla rete, secondo le disposizioni normative di Terna Spa e e-distribuzione S.p.A.

La valutazione dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale è invece argomento della Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche", dalla quale sono state tratte tutte le ipotesi di calcolo. In particolare:

- tutti i conduttori costituenti la linea (sia i conduttori attivi sia i conduttori di guardia) sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro; in base a queste ipotesi, si trascura la componente longitudinale dell'induzione magnetica; nella realtà, i conduttori suddetti si dispongono secondo una catenaria, ma la componente longitudinale non supera in genere il 10% delle altre componenti del campo, per cui l'errore che si commette, nel calcolo della risultante, è certamente inferiore, in percentuale, a questo valore;
- i conduttori sono considerati di forma cilindrica, con diametro costante disposti a fascio di 3 per fase; si suppone che la distanza tra i singoli conduttori a uguale potenziale sia piccola rispetto alla distanza tra i conduttori a diverso potenziale; si suppone inoltre che i conduttori appartenenti ad un fascio siano uguali tra di loro e che, in una sezione normale del fascio, i loro centri giacciono su una circonferenza (circonferenza circoscritta al fascio); in base a queste ipotesi, si sostituisce al fascio di sub-conduttori un conduttore unico di opportuno diametro equivalente;
- il suolo è considerato piano, privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- si trascura l'influenza sulla distribuzione del campo dei tralicci stessi, di piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto che si trovi nell'area interessata, ovvero si calcola il campo imperturbato.

Le ipotesi suddette permettono di ridurre il calcolo del campo ad un problema piano, essendo, in questo caso, la distribuzione stessa uguale su qualunque sezione normale all'asse longitudinale della linea. A parità di altri fattori, l'accuratezza dei dati forniti è ovviamente tanto maggiore quanto più le condizioni reali sono aderenti a quelle sopra elencate.

La guida 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" costituisce l'applicazione delle formule fornite dalla guida CEI 211-4 ai diversi tipi di elettrodotti, quindi anche interrati. A sufficiente distanza dalla terna di conduttori, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un cilindro avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori. La sezione trasversale di tale cilindro è una



circonferenza. Prendendo in considerazione il valore di $3 \mu\text{T}$, si può calcolare il raggio della corrispondente circonferenza, che costituisce la fascia di rispetto.

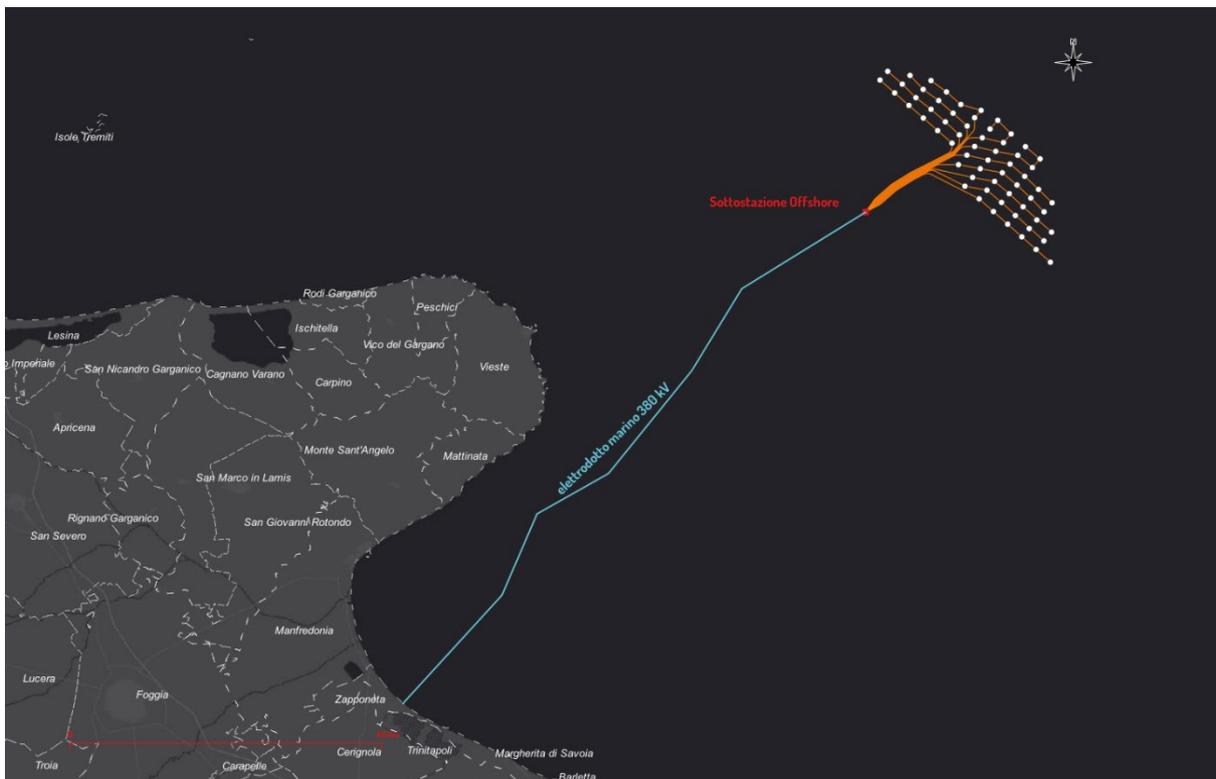
4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

4.1 Inquadramento dell'opera

Scopo del progetto è la realizzazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica e l'immissione dell'energia prodotta, attraverso la costruzione delle opportune infrastrutture di rete, sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

I principali componenti dell'impianto per la parte offshore sono:

- **63 aerogeneratori eolici** di potenza pari a 15 MW suddivisi in 11 sottocampi;
- **11 linee elettriche in cavo sottomarino** a 66 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica offshore, con tutti i dispositivi di trasformazione di tensione e sezionamento necessari;
- **Una Sottostazione Elettrica Offshore (66/380 kV)**, ovvero tutte le apparecchiature elettriche (interruttori, sezionatori, TA, TV, ecc.) necessarie a raccogliere l'energia prodotta nei sottocampi eolici elevandone la tensione da 66 kV a 380 kV. La stazione elettrica è dotata di un sistema di rifasamento necessario alla compensazione della potenza reattiva prodotta dalla rete in cavo marino.
- **Un elettrodotto di esportazione in cavo marino a 380 kV** della lunghezza di circa 88,7 km per collegare l'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) posta sulla terra ferma.



Rappresentazione sintetica delle opere a mare

Le opere a terra sono strettamente connesse alla necessità di collegare l'impianto eolico offshore alla rete di trasmissione nazionale gestita da TERNA spa e constano di:



- **Una vasca giunti di transizione interrata**, posizionata nelle vicinanze del punto di approdo nel comune di Zapponeta, consentirà la transizione dal cavo sottomarino al cavo destinato alla posa interrata;
- **Un elettrodotto in cavo interrato a 380 kV**, esteso per circa 16 km nei territori dei comuni di Zapponeta, Trinitapoli e Cerignola e realizzato prevalentemente lungo la viabilità pubblica con brevi transiti su terreni agricoli. La posa avverrà principalmente in scavi a sezione obbligata e, solo in alcuni tratti, con la tecnica priva di scavi denominata "Trenchless Onsite Construction" (TOC). Si prevedono, in particolare, 11 tratti in TOC di lunghezza variabile necessari a gestire alcune interferenze presenti lungo il percorso dell'elettrodotto;
- **Una Sottostazione elettrica utente onshore** isolata in GIS per la condivisione dello stallo dotata di un sistema di rifasamento, anch'esso necessario alla compensazione della potenza reattiva prodotta dalla rete in cavo marino e interrato.

Alle opere sopra descritte si aggiungono le opere di rete oggetto di un progetto dedicato che riguarderà l'ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380 kV di Cerignola.

4.2 Caratteristiche della rete elettrica

La rete elettrica da realizzare è costituita da una sezione offshore con tensione di esercizio pari a 66 kV costituita dagli aerogeneratori e dalla rete elettrica di connessione degli aerogeneratori alla sottostazione offshore di trasformazione e da una sezione a 380 kV.

5 VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

5.1 Valutazione analitica dei campi magnetici generati dagli elettrodotti

La valutazione è effettuata nei riguardi degli elettrodotti e delle opere a terra per la connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Gli elettrodotti in cavo durante il loro funzionamento generano un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il campo magnetico è proporzionale alla corrente che l'attraversa. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla zona di scavo dell'elettrodotto.

Per il calcolo dei valori imperturbati del campo elettrico e magnetico è stato utilizzato il software XGSA FD della XGSALAB Software. Con XGSA FD, se necessario, si potrà effettuare anche un'analisi tridimensionale.

5.2 Distanza di Prima Approssimazione DPA

Ai sensi del DPCM 29/05/08 il proprietario della rete è tenuto a calcolare la fascia di rispetto come Distanza di Prima Approssimazione (DPA) per comunicarla agli enti. La DPA 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 della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Per gli elettrodotti di progetto, i grafici di seguito riportati, mostrano sull'asse delle ascisse la distanza orizzontale dall'asse dell'elettrodotto (sinistra e destra); invece sull'asse delle ordinate la distanza verticale dei conduttori dal suolo.

I livelli di induzione magnetica riscontrabili nelle regioni di spazio circostanti gli elettrodotti in cavo sono evidenziate con fasce di colori differenti.

Inoltre, sulle tavole allegate sono riportate in pianta le DPA su tutti gli elettrodotti calcolate con il software.

5.2.1 Caso con n. 2 terne di cavi interrati di sezione 2000 mm²

Di seguito vengono riportati i dati utilizzati e i risultati delle elaborazioni. Esso sarà formato da due terne interrate di cavi con sezioni da 2000 mm².

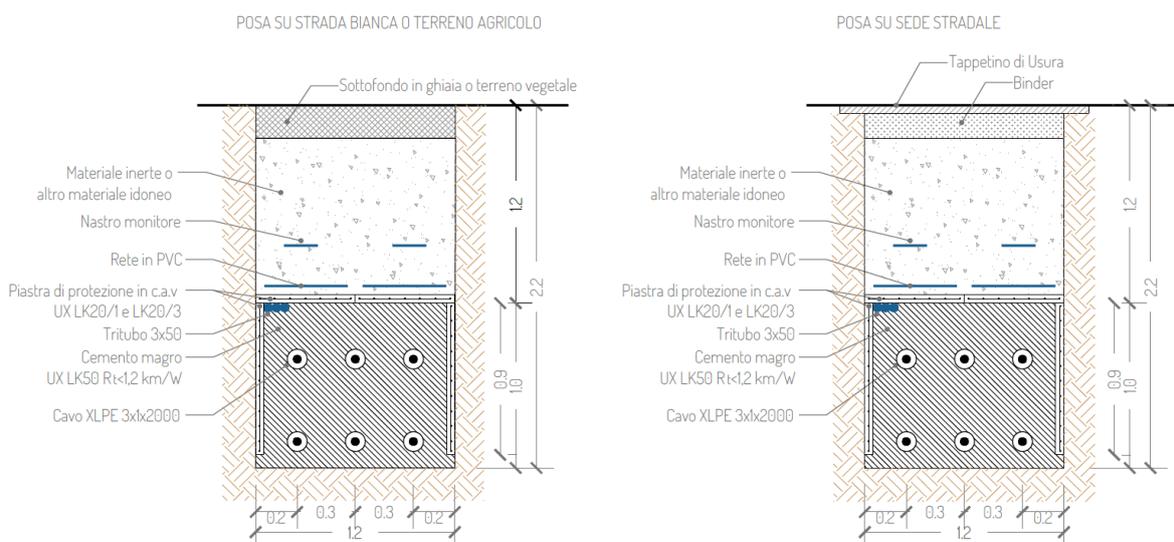


Figura 1 - Sezione Scavo tipo cavidotto AAT

Per i dati elettrici si sono usati i seguenti valori:

- Tensione Nominale: 380.000 V
- Corrente massima di impiego per terna: 1050 A
- Sezione cavo: 2000 mm²
- Profondità di posa 1,5 m e 2,0 m
- Diametro conduttore 132,8 mm

Campo Elettrico cavidotto AAT

Di seguito si riportano i risultati di calcolo ottenuti per il campo elettrico per una ipotetica sezione trasversale.

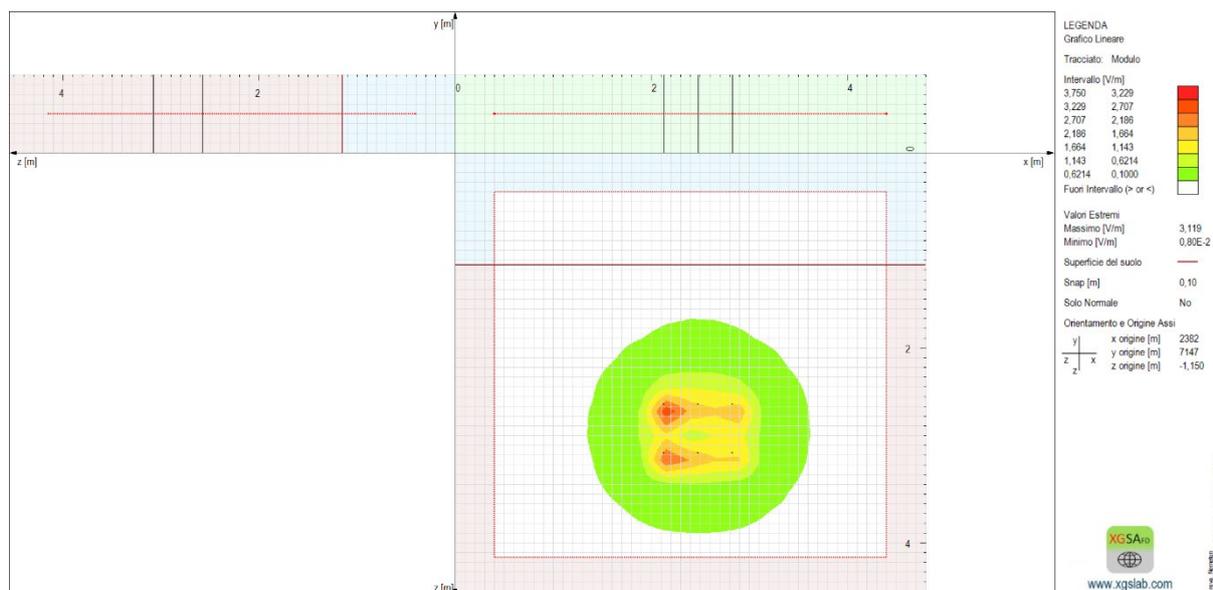


Figura 2 - Campo Elettrico

La figura mostra graficamente l'intensità del campo elettrico generato dalle due terne di cavi unipolari, la valutazione effettuata trascura l'ulteriore effetto prodotto dallo schermo del singolo cavo, atterrato da entrambe le estremità. I valori riportati mostrano che la totalità della radiazione elettrica è contenuta all'interno dello scavo con picchi di 3,119 V/m, totalmente trascurabili rispetto al limite di esposizione fissato a 5 kV/m.

Campo Magnetico (Induzione Magnetica) cavidotto AAT

Di seguito è riportata la sezione di calcolo verticale del campo magnetico (ovvero induzione magnetica) risultante.

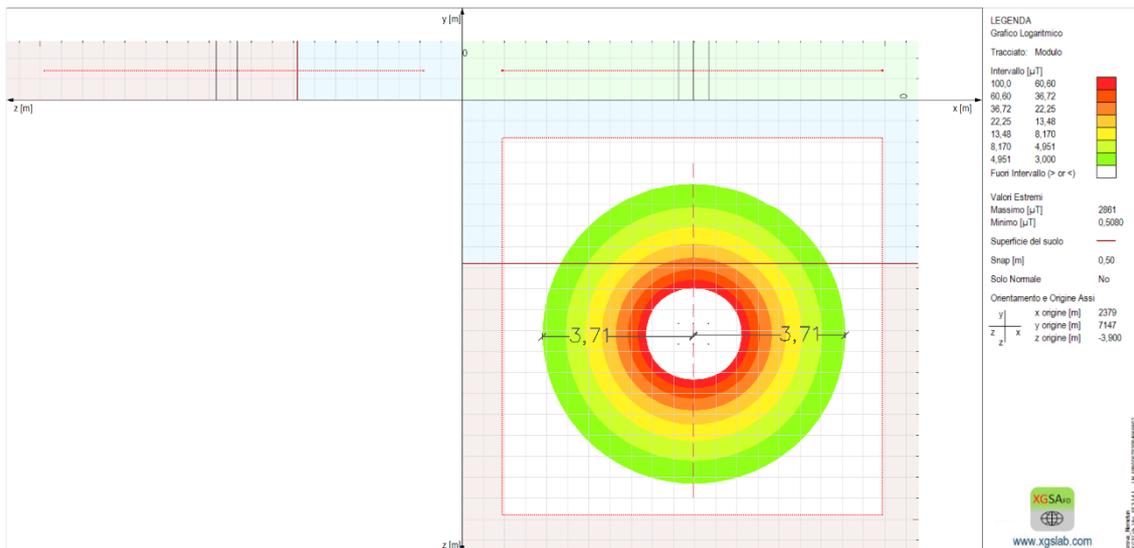


Figura 3 - Calcolo Induzione Magnetica sulla sezione dei cavi AAT da 2000 mm²

La figura mostra graficamente l'intensità del campo magnetico generato dalle 2 terne di cavidotti interrati.

Ricordando che l'obiettivo da rispettare è l'obiettivo qualità pari a 3 µT, fissato dal DPCM del 08/07/2003.

Il calcolo della D.p.a. per i cavidotti di collegamento a 380 kV simulati si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine nella proiezione sul suolo del punto a distanza massima dall'asse in cui il valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore all'obiettivo qualità di 3 µT posto su un piano ortogonale all'asse.

Utilizzando i dati forniti dal grafico allegato si evince che per il tratto di elettrodotto a 380 kV analizzato, costituito da 2 terne composte da cavidotti di sezione 2000 mm² viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 8 m ($2 \times 3,71 = 7,42 \approx 8$ m), centrata sull'asse del cavidotto al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità.

All'interno della fascia di rispetto appena definita non esistono recettori sensibili (strutture abitate da persone per un tempo superiore alle 4 ore) e che pertanto non sussistono pericoli per la salute umana.

5.2.2 Caso con 1 terna di cavi interrati di sezione 2500 mm²

Di seguito vengono riportati i dati utilizzati e i risultati delle elaborazioni. Esso sarà formato da una terna interrata di cavi con sezioni da 2500 mm². Tale casistica interessa il tratto compreso tra la Sottostazione Elettrica utente e la Stazione Elettrica RTN di Cerignola ove si ipotizza di installare cavi della sezione massima possibile considerando quindi la possibilità che lo stallo in stazione RTN venga condiviso con altri produttori per il tramite della sottostazione onshore. In base alle medesime considerazioni la

valutazione dei campi elettrici e magnetici è fatta considerando la corrente massima a cui è possibile esercire il cavo pari quindi alla portata massima in regime permanente.

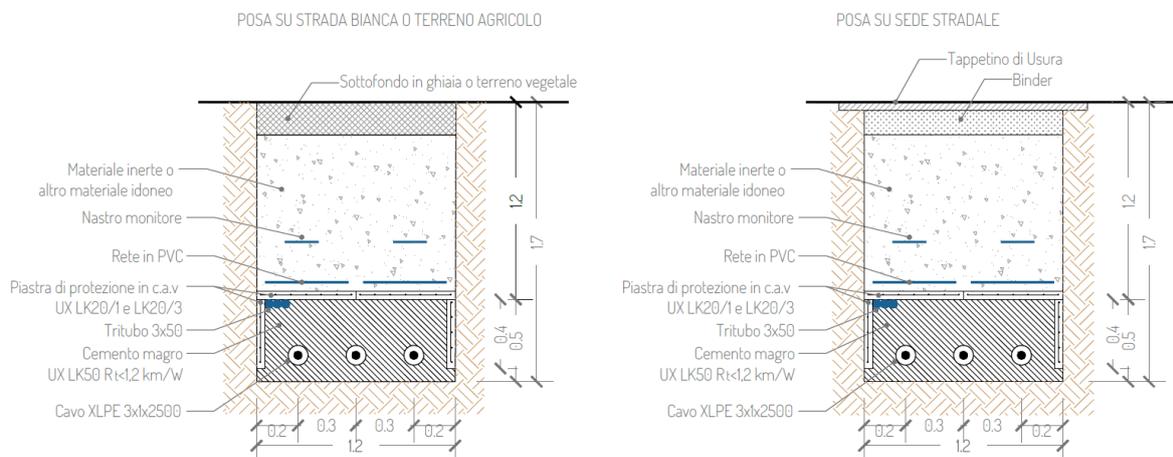


Figura 4 - Sezione Scavo tipo cavidotto AAT

Per i dati elettrici si sono usati i seguenti valori:

- Tensione Nominale: 380.000 V
- Portata massima in regime permanente: 1770 A
- Sezione cavo: 2500 mm²
- Profondità di posa 1,5 m
- Diametro conduttore 140,8 mm

Campo Elettrico cavidotto AAT

Di seguito si riportano i risultati di calcolo ottenuti per il campo elettrico per una ipotetica sezione trasversale.

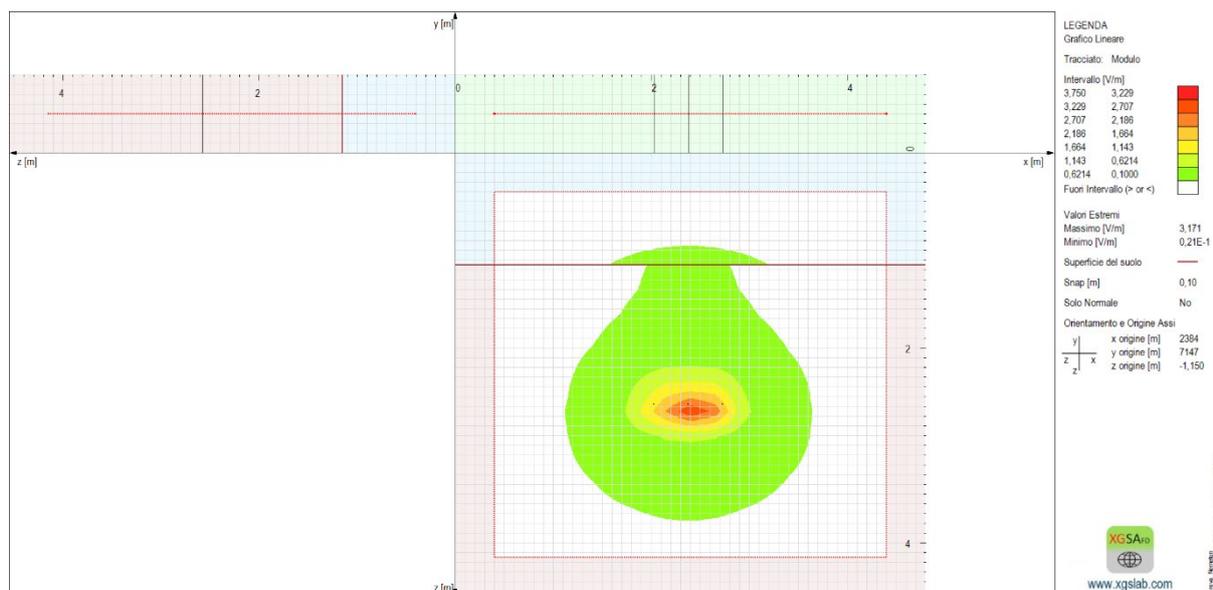


Figura 5 - Campo Elettrico

La figura mostra graficamente l'intensità del campo elettrico generato dalle due terne di cavi unipolari, la valutazione effettuata trascura l'ulteriore effetto prodotto dallo schermo del singolo cavo, atterrato da entrambe le estremità. I valori riportati mostrano che la radiazione elettrica all'esterno del piano del terreno è inferiore a 0,6214 V/m con picchi, in prossimità dei cavi, di 3,171 V/m, totalmente trascurabili rispetto al limite di esposizione fissato a 5 kV/m.

Campo Magnetico (Induzione Magnetica) cavidotto AAT

Di seguito è riportata la sezione di calcolo verticale del campo magnetico (ovvero induzione magnetica) risultante.

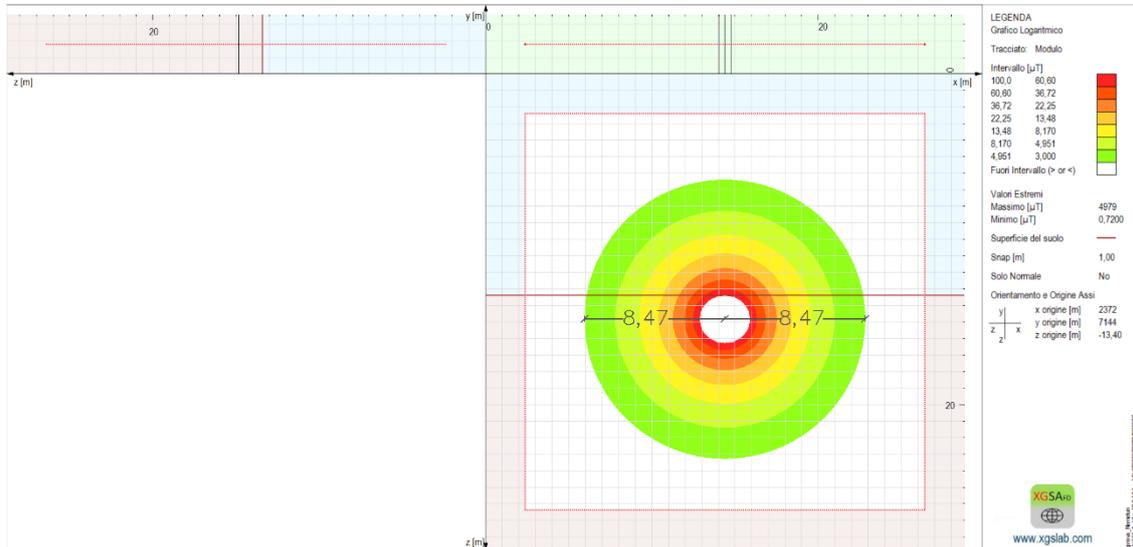


Figura 6 - Calcolo Induzione Magnetica sulla sezione dei cavi AAT da 2500 mm²

La figura mostra graficamente l'intensità del campo magnetico generato dalla terna di cavi interrati.

Ricordando che l'obiettivo da rispettare è l'obiettivo qualità pari a 3 µT, fissato dal DPCM del 08/07/2003.

Il calcolo della D.p.a. per i cavidotti di collegamento a 380 kV simulati si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine nella proiezione sul suolo del punto a distanza massima dall'asse in cui il valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore all'obiettivo qualità di 3 µT posto su un piano ortogonale all'asse.

Utilizzando i dati forniti dal grafico allegato si evince che per il tratto di elettrodotto a 380 kV analizzato, costituito da 1 terna composta da cavi di sezione 2500 mm² viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 17 m ($2 \times 8,47 = 16,94 \approx 17$ m), centrata sull'asse del cavidotto al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità.

All'interno della fascia di rispetto appena definita non esistono recettori sensibili (strutture abitate da persone per un tempo superiore alle 4 ore) e che pertanto non sussistono pericoli per la salute umana.

5.3 Campi Elettrici e Magnetici dell'ampliamento della Stazione a 380 kV RTN

L'ampliamento della Stazione RTN a 380 kV sarà progettato e costruito 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).

Si rileva che nella Stazione Elettrica, che sarà normalmente esercita in teleconduzione, non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica, si possono estendere alla Stazione Elettrica di Cerignola i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni TERNA per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio.

La fig. 10 mostra la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/150 kV di TERNA all'interno della quale è stata effettuata una serie le misure di campo elettrico e magnetico al suolo.

La stessa fig. 10 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 fig. 10 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 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 fig. 11 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.

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.

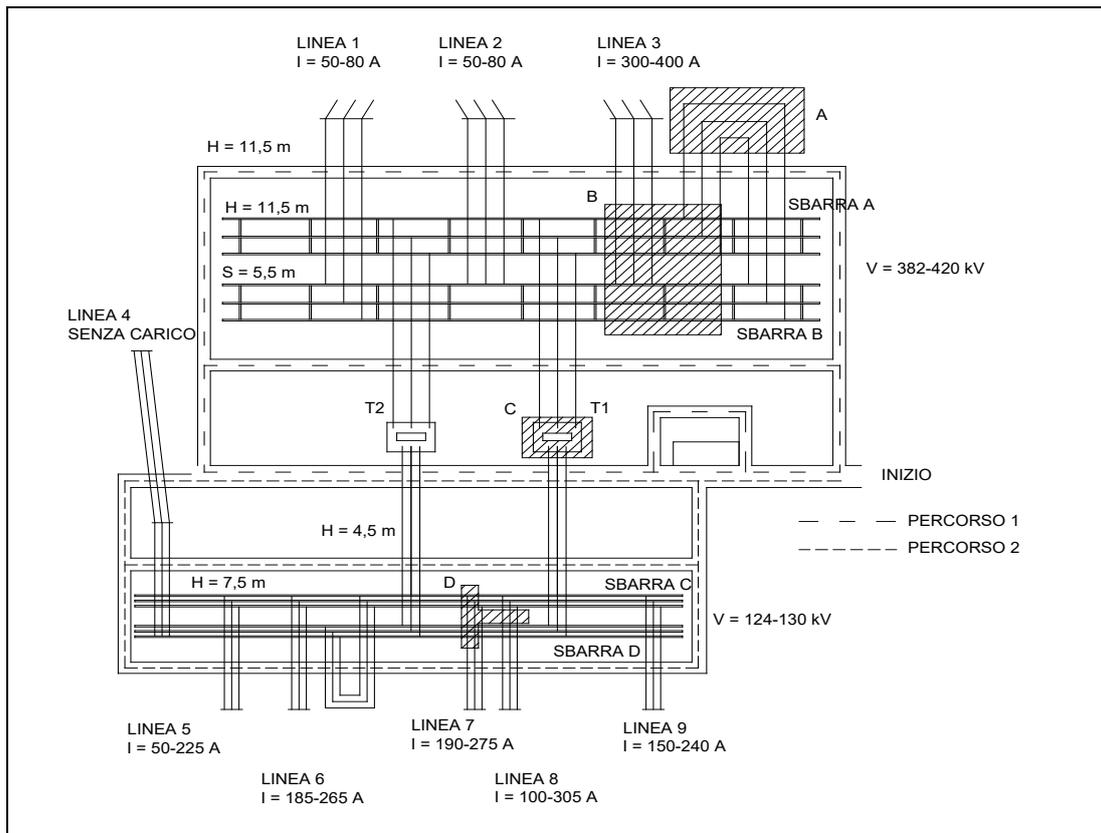


Figura 4 – Pianta di una tipica stazione 380/150 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante le fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico.

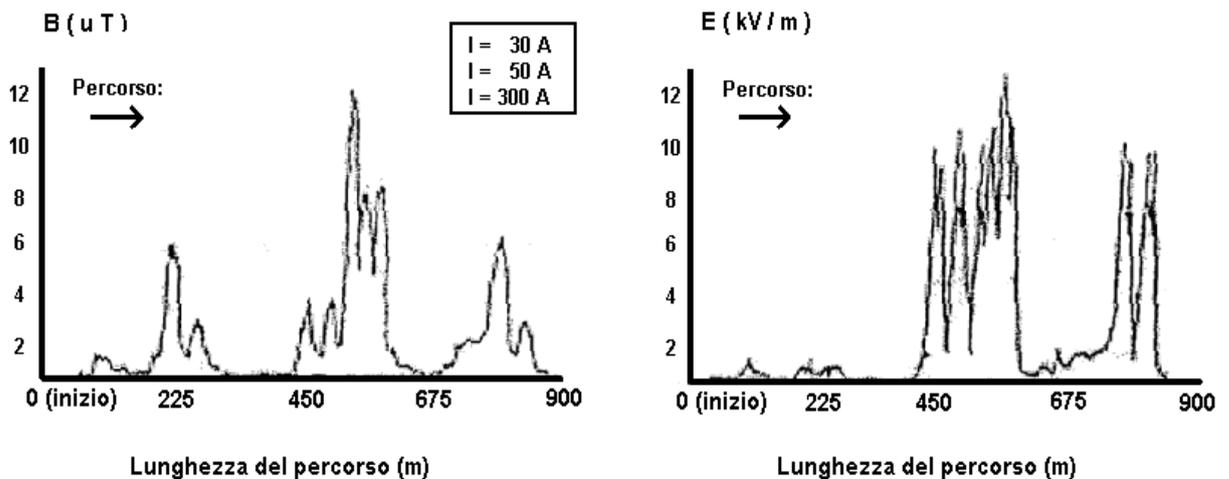


Figura 5 - Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata in fig. 10

Area	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

Tab. 1 - Risultati della misura del campo elettrico e dell'induzione magnetica nelle aree A, B, C, e D di fig. 10

Si può notare come il contributo di campo elettrico e magnetico dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), in corrispondenza delle vie perimetrali 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 viene verificata la compatibilità con la normativa vigente, come riportato nella documentazione progettuale dell'elettrodotto, alla quale si rimanda per approfondimenti.

In sintesi, i valori massimi dei 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.

5.4 Campi Elettrici e Magnetici della Sottostazione elettrica di utente

La sottostazione 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). Si prevede la realizzazione di una sezione a 380 kV in tecnologia GIS: in questo tipo di realizzazioni i conduttori di potenza sono concentrici ad un involucro metallico avente anche la funzione di schermo sia per il campo elettrico che per il campo magnetico. All'esterno dell'involucro, pertanto, risulta presente solo una piccola percentuale del campo magnetico dovuto alla corrente nel conduttore ed è praticamente non apprezzabile il campo elettrico. In sintesi, i campi elettrico e magnetico alla recinzione sono pertanto riconducibili ai valori generati dalle linee entranti, aeree ed in cavo, che sono contenuti nei valori prescritti dalla vigente normativa come si può evincere dalle rispettive trattazioni.



6 CONCLUSIONI

A seguito delle valutazioni preventive eseguite riportate nei paragrafi precedenti, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- lungo il tracciato del nuovo cavidotto AAT interrato in doppia terna in nessun caso gli immobili si trovano all'interno delle fasce di rispetto DPA calcolate (4 m).
- lungo il tracciato del nuovo cavidotto AAT interrato in singola terna in nessun caso gli immobili si trovano all'interno delle fasce di rispetto DPA calcolate (8,5 m).
- La sottostazione elettrica di utenza realizzata in GIS e la stazione elettrica RTN determinano campi elettrici e magnetici in prossimità delle recinzioni trascurabili

Alla luce di quanto esposto si ritiene che il progetto, sia per l'ubicazione territoriale, sia per le sue caratteristiche costruttive, rispetterà i limiti imposti dalla L. 36/2001 e del DPCM 8 luglio 2003 in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici garantendo la salvaguardia della salute umana.