



Regione  
Molise



Comune di  
Riccia



Comune di  
Cercemaggiore



Provincia di  
Campobasso

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA  
alla località Paolina del Comune di Riccia (aerogeneratori)  
e DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
nei Comuni di Riccia (CB) e Cercemaggiore (CB)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RIC\_CEM.01**

Relazione di verifica dell' esposizione  
ai campi elettromagnetici

**Proponente**



Rinnovabili Sud Due srl  
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

A4

Scala

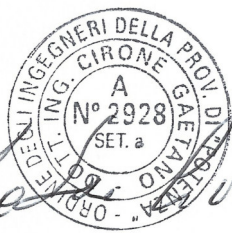
-

**Progettista**

Ing. Gaetano Cirone

Ing. Adele Oliveto

Geol. Emanuele Bonanno



Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	17/05/2022	Ing. A. Oliveto	Ing. G. Cirone	Ing. G. Cirone

## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. LO STUDIO DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO.....</b>	<b>2</b>
<b>4. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>2</b>
4.1. VALORI LIMITE ESPOSIZIONE UMANA.....	3
<b>5. GENERALITÀ SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>	<b>5</b>
5.1. CAMPO MAGNETICO.....	5
5.2. CAMPO ELETTRICO.....	8
<b>6. METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....</b>	<b>8</b>
<b>7. FONTI DI EMISSIONE ANALIZZATE.....</b>	<b>10</b>
<b>8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI.....</b>	<b>11</b>
8.1. CARATTERISTICHE.....	11
8.2. INDUZIONE MAGNETICA.....	13
<b>9. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT AEROGENERATORE .....</b>	<b>19</b>
9.1. CARATTERISTICHE.....	19
9.2. INDUZIONE MAGNETICA.....	20
<b>10. CABINA DI TRASFORMAZIONE ACCUMULO ELETTROCHIMICO.....</b>	<b>22</b>
10.1. CARATTERISTICHE.....	22
10.2. INDUZIONE MAGNETICA.....	22
<b>11. STAZIONE ELETTRICA DI SMISTAMENTO TERNA .....</b>	<b>24</b>
11.1. CARATTERISTICHE.....	24
11.2. VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO .....	24
<b>12. RACCORDI AEREI AT 150 KV.....</b>	<b>27</b>
12.1. VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	28
<b>13. RECETTORI.....</b>	<b>32</b>
<b>14. CONCLUSIONI.....</b>	<b>32</b>



## 1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato al calcolo preventivo delle emissioni elettromagnetiche non ionizzanti determinate dalle installazioni elettriche previste dal progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza di 36 MW con impianto di accumulo elettrochimico di 10 MW.

## 2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 6 aerogeneratori della potenza massima di circa 6,0 MW ciascuno ed avente generatore di tipo asincrono, della Vestas, con diametro del rotore pari a 150 m, altezza mozzo pari a 125 m, per un'altezza massima al tip (punta della pala) pari a 200 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione MT/BT;
- rete elettrica interrata a 36 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la stazione di smistamento Terna;
- Un impianto di accumulo elettrochimico della potenza di 10 MW e capacità 20 MWh;
- Una stazione elettrica 36/150kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP - Castelpagano";
- rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

## 3. LO STUDIO DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Le opere di progetto sono finalizzate a consentire la produzione di energia elettrica da sorgente fotovoltaica, nel rispetto delle condizioni per la sicurezza delle apparecchiature e delle persone. Lo studio di impatto elettromagnetico si rende necessario al fine di una valutazione del campo elettrico e magnetico nei riguardi della popolazione. In particolare verrà determinata "la fascia di rispetto" di cui al DM 29/05/2008. Al calcolo della fascia di rispetto segue la verifica dell'assenza di ricettori sensibili all'interno di tale fascia, se presenti.

## 4. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi per la stesura del presente documento sono i seguenti:

- D.M. del 29 maggio 2008;
- Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato A al DM 29.05.08;
- Norma CEI 106-11 (Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 luglio 2003 (art.6));



- D.P.C.M. del 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”;
- Legge n.36 del 22 febbraio 2001;
- Decreto Interministeriale del 21 marzo 1988 n.449;
- Norme CEI:
  - CEI 211-7 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”;
  - 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;
  - CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/bT”.

Per il calcolo dell’induzione magnetica e la determinazione delle fasce si terrà conto delle indicazioni tecniche previste nel decreto del 29 maggio 2008 e nelle Norme CEI 106-11 e CEI 106-12 nelle quali viene ripreso il modello di calcolo normalizzato della Norma CEI 211-4 e vengono proposte, in aggiunta, delle formule analitiche approssimate che permettono il calcolo immediato dell’induzione magnetica ad una data di stanza dal centro geometrico della linea elettrica.

#### 4.1. Valori Limite Esposizione Umana

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all’esercizio degli elettrodotti, in particolare:

- nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di  $100 \mu T$  per l’induzione magnetica e  $5 kV/m$  per il campo elettrico, intesi come valori efficaci (art.3 comma 1);
- 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, si assume per l’induzione magnetica il valore di attenzione di  $10 \mu T$ , da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio (art.3 comma 2);
- 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 dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva



minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$  per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio (Art.4 comma 1);

- Lo stesso DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ( $B=3\mu T$ ) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di rispetto lo spazio circostante l'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;
- Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a  $5kV/m$ ) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica;

Alla luce delle soprarichiamate disposizioni, nei paragrafi successivi sarà condotta la verifica ed il calcolo delle fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di  $3 \mu T$ .

Frequenza 50 Hz	Intensità di Campo	
	Elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B ( $\mu T$ )
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

Tabella 1 – Valori limite di esposizione di cui all'art. 3 del D.P.C.M. 8 luglio 2003

Con il Decreto del 29 maggio 2008 (G.U. n. 153 del 2 Luglio 2008 e Supplemento Ordinario n. 160 alla G.U. 5 Luglio n. 156) "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica", si stabilivano le metodologie di misura dell'induzione magnetica secondo la norma CEI 211-6 del 2001-01 e s.m.i., in particolare prevedendo che "Nel caso di campo magnetico uniforme nello spazio, tipicamente quello generato da linee elettriche aeree, per una accurata caratterizzazione possono essere sufficienti rilievi ad un'altezza compresa tra 100 e 150cm dal piano di calpestio; nel caso di campo fortemente non omogeneo,



*tipicamente quello generato dalle cabine elettriche, dovrà essere eseguita una serie di rilievi anche a quote differenti”.*

In particolare, per quanto riguarda il calcolo dell'induzione magnetica e la determinazione delle fasce di rispetto si è tenuto conto delle indicazioni tecniche previste nel decreto del 29 maggio 2008 e nelle Norme CEI 106-11 e CEI 106-12, nelle quali viene ripreso il modello di calcolo normalizzato della Norma CEI 211-4 e vengono proposte, in aggiunta, delle formule analitiche approssimate che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data di stanza dal centro geometrico della linea elettrica.

## 5. GENERALITÀ SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ogni apparecchiatura che produce o che viene attraversata da una corrente elettrica (dinamo, cavi elettrici, elettrodomestici, etc.) è caratterizzata da un *campo elettromagnetico*.

Il campo elettromagnetico presente in un dato punto dello spazio è definito da due vettori:

- il campo elettrico
- l'induzione magnetica.

Il campo elettrico, misurato in  $V/m$ , dipende dall'intensità e dal voltaggio della corrente, mentre *l'induzione magnetica*, che si misura in  $\mu T$ , dipende dalla permeabilità magnetica del mezzo.

Il rapporto tra l'induzione magnetica e la permeabilità del mezzo individua il *campo magnetico*.

### 5.1. Campo Magnetico

I campi elettromagnetici sono un insieme di grandezze fisiche misurabili, introdotte per caratterizzare un insieme di fenomeni osservabili indotti senza contatto diretto tra sorgente ed oggetto del fenomeno, vale a dire fenomeni in cui è presente un'azione a distanza attraverso lo spazio. Esso è composto in generale da tre campi vettoriali:

- il campo elettrico,
- il campo magnetico,
- la “sorgente”.

Questi vettori che caratterizzano il campo elettromagnetico hanno ciascuno un valore definito in ciascun punto del tempo e dello spazio.

I vettori utilizzati per modellare le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici sono quindi:

- **E** = campo elettrico
- **B** = campo di induzione magnetica



- $D$  = spostamento elettrico o induzione dielettrica
- $H$  = campo magnetico.

L'esposizione umana ai campi elettromagnetici è una problematica relativamente recente che assume notevole interesse con l'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. In realtà anche in assenza di tali sistemi siamo costantemente immersi nei campi elettromagnetici per tutti quei fenomeni naturali riconducibili alla natura elettromagnetica, primo su tutti l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.

Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, non in termini del vettore campo magnetico, ma in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione tra ambiente e i mezzi materiali in cui il campo si propaga. Dal punto di vista macroscopico ogni fenomeno elettromagnetico è descritto dall'insieme di equazioni note come *equazioni di Maxwell*.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo i "*campi elettromagnetici quasi statici*" ed i "*campi elettromagnetici a radio frequenza*".

Nel caso dei *campi elettromagnetici quasi statici*, si ragiona separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e si impongono separatamente i limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica. Il modello quasi statico è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia della rete che è pari a 50 Hz.

In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50 Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente con il modello per campi quasi statici.

Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo 30-300 Hz.





DENOMINAZIONE	SIGLA	FREQUENZA	LUNGHEZZA D'ONDA	
FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE	ELF	0 - 3kHz	> 100Km	
FREQUENZE BASSISSIME	VLF	3 - 30kHz	100 - 10Km	
RADIOFREQUENZE	FREQUENZE BASSE (ONDE LUNGHE)	LF	30 - 300kHz	10 - 1km
	MEDIE FREQUENZE (ONDE MEDIE)	MF	300kHz - 3MHz	1km - 100m
	ALTE FREQUENZE	HF	3 - 30MHz	100 - 10m
	FREQUENZE ALTISSIME (ONDE METRICHE)	VHF	30 - 300MHz	10 - 1m
MICROONDE	ONDE DECIMETRICHE	UHF	300MHz - 3GHz	1m - 10cm
	ONDE CENTIMETRICHE	SHF	3 - 30GHz	10 - 1cm
	ONDE MILLIMETRICHE	EHF	30 - 300GHz	1cm - 1mm
INFRAROSSO	IR	0,3 - 385THz	1000 - 0,78mm	
LUCE VISIBILE		385 - 750THz	780 - 400nm	
ULTRAVIOLETTO	UV	750 - 3000THz	400 - 100nm	
RADIAZIONI IONIZZANTI	X	> 3000THz	< 100nm	

Tabella 2 - Spettro elettromagnetico

Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- **Distanza dalle sorgenti (conduttori);**
- **Intensità delle sorgenti (correnti di linea);**
- **Disposizione e distanza tra sorgenti (distanza mutua tra i conduttori di fase);**
- **Presenza di sorgenti compensatrici;**
- **Suddivisione delle sorgenti (terne multiple).**

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza tra le fasi, sull'installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

I valori di campo magnetico risultano notevolmente abbattuti mediante **interramento** degli elettrodotti. Questi saranno posti a circa 1,20 m di profondità e generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei (circa il doppio), però l'intensità del campo magnetico si riduce molto più rapidamente con la distanza. Tra gli svantaggi sono da considerare i problemi di perdita dell'energia legati alla potenza reattiva vista anche la lunghezza del cavidotto MT di collegamento tra il parco fotovoltaico e la Sottostazione Utente.

Confrontando il campo magnetico generato da linee aeree con quello generato da cavi interrati, si rileva che per i cavi interrati l'intensità massima del campo magnetico è più elevata, ma presenta un'attenuazione più pronunciata.





## 5.2. Campo Elettrico

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua allontanandosi da un elettrodotto seguendo l'inverso della distanza dai conduttori.

I valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano; l'intensità del campo elettrico può considerarsi quindi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico e, in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

Per le linee elettriche aeree, l'intensità maggiore del campo elettrico si misura generalmente al centro della campata, ossia nel punto in cui i cavi si trovano alla minore distanza dal suolo. L'andamento e il valore massimo delle intensità dei campi dipendono anche dalla disposizione e dalle distanze tra i conduttori della linea.

Tutti i cavi interrati sono schermati nei riguardi del campo elettrico, che pertanto risulta pressoché nullo in ogni punto circostante all'impianto; pertanto, verranno effettuate specifiche valutazioni solo per i raccordi aerei in alta tensione.

## 6. METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Per il calcolo del campo di induzione magnetica si applica la *prima formula di Laplace*, riferita ad un circuito generico filiforme percorso da una corrente  $i$ :

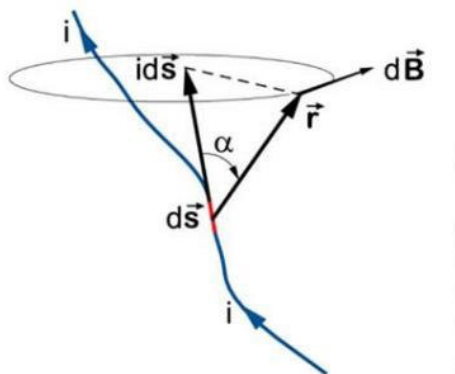


Figura 1 - Schema di campo magnetico

$$d\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} i \, d\mathbf{s} \times \mathbf{r} \quad (1)$$

Dove:

$i$  è il modulo della corrente che circola nel conduttore;



Rinnovabili Sud Due

Via della Chimica 103, Potenza (PZ)  
[rinnovabilisuddue@pec.it](mailto:rinnovabilisuddue@pec.it)  
 Tel: 0971 281981

$ds$  è il vettore infinitesimo tangente al conduttore;

$r$  è il vettore posizione del punto in cui si vuole determinare il campo.

Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, valido anche per i fenomeni magnetici, si ottiene il valore del vettore  $B$  integrando lungo l'intero circuito percorso dalla corrente  $i$  :

$$B(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} i \oint ds \times \mathbf{r} \quad (2)$$

Nel caso particolare di filo rettilineo indefinito, percorso da una corrente stazionaria  $i$ , vale la *Legge di Biot e Savart*, che è un caso particolare della (1), sebbene dal punto di vista storico sia stato ricavato sperimentalmente prima della formulazione di Laplace:

$$B(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} \mathbf{s} \times \mathbf{r} \quad (3)$$

La necessità della valutazione della *DPA (Distanza di Prima Approssimazione)*, secondo quanto richiesto dal decreto 29/05/2008, in cui è stata approvata la metodologia di calcolo per la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica generata da elettrodotti nel rispetto dei principi della Legge Quadro 36/01 e del D.P.C.M. 8 Luglio 2003, richiede spesso di tener conto della complessità delle sorgenti di campo magnetico in esame, della loro tridimensionalità e dell'effetto prodotto dalla combinazione delle stesse. Per la valutazione del campo magnetico indotto dai cavidotti MT e dai raccordi aerei AT verrà utilizzato il sw BE CALC (il sw utilizza un metodo semplificato per la valutazione dei cavi avvolti ad elica); Per quanto riguarda la stazione di smistamento Terna si fa riferimento alle DPA riportate nelle Tabelle del documento Enel; mentre per quanto riguarda i trasformatori nell'impianto di accumulo elettrochimico si fa riferimento alla formulazione riportata nel relativo paragrafo.



## 7. FONTI DI EMISSIONE ANALIZZATE

Facendo riferimento a quanto descritto nei paragrafi precedenti, si è proceduto ad individuare le sezioni maggiormente critiche, ovvero quelle in cui le correnti complessive di esercizio possono ritenersi massime, per condurvi un'analisi previsionale del campo magnetico indotto.

Le apparecchiature elettriche previste nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco fotovoltaico:

- **cavidotti media tensione (MT) interni e di collegamento alla SE di smistamento Terna;**
- **cabine di trasformazione MT presenti nell'area dell'impianto di accumulo elettrochimico;**
- **Trasformatore BT/MT presente negli aerogeneratori;**

Per quanto riguarda l'impianto di rete per la connessione:

- **La stazione di smistamento Terna:**
  - Trasformatore di tensione (36/150 kV)
  - Stazione con Sbarre AT 150 kV;
- **Elettrodotto AT 150 kv”:** raccordi aerei 150 kV per il collegamento sulla esistente linea 150 kV “ Campobasso CP – Castelpagano;



## 8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI

### 8.1. Caratteristiche

Il tracciato dell'elettrodotto in oggetto è stato studiato secondo quanto previsto dalle normative vigenti e comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

In generale, esso segue l'andamento della nuova viabilità di cantiere, della viabilità esistente (strade vicinali e tratturi) e attraverserà solo in minima parte i terreni incolti.

Tale tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa 17720 m (dagli aerogeneratori alla stazione di consegna della RTN). Esso ricadrà nel comune di Riccia (CB) ed in minima parte nel comune di Cercemaggiore (CB). Si riporta di seguito nel dettaglio le caratteristiche dei tratti di cavidotto.

Cavidotto interno		B [m]	H [m]	L [m]	Scavo [m3]	Rinterro [m3]	Eccedenza [m3]
Linea 1-A	1 terna	0,6	1,3	925,5	721,89	721,89	0
Linea A-2	3 terne	0,7	1,3	469,3	427,063	427,063	0
Linea 2-B-C	1 terna	0,6	1,3	1905,5	1486,29	1486,29	0
Linea B-3	2 terne	0,6	1,3	233,4	182,052	182,052	0
Linea C-D	2 terne	0,6	1,3	503,8	392,964	392,964	0
Linea C-6	1 terna	0,6	1,3	1163,8	907,764	907,764	0
Linea D-4	3 terne	0,7	1,3	217,9	198,289	198,289	0
Linea D-5	1 terna	0,6	1,3	1328,2	1035,996	1035,996	0
totale cavidotto interno				6747,4			
Cavidotto esterno		B [m]	H [m]	L [m]	Scavo [m3]	Rinterro [m3]	Eccedenza [m3]
Linea A-Impianto di accumulo	2 terne	0,6	1,3	10720,8	8362,224	8362,224	0
Linea Impianto di accumulo- Stazione Terna	2 terne	0,6	1,3	252,1	196,638	196,638	0
totale cavidotto esterno				10972,9			

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio sia per non superare dei predefiniti limiti di convenienza tecnico-economica;
- evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico.

È possibile distinguere tre differenti tipologie di posa nelle immagini seguenti (posa su strada con misto, posa su terreno, posa su strada asfaltata). Il dettaglio di quanto descritto è riportato nelle tavole allegate al progetto.



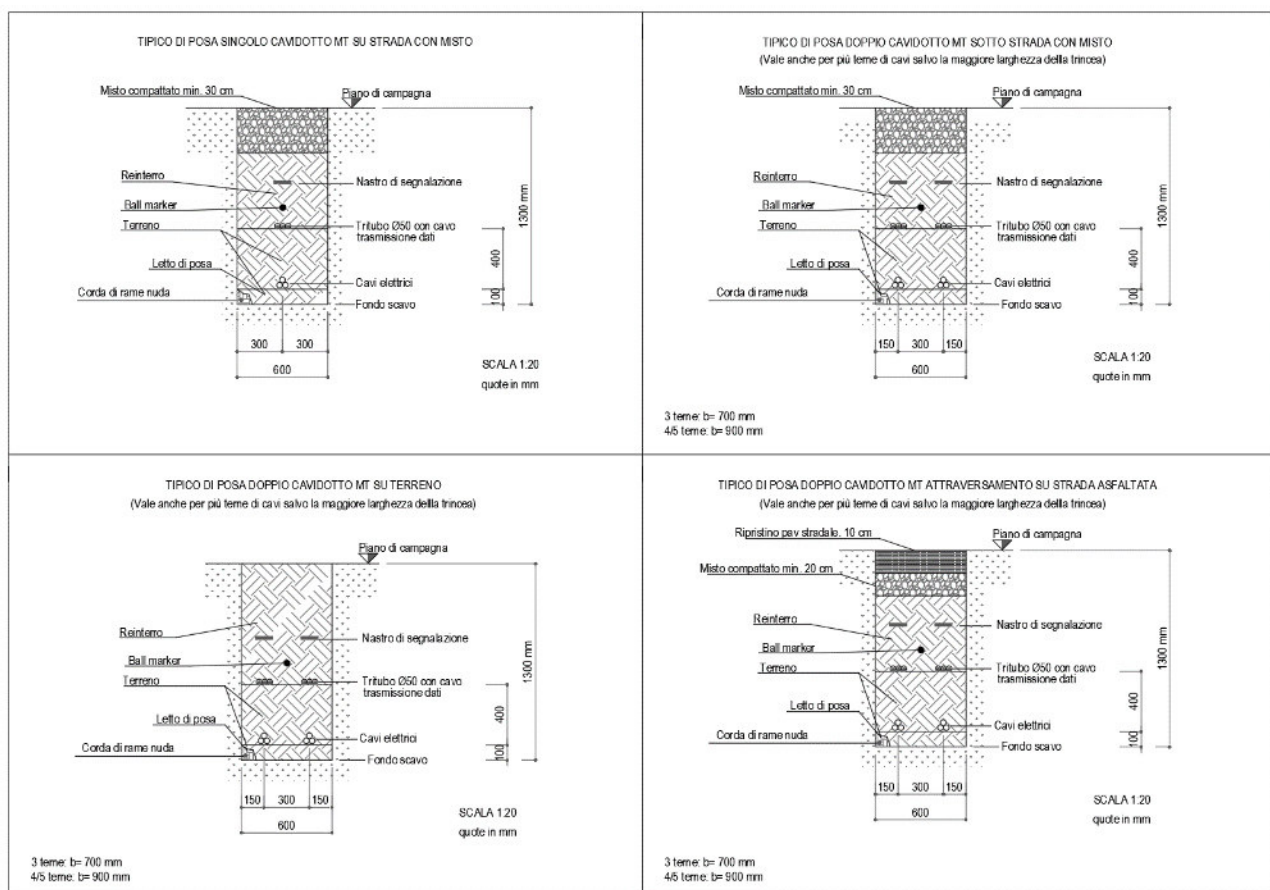


Figura 2 – Tipici cavi MT interrati

L'interconnessione tra le torri eoliche e tra queste e la stazione di impianto sarà effettuata mediante cavidotti in media tensione a 36 kV. Si considera un cavo con un conduttore per fase, in maniera tale da realizzare una terna trifase di conduttori, posati in piano all'interno di tubi protettivi e totalmente interrati.

Nello specifico, per l'interconnessione tra gli aerogeneratori saranno impiegati cavi tripolari con armatura in acciaio, mentre per il tratto di connessione finale alla cabina saranno impiegati cavi unipolari non armati.

I cavidotti saranno interrati lungo tutto il tracciato di connessione; alcuni tratti del cavidotto esterno potranno essere eseguiti con tecnologia TOC (si veda tavola interferenze).

È possibile individuare i seguenti rami di connessione:

Ramo 1: WTG05 – WTG04;

Ramo 2: WTG06 – WTG04;

Ramo 3: WTG04 – WTG03;

Ramo 4: WTG03 – WTG02;

Ramo 5: WTG01 – WTG02

Ramo 6: WTG02 – Impianto di accumulo elettrochimico (IAEC)

Ramo 7: Impianto di accumulo elettrochimico (IAEC) – SE smistamento Terna;

I cavi unipolari impiegati saranno di tipo RG7H1R – Umax 36 kV;



Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche dei singoli conduttori:

ID	Potenza [kW]	Tensione [kV]	cos fi (Fattore di potenza)	sen fi	Corrente - Ib [A]	Lunghezza linea [m]	Sezione cavo [mmq]
WTG5 - WTG4	6.000	36	1	0	96,23	2477,50	3x1x70
WTG6 - WTG4	6.000	36	1	0	96,23	2786,00	3x1x70
WTG4 - WTG3	18.000	36	1	0	288,68	2602,00	3x1x120
WTG3 - WTG2	24.000	36	1	0	384,90	1389,80	3x1x240
WTG1 - WTG2	6.000	36	1	0	96,23	1394,28	3x1x70
WTG02 - IAEC	36.000	36	1	0	577,35	11198,60	2x(3x1x300)
IAEC - CONSEGNA	46.000	36	1	0	737,73	251,90	2x(3x1x300)

Tabella 8-1 Dimensionamento linee Media tensione

La portata indicata in tabella per il singolo cavo è relativa alle condizioni di posa adottate, di seguito riportate:

- temperatura del terreno stimata: 25°C;
- distanza tra i circuiti (innumero pari a 3): 0,25 m;
- profondità di posa: 1,1 m;
- condizioni di posa: terreno asciutto;
- resistività del terreno ipotizzata: 2 km/W;
- posa in tubi protettivi.

## 8.2. Induzione magnetica

In considerazione del tipo di struttura (cavidotto interrato) non c'è generazione di campo elettrico al di sopra del terreno. Conseguentemente, l'analisi di impatto elettromagnetico del cavidotto sarà dedicata alla sola analisi di impatto magnetico, ossia al calcolo dell'induzione magnetica generata dalla singola terna trifase, o dall'insieme di terne trifasi, presenti nel cavidotto.

In quest'opera sono presenti, come detto, cavi in configurazione elicordata. L'induzione magnetica generata da conduttori elicordati è minore di quella generata da conduttori, della stessa sezione, posti in diretto contatto in configurazione tripolare, ma senza elicordatura.

L'elicordatura introduce infatti una quantità definita "fattore di elicordatura", la quale è una quantità minore di 1, per la quale moltiplicare l'induzione magnetica generata da conduttori non elicordati al fine di ottenere l'induzione magnetica generata da conduttori elicordati.



Il fattore di elicordatura dipende da vari parametri del cavo elicordato, come dalla distanza, dall'asse della terna elicordata, del punto nel quale si effettua la valutazione dell'induzione magnetica generata.

Il fattore di elicordatura dipende anche dal passo di elicordatura, ossia dalla distanza tra due sezioni consecutive, lungo il cavo elicordato, nelle quali la disposizione spaziale dei conduttori si ripete. Il passo di elicordatura è un parametro che non viene generalmente fornito dal costruttore.

Inoltre, è da tener conto che, durante la posa, ci possono comunque essere delle piccole variazioni del passo di elicordatura. In base a quanto appena detto, in questo lavoro si faranno ipotesi cautelative per il passo di elicordatura. Esso verrà posto uguale a 2 metri, un valore maggiore di quello che generalmente si incontra in pratica, e quindi cautelativo (ricordiamo che maggiore è il passo di elicordatura, meno il cavo è "attorcigliato", minore è l'effetto di riduzione del campo magnetico causato dalla presenza dell'elicordatura stessa). Le valutazioni sono condotte con l'utilizzo del software BE CALC dell'ing. R. Sapone.

Nel seguito si fa riferimento alla configurazione più gravosa.

### **Sezione IAEC- SE CONSEGNA** (2 terne di cavi 3X1X300 mm<sup>2</sup>; I = 737,73 A)

- diametro esterno massimo conduttore: 41 mm
- Ampiezza corrente per ogni terna: 368.86 A

Come visibile dalle figure seguenti l'effetto si esaurisce all'interno dello scavo; in altri termini il valore di induzione in superficie risulta inferiore a 3  $\mu T$ . In particolare la singola terna genera al suolo (punto 0,0) un valore di induzione pari a 1,02  $\mu T$ , mentre l'effetto complessivo (due terne) è pari a 2,05  $\mu T$ .





Studio Ing. Sapone **BE CALC** Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico

**Calcolo approssimato Induzione Magnetica Cavi Elicordati (con  $R \ll P < D$ )**

Twist Factor  
**0,2049**

centro elica

Rc

Passo dell'elica P (m)

Raggio Rc (mm) del conduttore

Ascissa X(m) ed Altezza Y(m) centro elica  
X=  Y=

Corrente (A)

Punto di Calcolo  
Ascissa (m)  Ordinata (m)

micro Tesla     nano Tesla    **Calcola Induzione Magnetica**    **1,025971**  
micro Tesla

Gruppo di Eliche

   T1 = [X: -0,2] - [Y: -1,2] - [I: 368,86] - [Rc: 41] - [Passo: 2]  
T2 = [X: -0,2] - [Y: -1,2] - [I: 368,86] - [Rc: 41] - [Passo: 2]

Nome

micro     nano    **Calcola Induzione Magnetica**  
 SIM    **2,051941**  
micro Tesla

Figura 3 – Valori di induzione magnetica a suolo



Rinnovabili Sud Due

Via della Chimica 103, Potenza (PZ)  
[rinnovabilisuddue@pec.it](mailto:rinnovabilisuddue@pec.it)  
 Tel: 0971 281981

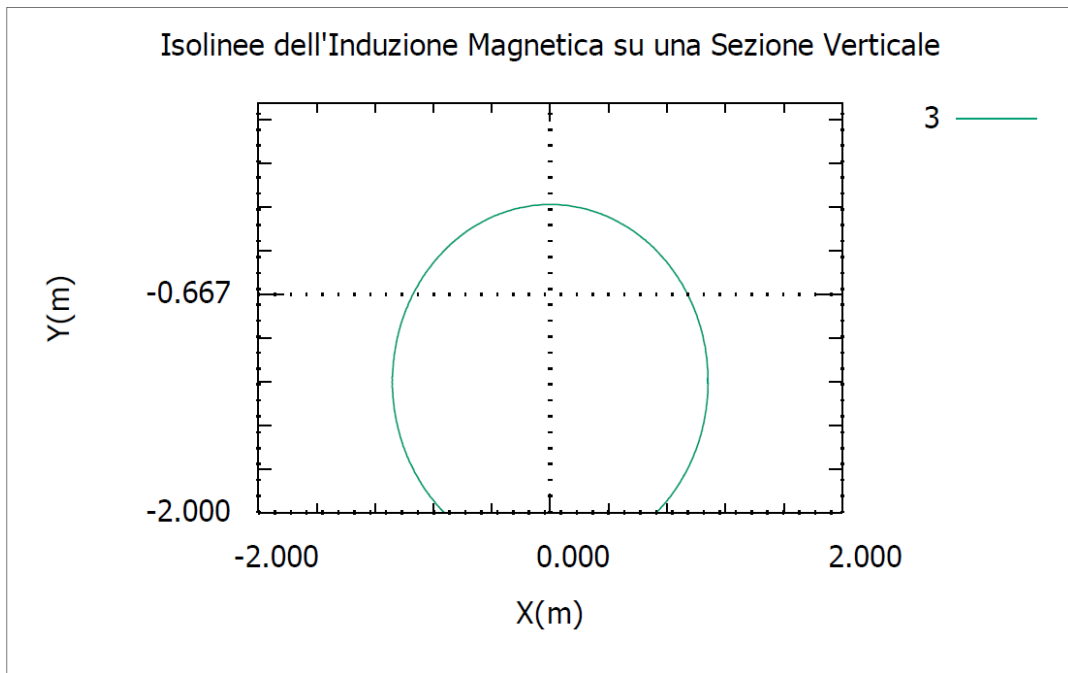


Figura 4 – Isolinea induzione magnetica

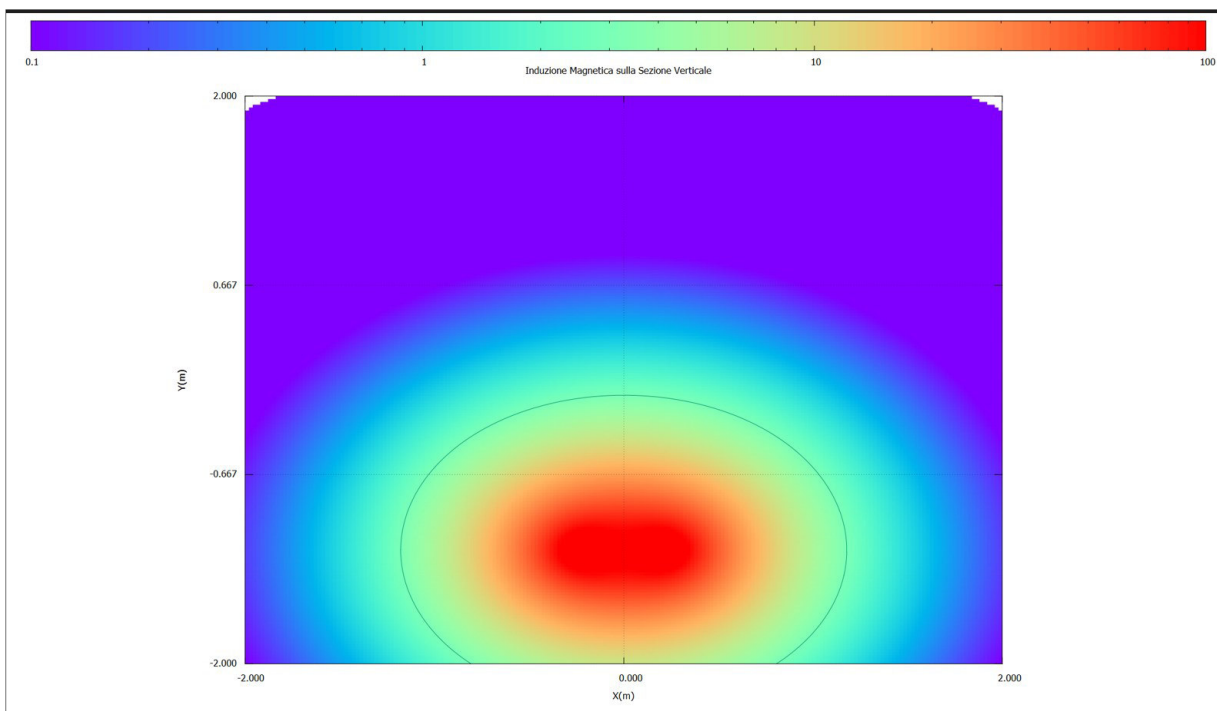


Figura 5 – Mappa a colori induzione magnetica con isolina 3µT



**Sezione A-2** (2 terne di cavi 3X1X300 mm<sup>2</sup> I = 737,73 A + 1 terna 3x1x70 mm<sup>2</sup> I = 96,23 A)

- diametro esterno massimo conduttore: 41 mm per il cavo da 300 70 mm<sup>2</sup> e 29 mm per il cavo da 70 mm<sup>2</sup>;

- Ampiezza corrente per ogni terna: 368.86 A;

Come visibile dalle figure seguenti l'effetto si esaurisce all'interno dello scavo; in altri termini il valore di induzione in superficie risulta inferiore a 3 μT. In particolare la singola terna (3x1x300) genera al suolo (punto 0,0) un valore di induzione pari a 1,02 μT, mentre l'effetto complessivo (tre terne) è pari a 2,26 μT.

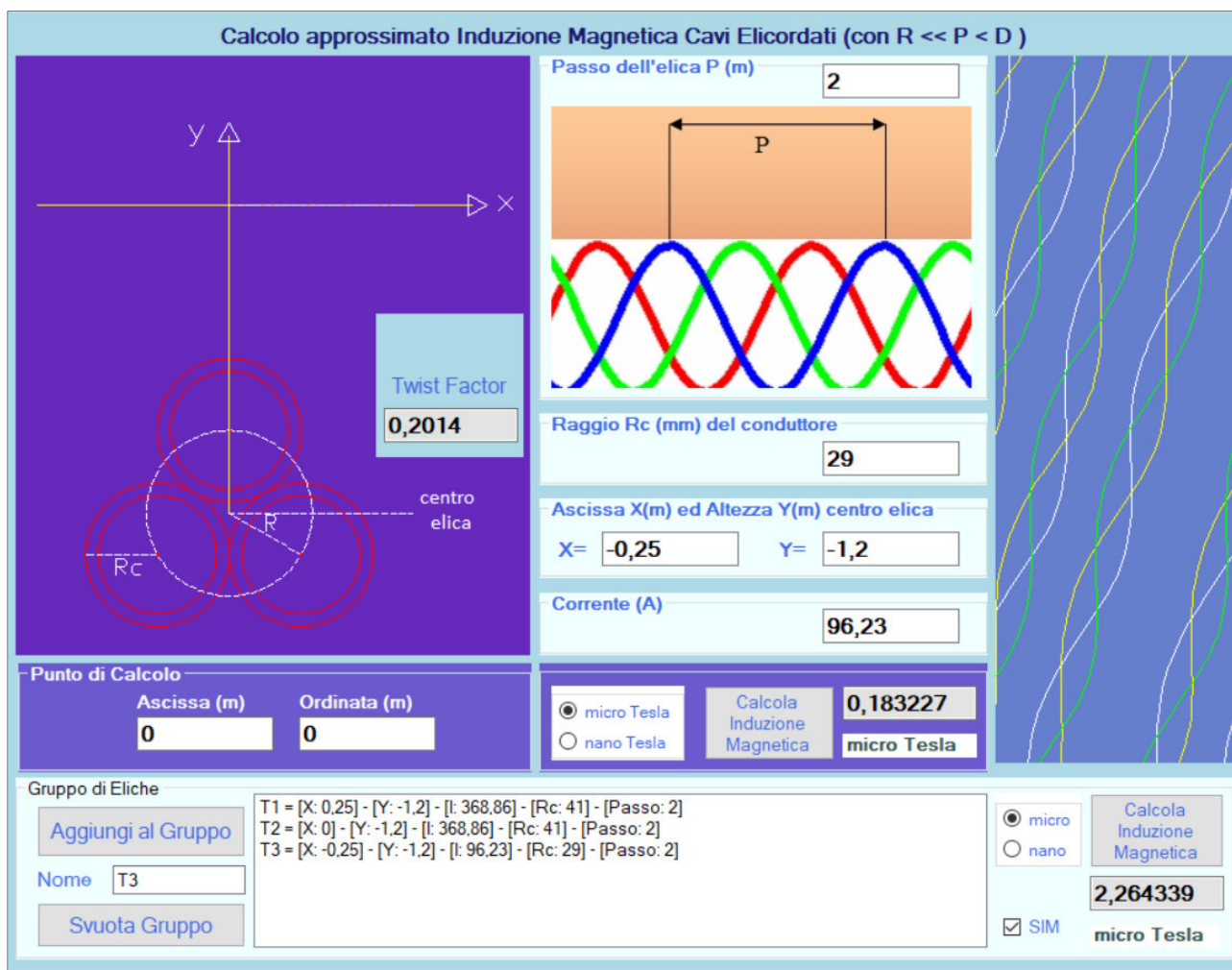
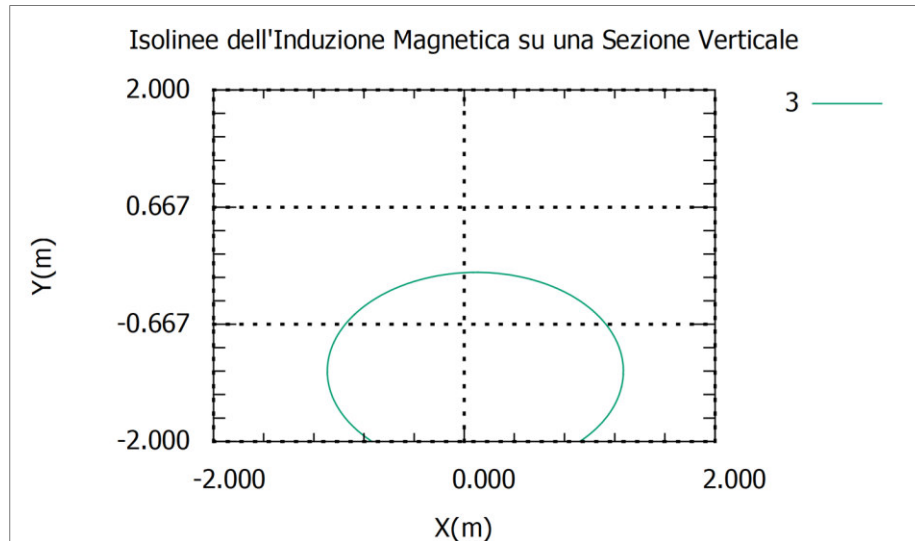
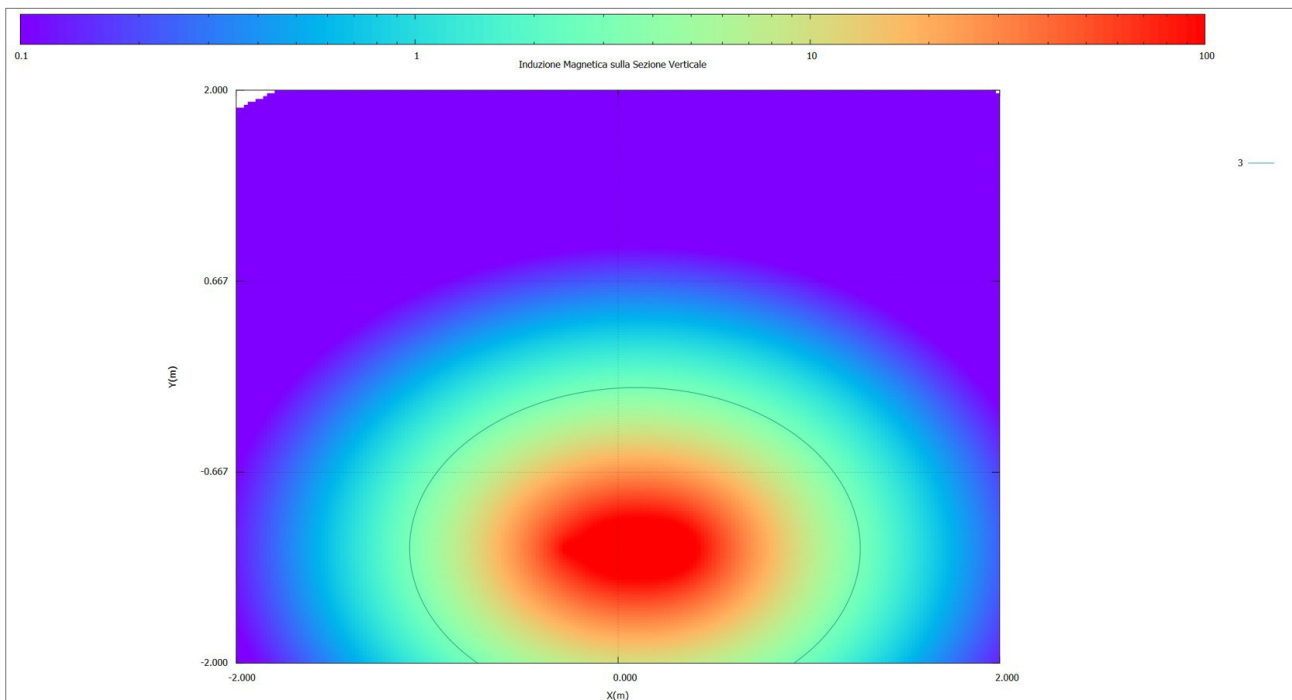


Figura 6 – Valori di induzione magnetica a suolo





**Figura 7 – Isolinea induzione magnetica**



**Figura 8 – Mappa a colori induzione magnetica con isolina 3μT**

I valori di induzione relativi ai cavidotti di media tensione sono dunque trascurabili e si esauriscono entro lo scavo; al livello del suolo risulta nei casi più gravosi un valore di induzione magnetica inferiore a  $3 \mu T$ .



## 9. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT AEROGENERATORE

### 9.1. Caratteristiche

L'aerogeneratore è costituito da un supporto metallico continuo (torre tubolare), a seconda dei casi appoggiata su una base tubolare realizzata in cemento armato precompresso prefabbricato o in metallo, alla cui estremità superiore è installata la "navicella", ossia il sistema di conversione dell'energia eolica in energia elettrica, costituito da:

- pale in materiale non metallico;
- albero di trasmissione;
- moltiplicatore di giri;
- generatore elettrico.

Il generatore elettrico è il più significativo componente che può indurre campi elettromagnetici. Dato il basso valore della tensione in uscita dal generatore (0.69 kV) l'entità del campo elettrico è trascurabile mentre il campo magnetico può assumere valori di interesse esclusivamente nelle immediate vicinanze del generatore all'interno della navicella che è situata a circa 105 metri di altezza dal suolo.

Attorno alla navicella non sono presenti significativi campi elettromagnetici poiché nei moderni aerogeneratori i componenti meccanici e l'involucro esterno della navicella non sono più realizzati con materiali metallici, come accadeva nei primi aerogeneratori.

Anche gli aerogeneratori – alla pari di qualsiasi altro ostacolo (naturale o antropico) - possono influenzare la propagazione di un campo elettromagnetico, quale quello delle onde radiotelevisive e delle telecomunicazioni. Gli effetti sono quelli di un'alterazione della qualità del collegamento, in termini di segnale-disturbo, e della forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Per quanto riguarda invece i collegamenti radio-televisivi, è necessario che gli aerogeneratori siano collocati fuori dal cono di trasmissione, soprattutto per comunicazioni con forte direzionalità; in particolare le interferenze degli aerogeneratori possono essere imputabili alla generazione di un locale campo magnetico dovuto al moto delle pale metalliche che interagisce con il campo magnetico delle onde radio-televisive. Tali interferenze sono state minimizzate con l'utilizzo di pale in materiale non metallico (p.e. vetroresina).

Comunque sia, il presente progetto sarà inoltrato all'Ispettorato Territoriale del Ministero delle Comunicazioni ed agli uffici militari competenti in materia di disturbo alle comunicazioni militari per una valutazione delle possibili interferenze elettriche.



## 9.2. Induzione magnetica

Ogni aerogeneratore è dotato di una cabina elettrica (cabina di macchina) interna. Nei moderni aerogeneratori multimegawatt si possono riscontrare due diverse dislocazioni degli apparati elettrici di media tensione:

- il trasformatore MT/BT è ubicato nella navicella mentre i quadri a MT di protezione e sezionamento alla base della torre tubolare, come nel caso specifico;
- il trasformatore MT/BT, il quadro generale di bassa tensione e i quadri a MT di protezione e sezionamento ubicati insieme alla base della torre tubolare.

In entrambi i casi, è ormai certo sia in letteratura che nelle prove sperimentali condotte da diverse ARPA in Italia, che nelle cabine di trasformazione MT/BT l'emissione di campi elettrici e soprattutto magnetici è da attribuire al trasformatore e alle sbarre del quadro di bassa tensione. La valutazione dei campi generati dal trasformatore parte da dati sperimentali su una taglia e tipo standard di trasformatore MT/BT per poi essere estesa con le dovute approssimazioni alla varia gamma di tipologie e potenze. Si riporta in tabella l'induzione magnetica prodotta da un trasformatore MT/BT in olio della potenza di 6000 kVA e tensione di corto circuito 6%.

Potenza trasformatore in olio	Distanza dal trasformatore				
	1 m	2 m	3 m	5 m	10 m
6000 kVA	200,662 [ $\mu$ T]	28,813 [ $\mu$ T]	9,258 [ $\mu$ T]	2,215 [ $\mu$ T]	0,863 [ $\mu$ T]

Per un analogo trasformatore in resina valgono considerazioni simili.

Potenza trasformatore in resina	Distanza dal trasformatore				
	1 m	2 m	3 m	5 m	10 m
6000 kVA	334,4 [ $\mu$ T]	48,0 [ $\mu$ T]	15,4 [ $\mu$ T]	3,7 [ $\mu$ T]	1,44 [ $\mu$ T]

Per quanto riguarda i campi elettrici questi sono nulli all'esterno considerando l'effetto schermante della carcassa dei trasformatori (trasformatori in olio), la schermatura del sistema LPS dell'aerogeneratore e della torre tubolare in acciaio.

A titolo di esempio uno studio di modellistica revisionale e di misure sul campo condotto dall'ARPA Emilia Romagna ha verificato che già a 50 cm dalle pareti di una cabina MT/BT tipica della Distribuzione i campi magnetici sono inferiori ai 3  $\mu$ T per scendere al di sotto di 0,2  $\mu$ T a meno di 5 m dalle pareti. Risultati analogamente nei limiti di legge sono stati attenuati dalla Sezione ARPA



di Ravenna con valori di campo magnetico subito all'esterno delle cabine che in media si attestano a  $0,8 \mu\text{T}$  con picchi di  $3,7 \mu\text{T}$ .

Ne consegue che nel caso a) la verifica dei limiti di legge è automaticamente verificata considerando che le sorgenti di emissione sono situate a oltre 100 metri di altezza.

Nel caso b) la situazione è molto simile a quella delle normali cabine di trasformazione MT/BT per le quali la letteratura, i calcoli effettuati e le prove sperimentali su citate, riportano il largo rispetto dei limiti di legge.





## 10. CABINA DI TRASFORMAZIONE ACCUMULO ELETTROCHIMICO

### 10.1. Caratteristiche

L'energia prodotta da sistemi di conversione CC/CA (inverter centralizzati), sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 0,65/36 kV di potenza 2500 kW. Tutti i trasformatori saranno del tipo in olio, idonei per l'installazione all'esterno, opportunamente protetti per impedire l'accesso alle parti in tensione.

### 10.2. Induzione magnetica

Riguardo i trasformatori MT/BT il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore. Per distanze comprese tra 1 m e 20 m da un trasformatore in resina si può calcolare il valore del campo magnetico con la seguente formula:

$$B = 5 \frac{u_{cc}}{6} \sqrt{\frac{S_r}{630}} \left(\frac{3}{a}\right)^{2,8}$$

Dove

- **U<sub>cc</sub>** è la tensione percentuale di cortocircuito;
- **S<sub>r</sub>** è la potenza nominale del trasformatore (kVA);
- **a** è la distanza dal trasformatore.

La figura seguente mostra i valori dell'induzione magnetica della distanza dal trasformatore di potenza 2500 kVA. Pertanto, un valore di DPA pari a 7 m attorno al trasformatore garantisce valori di campo magnetico inferiori al limite consentito dalla legge.



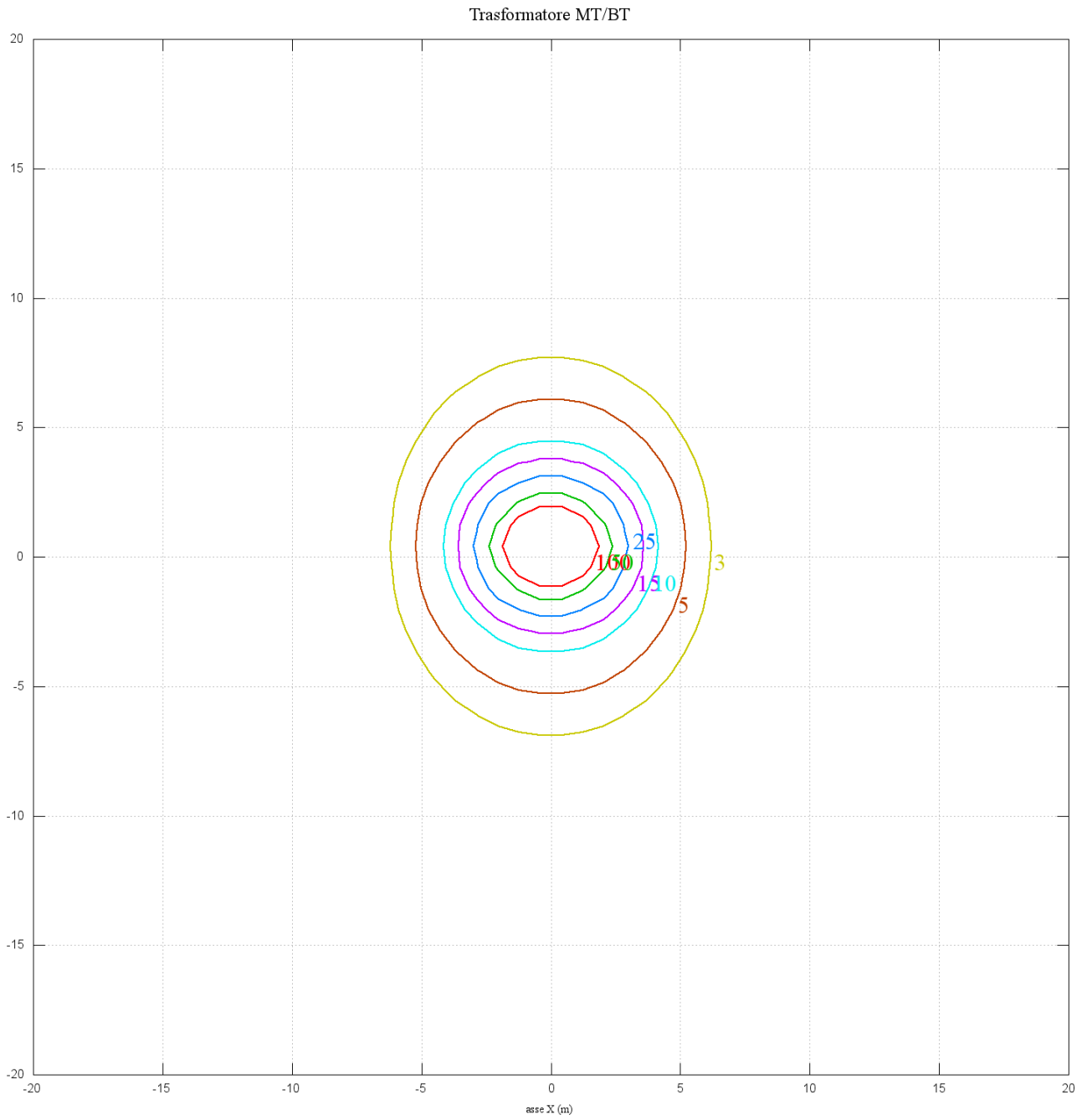


Figura 9 - valori dell'induzione magnetica



## 11. STAZIONE ELETTRICA DI SMISTAMENTO TERNA

### 11.1. Caratteristiche

L'impianto eolico di progetto sarà connesso alla RTN per il tramite la stazione di smistamento Terna all'interno della quale sono ubicati i trasformatori 36/150 kV.

Al suo interno sarà presente un edificio adibito a locali tecnici, in cui saranno allocati gli scomparti MT, i quadri BT, il locale comando controllo. Il gruppo elettrogeno, invece, sarà installato in apposito alloggio esterno, con copertura in lamiera. È inoltre prevista un'area sbarre AT a 150 kV completa di apparecchiature AT per la connessione.

Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la SSE è del tutto assimilabile ad una Cabina Primaria, per la quale la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata). Ciò in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che *per questa tipologia di impianti, la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.*

L'impatto elettromagnetico nella SSE è essenzialmente prodotto:

- dall'utilizzo dei trasformatori MT/AT;
- dalla realizzazione delle linee/sbarre di connessione tra i trasformatori e le apparecchiature elettromeccaniche ed allo stallo di partenza per la connessione alla stazione di smistamento RTN Ramacca;

L'impatto generato dalle linee/sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e, pertanto, si propone il calcolo della fascia di rispetto dalle linee/sbarre AT.

### 11.2. Valutazione delle Fasce di Rispetto

Per la valutazione delle DPA (*Distanza di Prima Approssimazione*), si è fatto riferimento alle "Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3. dell'Allegato al DM 29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", di cui si riporta di seguito lo stralcio per quanto di interesse che pongono la distanza di prima approssimazione dal centro delle sbarre AT pari a 14 m:




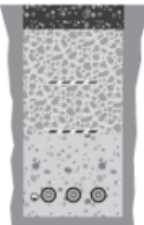
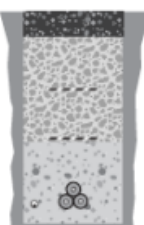
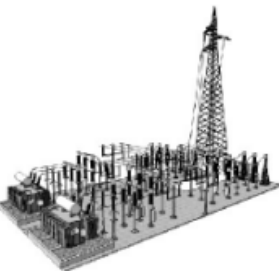
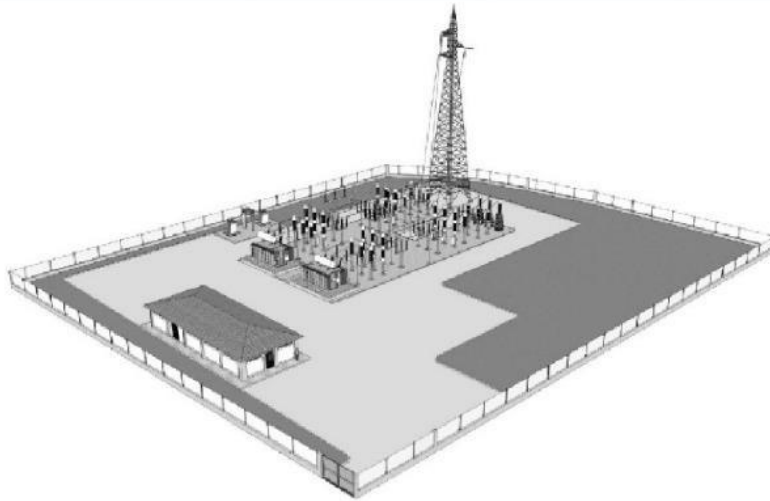
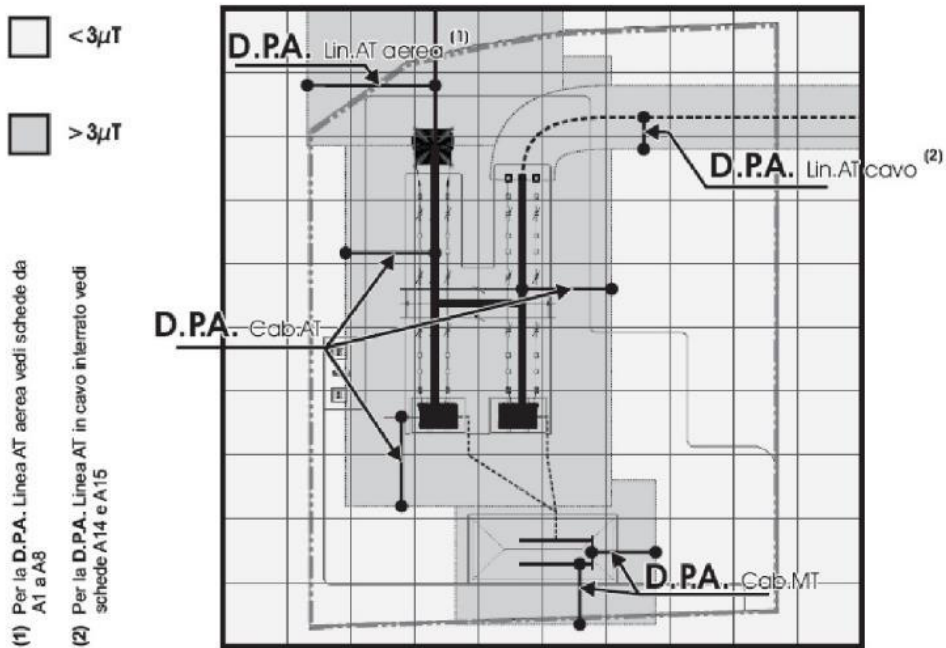
Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
<b>Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV)</b>  <b>Scheda A13</b>	<b>22.8 mm</b> <b>307.75 mm<sup>2</sup></b>		576	<b>22</b>	A13a
			444	<b>19</b>	A13b
	<b>31.5 mm</b> <b>585.35 mm<sup>2</sup></b>		870	<b>27</b>	A13c
			675	<b>23</b>	A13d
<b>CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV)</b>  <b>Scheda A14</b>	<b>108 mm</b> <b>1600 mm<sup>2</sup></b>		1110	<b>5.10</b>	A14
<b>CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV)</b>  <b>Scheda A15</b>	<b>108 mm</b> <b>1600 mm<sup>2</sup></b>		1110	<b>3.10</b>	A15
<b>CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA</b>  <b>Scheda A16</b>	Distanza tra le fasi <b>AT = 2.20 m</b>		870	<b>14</b>	A16
	Distanza tra le fasi <b>MT = 0.37 m</b>		2332	<b>7</b>	

Figura 10 – Stralcio “Linee Guida per l’applicazione del § 5.1.3. dell’Allegato al DM 29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”,

A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						Riferimento
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT m	Distanza tra le fasi AT m	Corrente A	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT m	Distanza tra le fasi MT m	Corrente A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16



Figura 11 – Stralcio linee guida di Enel sul calcolo della DPA: sottostazioni di trasformazione in alta tensione  
Dagli stralci sopra riportati si evince che la distanza di prima approssimazione per sbarre AT a 150 kV (dal centro sbarre) e trasformatori, nel caso di trasformatori da 63 MVA e corrente massima di 870 A, è 14 m, mentre la distanza di prima approssimazione da sbarre MT (con corrente massima di 2.332 A) è di 7 m (dal centro sbarre).

Possiamo, quindi, considerare validi i risultati riportati per le Cabine Primarie, e quindi considerare una DPA di 14 m, da tutte le apparecchiature AT e dai trasformatori presenti nella SSE.

La *Distanza di Prima Approssimazione (DPA)* e, quindi, la fascia di rispetto rientrano nei confini dell'area di pertinenza della stazione, inoltre, all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.

Pertanto, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone, prodotto dalla realizzazione della SE di smistamento Terna, sarà trascurabile.

## 12. RACCORDI AEREI AT 150 KV

Per eseguire il collegamento in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP – Castelpagano.". In particolare si procederà all'inserimento di due nuovi tralicci sulla linea esistente ed alla demolizione di un traliccio esistente; All'interno della stazione Terna verranno disposti i pali gatto sui quali verranno innestati i raccordi.

I due tratti di linea aerea in oggetto avranno lunghezza complessiva pari a circa 200 m; SI riporta di seguito uno stralcio del profilo altimetrico.

### Caratteristiche

L'andamento dei campi elettromagnetici è stato calcolato in base alle seguenti ipotesi:

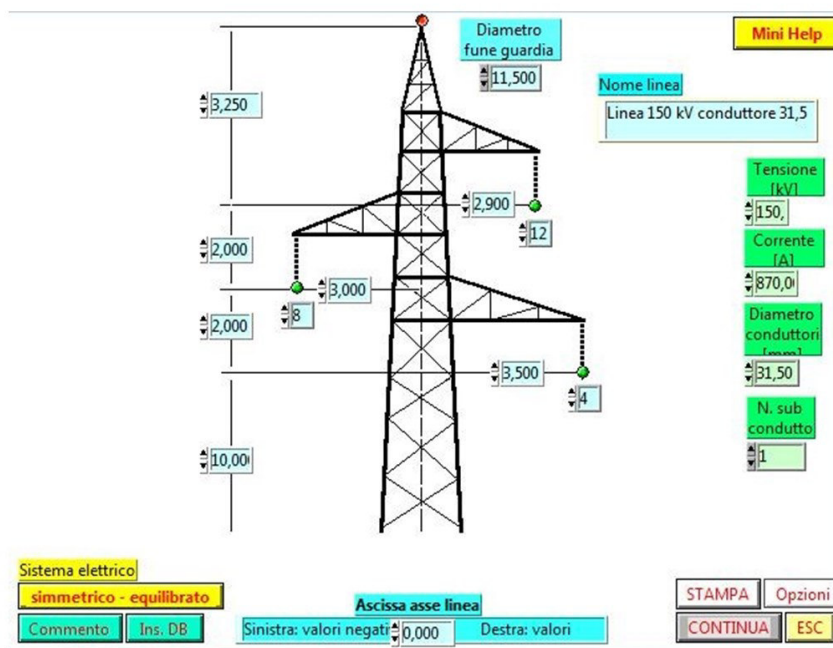
- elettrodotto aereo con palificata serie 150 kV semplice terna;
- N. 1 conduttore per fase diam. 31,5 mm;
- N. 1 fune di guardia in acciaio diam. 11,5 mm Valore nominale della tensione 150 kV;

I calcoli sono stati eseguiti ipotizzando una linea infinitamente lunga e calcolando i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa.

Gli andamenti dei campi, riportati nei grafici e tabelle allegati, sono riferiti all'asse linea, prevedendo una altezza minima dei conduttori rispetto al terreno pari a 10 m, e ad altezze dal suolo pari a 1 m (simulazione della zona addominale di un individuo che si trova sul piano di campagna adiacente l'elettrodotto).

Il progetto è stato sviluppato in modo da rispettare il dettato dell'art. 4 del DPCM 08 luglio 2003 di cui alla Legge n° 36 del 22/02/2001, che impone un valore limite di qualità dei campi magnetici di 3  $\mu$ T (c.d. obiettivo di qualità) da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.





## 12.1. Valutazione campi elettromagnetici

### Campo elettrico

L'intensità del campo elettrico al suolo decresce rapidamente man mano che ci si allontana lateralmente dalla linea stessa ed è drasticamente schermato da qualsiasi oggetto anche leggermente conduttore.

E' opportuno rilevare che i valori dichiarati sono da intendersi come i massimi riscontrabili nelle condizioni ambientali e di esercizio più sfavorevoli; nella realtà, detti

valori sono sensibilmente ridotti in virtù delle seguenti considerazioni:

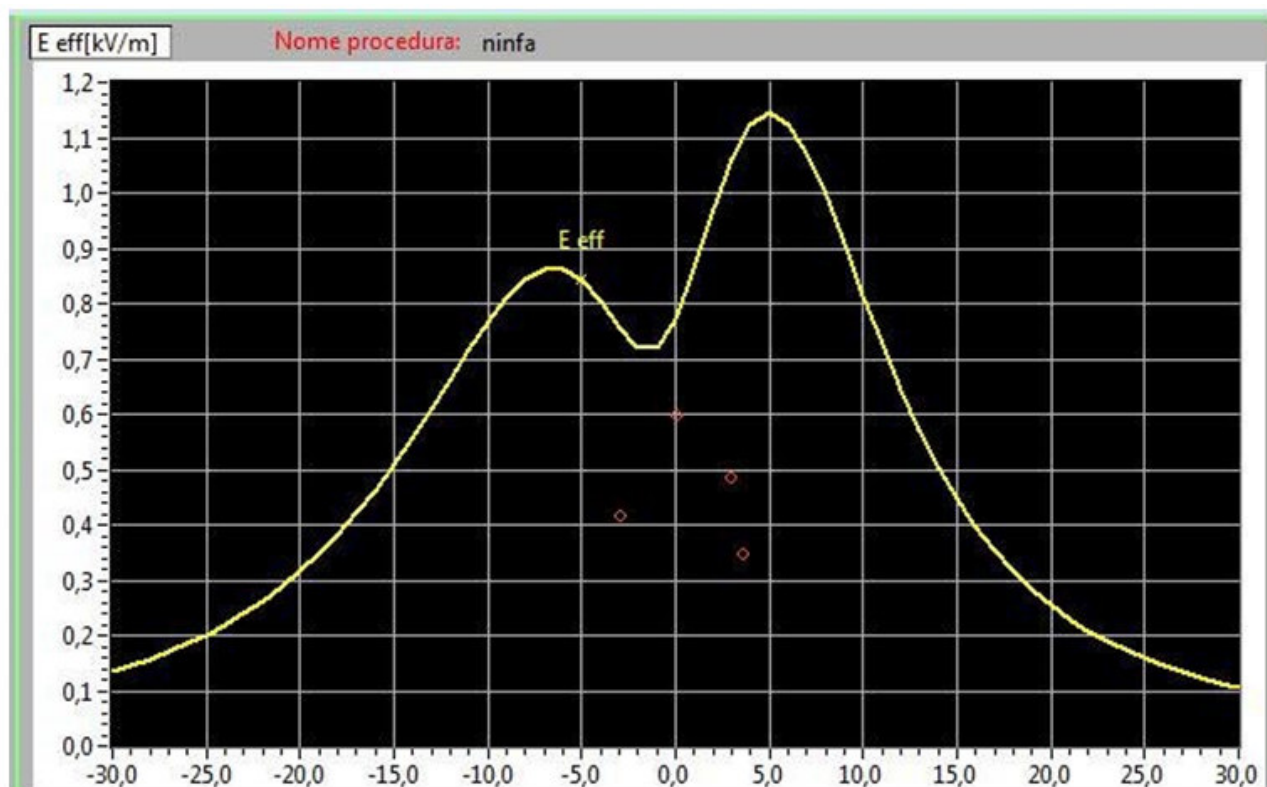
- i dati si riferiscono alle condizioni di massima temperatura previste per il progetto delle linee (quindi massimo carico elettrico teorico ed elevata temperatura ambiente). In corrispondenza di queste si ha infatti il massimo allungamento per dilatazione termica dei conduttori e conseguentemente l'altezza sul suolo degli stessi risulta quella minima. Nelle normali condizioni di esercizio il franco verso terra dei conduttori è più elevato e pertanto i valori di campo sono conseguentemente minori;
- il campo elettrico al suolo è spesso ridotto a causa dell'effetto schermante esercitato da oggetti o strutture quali edifici, alberi, recinzioni, autoveicoli, ecc. Questi oggetti, in genere, perturbano il campo elettrico in modo da innalzarlo nelle zone sovrastanti gli oggetti stessi e da ridurlo nelle aree circostanti in prossimità del suolo;
- la perturbazione introdotta e, in particolare il grado della riduzione e l'area interessata dipendono dall'altezza e dalla forma dell'oggetto;





- gli edifici, oltre a produrre una riduzione del campo elettrico al suolo nelle loro vicinanze, schermano anche i loro ambienti interni.

Nella figura seguente è riportato il grafico dell'intensità del campo elettrico al suolo in funzione della distanza dall'asse della linea aerea, considerando un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 10 m. Il diagramma rappresenta il profilo laterale del campo elettrico sulla sezione trasversale dell'asse della linea aerea. Da esso si evidenzia che il massimo valore del campo elettrico, viene raggiunto in corrispondenza dei conduttori. In sintesi, come si evince dal grafico e dalla successiva tabella, il campo elettrico massimo al suolo che si può riscontrare sotto la linea in assenza di mezzi schermanti è pari (con franco dei conduttori sul suolo di 10 m) a 1,144 kV/m a 5 m dall'asse della linea;



## Campo Magnetico

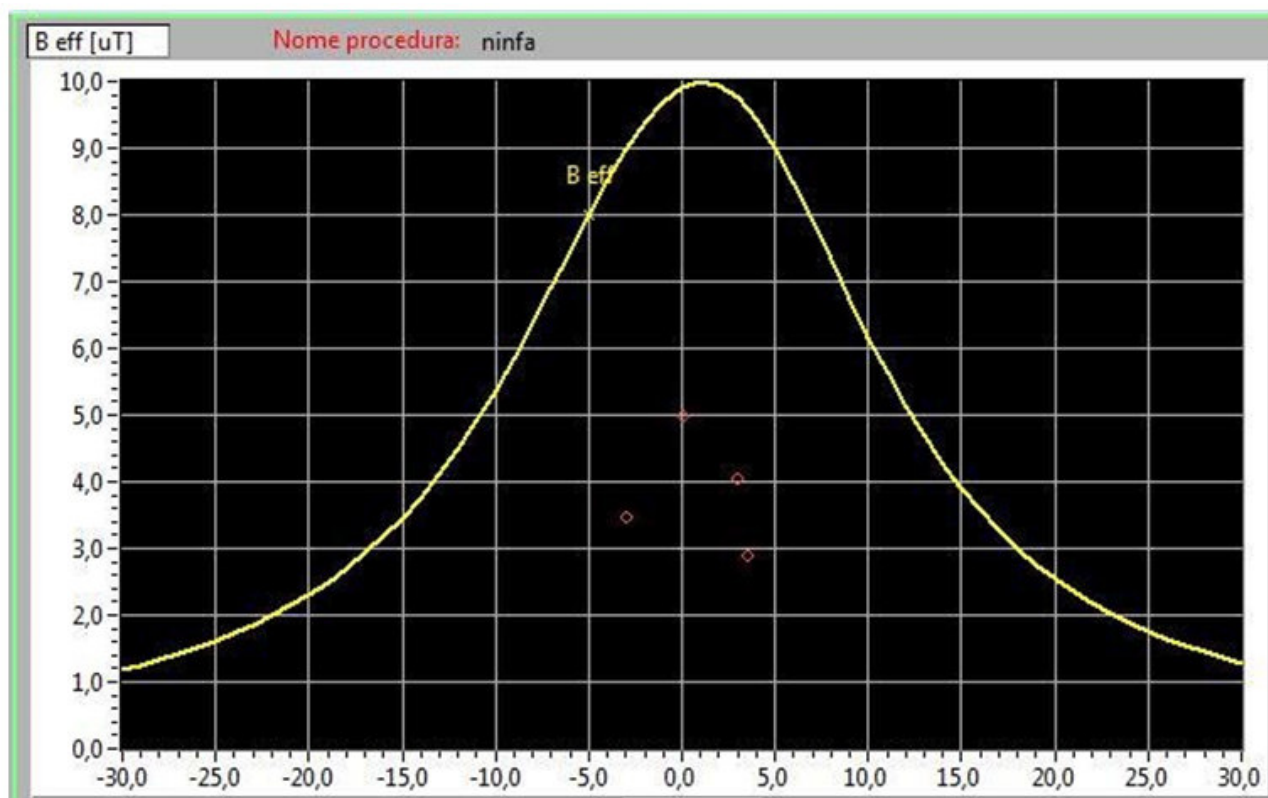
Con riferimento alle linee elettriche aeree, il valore massimo di induzione magnetica al suolo è variabile in funzione dell'intensità della corrente elettrica che percorre i conduttori, del tipo di sostegno e quindi della distanza fra i conduttori.

Come il campo elettrico, anche quello magnetico al suolo è correlato alla distanza dei conduttori da terra, diminuendo all'aumentare di questa, mentre varia in maniera direttamente proporzionale al valore di corrente.

Diversamente dal campo elettrico, quello magnetico viene solo in modesta misura schermato da eventuali costruzioni. I valori dell'induzione magnetica sono inoltre funzione della distanza del

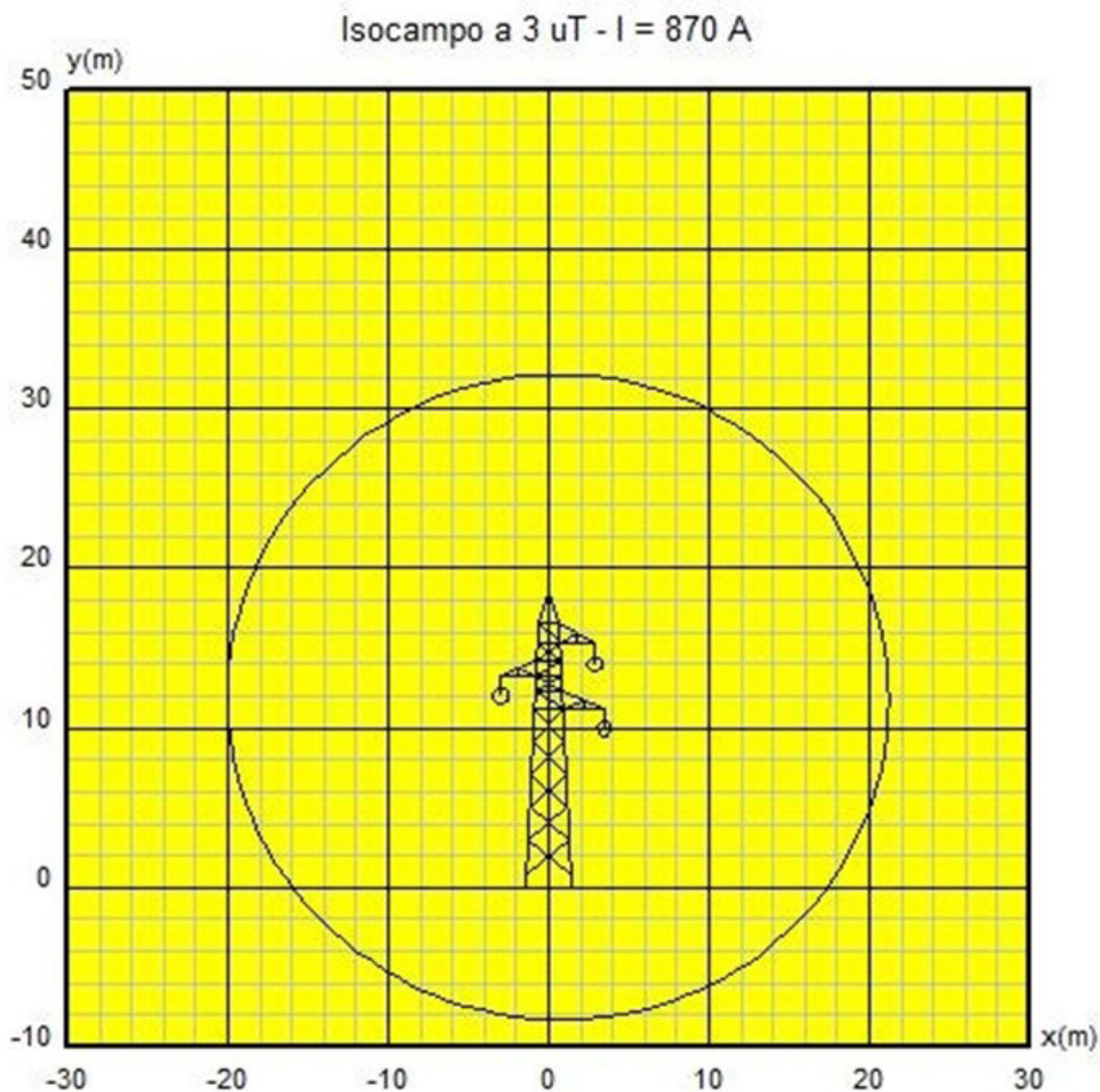
punto ricettivo rispetto alla linea e, pertanto, maggiore è questa distanza minore è il valore dell'induzione magnetica in quel punto.

Il grafico in figura rappresenta i profili laterali del campo magnetico sulla sezione trasversale dell'asse della linea aerea. I calcoli del campo magnetico sono stati eseguiti con la corrente "a limite termico" così come previsto dalla norma CEI 11-60. Tale valore di corrente, per gli elettrodotti in esame, è pari a 870 A. Come si evince dai suddetti grafici l'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ , valutato ad un metro da terra e con i conduttori ad un'altezza di 10 m dal piano campagna, viene rispettato ad una distanza dall'asse linea di circa 19 m.



### Determinazione della fascia di rispetto

Nel caso in esame, nelle ipotesi di calcolo definite nel paragrafo 3 e con riferimento alla configurazione schematizzata in figura 1, le sezioni trasversali del cilindroide la cui superficie è caratterizzata da un valore di campo magnetico pari a  $3 \mu\text{T}$  (obiettivo di qualità) risulta quella evidenziata nella figura seguente.



Di conseguenza la DPA, valutata eventualmente cautelativamente nel caso peggiore in condizioni di sistema asimmetrico, risulta pari a circa 21 m. Sulla base di tali valori è stato prodotto l'elaborato 01.02.08 in cui vengono evidenziate le fasce corrispondenti alle DPA su base catastale. Analizzando tale elaborato si evince che non sussistono interferenze con alcun tipo di fabbricato né con alcuna area per la quale debba essere applicato l'obiettivo di qualità e dunque verificata la non interferenza con le fasce di rispetto.

## 13. RECETTORI

Sono stati mappati i recettori compresi in un buffer di 400 m dall'area dell'impianto di rete per la connessione e della stazione di accumulo elettrochimico ed un buffer di oltre 500 m dagli aerogeneratori; Come visto precedentemente il campo magnetico del cavo MT a 36 kv esaurisce i suoi effetti già nello scavo, di conseguenza non sono stati individuati possibili recettori lungo il tracciato;

Come visibile dalla tavola dei recettori (RIC\_REC.01) nel buffer di 150 m dalla stazione di smistamento Terna non sono presenti recettori sensibili; nella fascia di rispetto dei raccordi aerei AT non sono presenti recettori sensibili come non sono presenti recettori nell'intono degli aerogeneratori.

## 14. CONCLUSIONI

Da quanto sinora esposto, si può concludere che non si riscontrano problematiche particolari. La determinazione delle fasce di rispetto è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Dalle analisi e considerazioni fatte si può desumere quanto segue:

- I valori di campo elettrico si possono considerare inferiori ai valori imposti dalla norma (<5000 V/m) in quanto le aree con valori superiori ricadono all'interno delle recinzioni della sottostazione elettrica e dei locali quadri e subiscono un'attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato;
- Per i cavidotti in media tensione (kV) i valori di induzione magnetica a suolo sono inferiori a  $3 \mu T$ ;
- Per la sottostazione elettrica di smistamento Terna 150/36 kV le fasce di rispetto ricadono nei confini della suddetta area di pertinenza rendendo superflua la valutazione secondo il Decreto 29-05-2008 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare;
- Per i raccordi aerei AT la fascia di rispetto calcolata è pari a 21 m (all'interno non sono presenti recettori sensibili);

All'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione di un impianto eolico con potenza complessiva pari a 36 MW in Comune di Riccia e delle opere connesse in comune di Cercemaggiore, rispettano la normativa vigente.

