

REGIONE BASILICATA

Comune:

Ripacandida (PZ)

LOCALITA' **C.DA VEGLIA**

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA 1 AEROGENERATORI

Sezione 10: **INTERFERENZE DELLE OPERE SULLE COMPONENTI NATURALI ED ANTROPICHE**

Titolo elaborato

RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPAINTO

N. Elaborato IN.SIA 01

Data: **DICEMBRE 2012**

Committente



S.S 17 km 327 Località Perazzo
71036 Lucera (FG)
P.IVA 03606360711

Legale Rappresentante

Luigi Fuschetto

Progettazione



F.S.P. srl Certificato di sistema di gestione qualità N° 50 100 9970/2
Sede centrale: S.S.17 Km 327 Località Perazzo - 71036 Lucera (FG)
Sede operativa: Viale Spinelli 6 - 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Progettista

Dott. Ing. Vittorio Iacono




Revisione del 12/12/2012

a cura di :




01	DIC. 2012	SS					
00	DIC. 2010	SS		P.S.E	DN		Richiesta di Screening
				P.S.E.	DN		Richiesta A.U. - Dlgs 387/03
REV.	DATA	sigla	firma	responsabile	sigla	firma	DESCRIZIONE
REDAZIONE				CONTROLLO-EMISSIONE			
Nome file sorgente		ME.RIP1.PD.IN.SIA01.doc			Nome File stampa		ME.RIP1.PD.INSIA01.pdf

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 2 di 20
---	--	--	--

INDICE

PREMESSA.....	3
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	6
SITI SENSIBILI E SORGENTI PREESISTENTI	6
METODOLOGIA DI CALCOLO PREVISIONALE	7
<i>Definizioni</i>	7
<i>Cenni teorici sul modello utilizzato</i>	8
<i>Metodo di calcolo</i>	8
CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTI DI UTENZA	9
<i>Linea elettrica interrata</i>	10
CAMPI ELETTROMAGNETICI CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT E CABINA DI CONSEGNA	12
CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTI DI RETE	16
<i>Linea elettrica interrata</i>	16
<i>Linea elettrica aerea</i>	17
CONCLUSIONI.....	19

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 3 di 20
---	--	--	--

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta al fine di determinare lo studio dell'impatto elettromagnetico generato dalla realizzazione di un impianto eolico costituito da un aerogeneratore da 800 kW, la cui installazione è prevista nella località Veglia del comune di Ripacandida in provincia di Potenza.

Secondo quanto ampiamente documentato nella letteratura sull'argomento, la presenza di campi elettromagnetici che possono indurre effetti nocivi sull'uomo può risultare significativa nel caso di linee elettriche aeree, soprattutto in alta ed altissima tensione.

Per tali linee, infatti, sono spesso prese in considerazione soluzioni alternative di tipo interrato, proprio al fine di ridurre gli effetti elettromagnetici. Le caratteristiche costruttive delle centrali eoliche fanno sì che i livelli di elettromagnetismo risultanti si posizionino ben al di sotto di quelli che sono i limiti di legge; infatti, tali centrali utilizzano in maggior parte la media tensione per il collegamento alla rete elettrica esistente e i cavidotti di collegamento, spesso, sono realizzati attraverso linee interrate. In tutti i casi, le soluzioni tecnologiche adottate consentono di guardare con assoluta tranquillità agli effetti sulla salute dovuti ai campi elettromagnetici riconducibili alla realizzazione.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radiobase, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- Effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti;
- Effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

E' importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella 1 le definizioni inserite nella legge quadro).


	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 4 di 20
---	--	--	--

Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
Valori di attenzione	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29.08.2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:


- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);
- Le fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.

Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μ T)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Il valore di attenzione di 10 μ T si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 5 di 20
---	--	--	--


L'obiettivo di qualità di 3 μ T si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100 μ T per lunghe esposizioni e di 1000 μ T per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il direttore generale per la salvaguardia ambientale vista la legge 22 febbraio 2001, n. 36 e, in particolare, l'art. 4, comma 1, lettera h) che prevede, tra le funzioni dello Stato, la determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti; visto il D.P.C.M. 8 luglio 2003, in base al quale il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare deve approvare la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto, definita dall'APAT, sentite le ARPA; ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "*La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti*".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di 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 prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio". (Art. 4)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 6 di 20
---	--	--	--

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Gli impianti eolici, essendo costituiti fundamentalmente da elementi per la produzione ed il trasporto di energia elettrica, sono interessati dalla presenza di campi elettromagnetici.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche e la loro intensità viene misurata in volt al metro (V/m) o in chilovolt al metro (kV/m). L'intensità dei campi elettrici è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Essi vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. 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). 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 che ne vengono facilmente attraversati.


Il generatore e le linee elettriche costituiscono fonti di campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz); a queste fonti sono associate correnti elettriche a bassa e media tensione. Il generatore, infatti, produce energia a bassa tensione (400-690 V) che viene trasformata in media tensione (20 kV) nella cabina di macchina posta ai piedi della torre di sostegno. Da questa l'energia elettrica viene inviata alla cabina di consegna dalla quale, attraverso una linea MT interrata o aerea, viene trasmessa alla rete di distribuzione.

Il progetto delle opere elettriche, in totale, prevede:

- l'installazione di n. 1 aerogeneratore;
- la costruzione di una cabina di consegna dell'energia elettrica prodotta;
- la costruzione di una linea elettrica interrata (impianto di utenza) di circa 270 m;
- la costruzione di una linea elettrica interrata (impianto di rete) di circa 40 m;
- la costruzione di una linea elettrica aerea (impianto di rete) di circa 20 m.

SITI SENSIBILI E SORGENTI PREESISTENTI

I siti sensibili sui quali si concentra lo studio dell'impatto elettromagnetico sono costituiti da luoghi ove sia prevedibile la permanenza prolungata di persone, quali abitazioni, luoghi per l'infanzia, uffici, scuole, ospedali. Le sorgenti preesistenti, invece, sono rappresentate da tutte le infrastrutture elettriche presenti sul territorio che producono un campo magnetico e un campo elettrico. Per il campo eolico in questione, non esiste nelle vicinanze alcun sito sensibile, mentre esiste una sorgente preesistente, rappresentata dalla linea elettrica in media tensione a 20 kV denominata "Ripacandida" alla quale l'impianto deve essere allacciato.

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 7 di 20
---	--	--	--

In base alle precedenti considerazioni le componenti dell'impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettromagnetico riguardano essenzialmente l'impianto di rete costituito da:

- linea elettrica interrata in MT (impianto di utente);
- cabina di trasformazione MT/BT degli aerogeneratori e i quadri MT della cabina di consegna;
- linea elettrica interrata in MT (impianto di rete);
- linea elettrica aerea in MT (impianto di rete).

Qualora i valori di campo magnetico risultassero conformi alla normativa vigente, anche gli eventuali effetti elettromagnetici prodotti dai cavidotti dell'impianto di utenza rispetteranno tali limiti in quanto quest'ultimi, in nessun caso, trasporteranno energia superiore a quella massima consentita dal gestore di rete.

METODOLOGIA DI CALCOLO PREVISIONALE

Definizioni

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "*Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto*" si introducono le seguenti definizioni:

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente


Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione (Dpa)

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

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 8 di 20
---	--	--	--

all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Cenni teorici sul modello utilizzato

L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a $(NR-1)$, può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, NR è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3), i la corrente, C_k il conduttore generico, $d\vec{l}$ un suo tratto elementare, r la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli.

Indicato con Q il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con P_k il punto dove il generico conduttore C_k interseca la *sezione normale*, e con I_k la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse z nella direzione dei conduttori).


Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni terna.

Metodo di calcolo


Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basato sulle caratteristiche, geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTRROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 9 di 20
---	---	--	--

paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11, che considera lo sviluppo della catenaria in condizioni di freccia massima, l'altezza dei conduttori sul livello del suolo e l'andamento del terreno.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (Dpa).

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 10 di 20
---	--	--	---

Linea elettrica interrata

Per la realizzazione dei cavidotti di collegamento sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo nelle immediate prossimità dei cavi.

I cavi impiegati per il collegamento dell'aerogeneratore con la cabina di consegna saranno del tipo schermato a conduttori unipolari, disposti ad elica visibile (a trifoglio), in Alluminio con sezione da 95 mm². L'isolamento sarà costituito da una miscela elastomerica reticolata di propilene corrispondente alle norme CEI 20-13. I cavi saranno provvisti di strati semiconduttori interni ed esterni all'isolante. I cavidotti saranno interrati con modalità M per cavi di categoria 2, ad una profondità minima di 1,2 metri.

La sezione dei singoli cavi componenti le terne, presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

Sezione conduttore	Diametro conduttore	Spessore isolante	Diametro cavo	Portata al limite termico
[mm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[A]
3x1x95	11,4	5.5	31,6	253

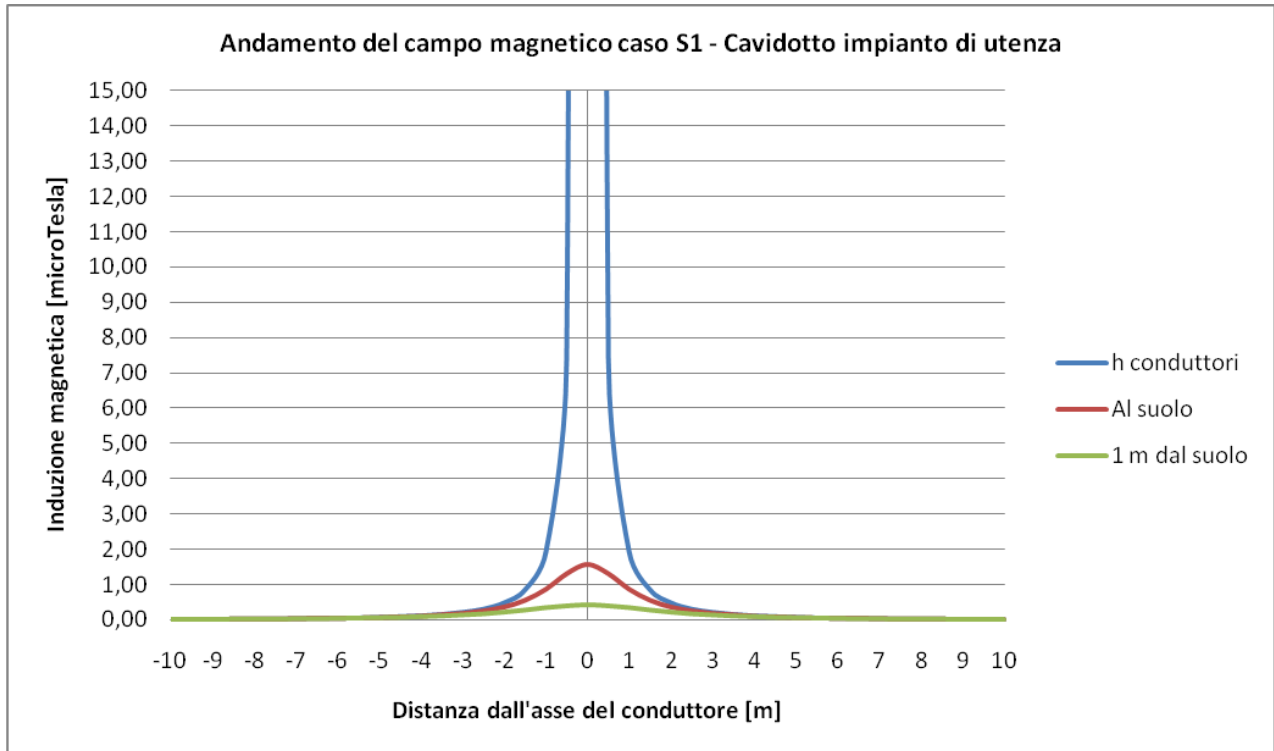
Sebbene il D.M. 29 Maggio 2008 non preveda il calcolo della distanza di prima approssimazione per linee interrate in MT con cavi cordati ad elica, si procederà ugualmente alla sua determinazione a favore di una maggiore sicurezza.

Nel caso in questione, lo studio del campo elettromagnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di 20 kV, sul seguente tratto di cavidotto così costituito:

- **S1:** una terna di conduttori di sezione 95 mm² percorsa da corrente massima pari a 253 A.


I valori del campo magnetico sono stati misurati ad altezza conduttori, al suolo e ad 1 m dal suolo. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano, per ognuna delle situazioni richiamate, l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.

S1 - Cavidotto MT ad una terna di sezione 95 mm² interrata a 1.2 m dal piano di campagna – impianto di utenza



<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>	<i>Al suolo [μT]</i>	<i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i>
-10,00	0,02	0,02	0,02
-9,00	0,02	0,02	0,02
-8,00	0,03	0,03	0,03
-7,00	0,04	0,04	0,04
-6,00	0,05	0,05	0,05
-5,00	0,08	0,07	0,07
-4,00	0,12	0,11	0,10
-3,00	0,22	0,19	0,15
-2,00	0,49	0,37	0,23
-1,00	1,93	0,87	0,36
0,00	142,39	1,57	0,44
1,00	1,93	0,87	0,36
2,00	0,49	0,37	0,23
3,00	0,22	0,19	0,15
4,00	0,12	0,11	0,10
5,00	0,08	0,07	0,07
6,00	0,05	0,05	0,05
7,00	0,04	0,04	0,04
8,00	0,03	0,03	0,03
9,00	0,02	0,02	0,02
10,00	0,02	0,02	0,02

Figura 1: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica e tabellare - CASO S1 – Cavidotto impianto di utenza

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTRROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice	ME.RIP1.PD.IN.SIA01
		Data creazione	07/12/2010
		Data ultima modif.	03/01/2012
		Revisione	01
		Pagina	12 di 20

Il calcolo della Dpa per i cavidotti di collegamento in MT 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 in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai 3 μT . Si riportano nella seguente tabella le distanze di prima approssimazione per i tratti di cavidotto presi in esame:

Tabella 3: Distanza di prima approssimazione per cavidotti dell'impianto di utenza.

CASO DI STUDIO	N° TERNE	SEZIONI [mm ²]	TIPOLOGIA CAVO	TENSIONE [kV]	DPA [m]
S1	1	3x1x95	elica cordato	20	1

CAMPI ELETTRROMAGNETICI CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT E CABINA DI CONSEGNA

Riguardo le cabine di trasformazione MT/BT poste all'interno degli aerogeneratori si fa riferimento alla tabella 4 che riporta i valori di campo elettrico e di campo magnetico misurati ai piedi di una turbina eolica, ossia, in corrispondenza del trasformatore interno al pilone di sostegno. Il campo elettrico è risultato pari a 2 V/m e il campo magnetico pari a 0,6 μT , valori inferiori ai limiti di legge.

Tabella 4

Luogo di misura	Valore di intensità di campo elettrico (V/m)	Valore di intensità di induzione magnetica (10^{-6} tesla)
Piedi di una turbina eolica	2	0,6
Periferia dell'impianto	0	0,1

Il calcolo del campo elettromagnetico per la cabina di consegna MT, invece, è stato effettuato sulle sbarre a 20 kV dei quadri in MT. I parametri geometrici utilizzati per il calcolo risultano i seguenti:

- altezza delle sbarre: 1.1 m;
- distanza tra le sbarre: 0.3 m;

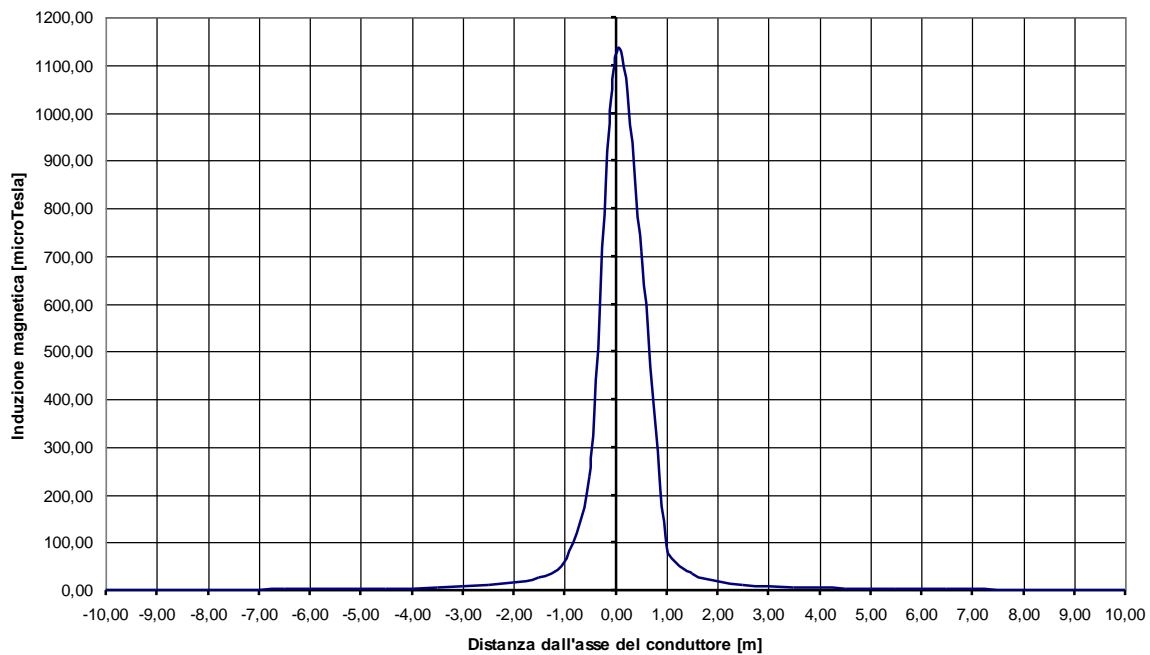
I parametri elettrici riportati nel software risultano, invece, i seguenti:

- valore efficace della corrente delle sbarre: 630 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 11560 V;

A favore della sicurezza, i valori di corrente utilizzati nella simulazione di calcolo sono quelli relativi alle correnti termiche nominali delle sbarre a 20 kV.

I valori di campo magnetico sono stati calcolati ad altezza conduttori, più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse delle sbarre e su di un asse ortogonale alle stesse

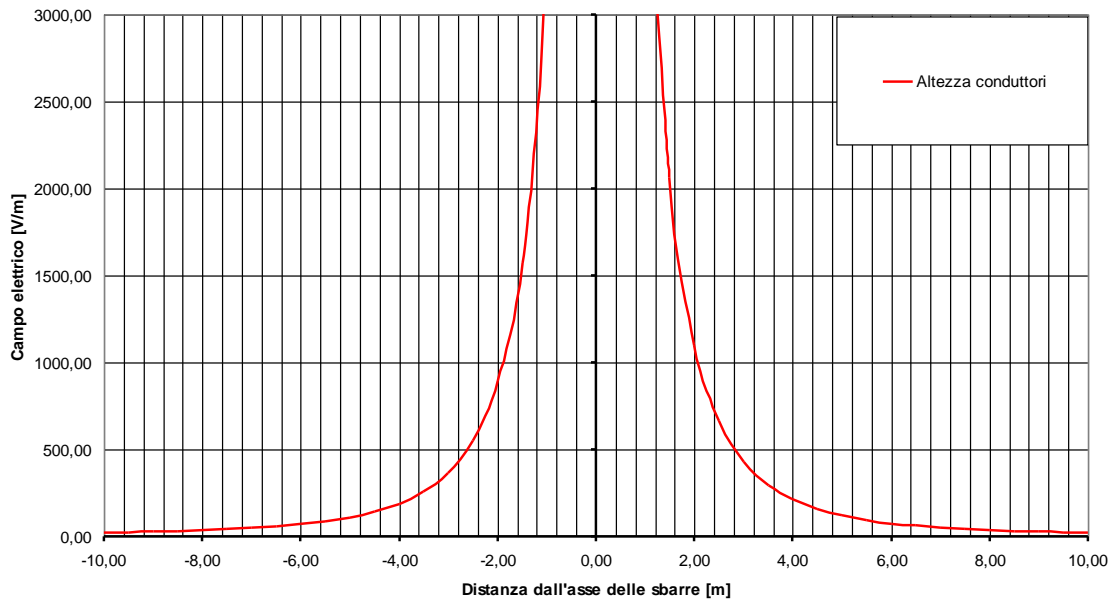
Andamento del campo magnetico – Sbarre MT quadri cabina di consegna



<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [μT]</i>
-10,00	0,64
-9,00	0,79
-8,00	1,00
-7,00	1,30
-6,00	1,76
-5,00	2,53
-4,00	3,92
-3,00	6,88
-2,00	15,17
-1,00	58,56
0,00	1122,83
1,00	91,01
2,00	18,62
3,00	7,87
4,00	4,33
5,00	2,74
6,00	1,89
7,00	1,38
8,00	1,05
9,00	0,83
10,00	0,67


Figura 2: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica e tabellare - Sbarre MT della cabina di consegna

Andamento del campo elettrico – Sbarre MT quadri cabina di consegna




Distanza dall'asse [m]	Valori di campo elettrico
	<i>Altezza conduttori</i>
0,00	65017,20
0,50	4998,50
1,00	1101,80
1,50	430,10
2,00	210,80
2,50	119,40
3,00	74,80
3,50	50,60
4,00	36,20
4,50	27,10
5,00	21,00
5,50	65017,20
6,00	5072,50
6,50	1101,80
7,00	430,10
7,50	210,80
8,00	119,40
8,50	74,80
9,00	50,60
9,50	36,20
10,00	27,10

Figura 3: Andamento del campo elettrico - Sbarre MT della cabina di consegna

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 15 di 20
---	--	--	---

Come si evince dalla simulazione del calcolo (fig. 2) i valori di campo magnetico ad altezza conduttori restano al di sotto dei 3 μT ad una distanza di circa 5 m dal muro perimetrale della cabina. Tale valore di induzione magnetica è indicato nel DPCM 08/07/2003 come obiettivo di qualità previsto per le aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Per quanto riguarda il campo elettrico (fig. 3), l'intensità risulta massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Considerando il campo elettrico calcolato ad altezza conduttori si ottengono valori di campo elettrico inferiore ai limiti di 5000 V/m imposti dalla normativa a soli 50 cm dai conduttori stessi.

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 16 di 20
---	--	--	---

CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTI DI RETE

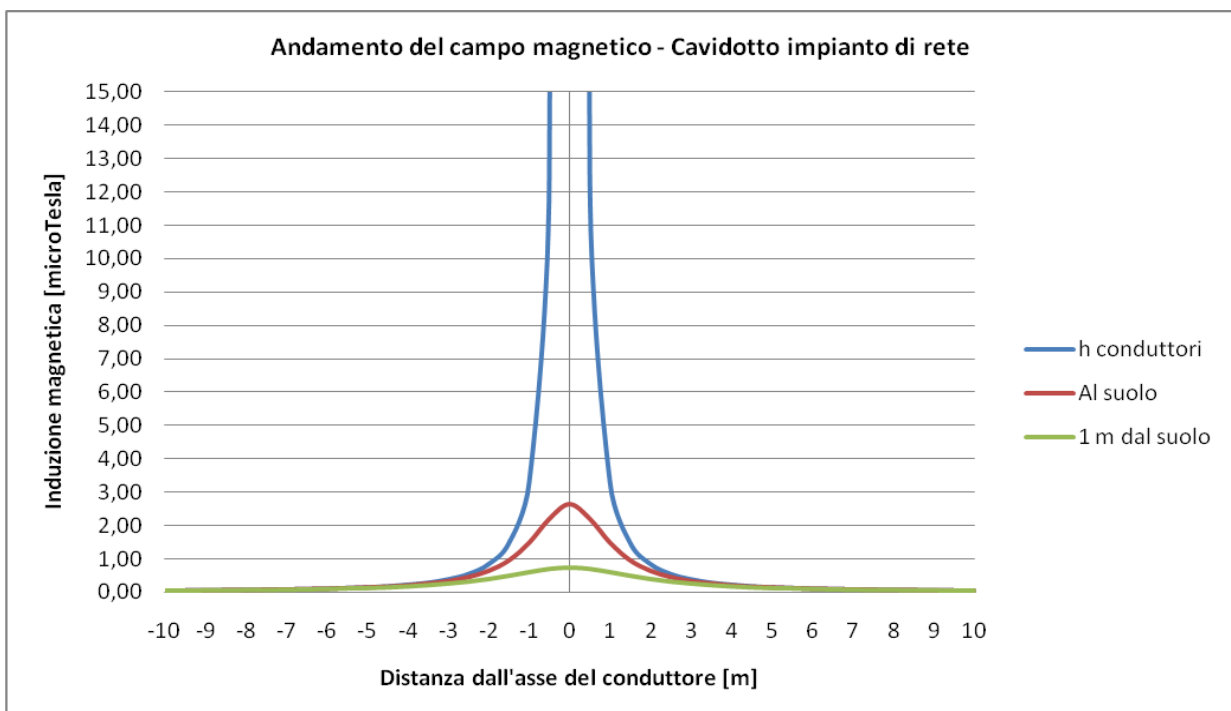
Il calcolo del campo elettromagnetico per gli impianti di rete sono stati effettuati sia per le linee interrata che per le linee aeree, che partendo dai quadri di media tensione del locale ENEL raggiungono la linea in media tensione a 20 kV "Ripacandida".

Linea elettrica interrata

Lo studio del campo elettromagnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di 20 kV, sul tratto di cavidotto di rete che collega il locale ENEL della cabina di consegna con il traliccio capolinea dal quale parte la linea aerea che si collega con il punto di connessione individuato nella soluzione tecnica minima generale. Tale sezione è costituita da tre cavi unipolari ad elica con conduttori in alluminio aventi isolamento estruso (HEPR o XLPE) con schermo in rame avvolto a nastro sulle singole fasi. La sezione normalizzata è di 185 mm² avente portata al limite termico di 324 A.

In base alle precedenti considerazioni si è effettuata una simulazione di calcolo (CASO S2) di campo magnetico ad altezza conduttori, al suolo e ad 1 m dal suolo. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori (vedi fig.4).

S2 - Cavidotto MT ad una terna di sezione 185 mm² interrata a 1.2 m dal piano di campagna – impianto di rete



<i>Distanza dai cavi</i>	<i>Altezza conduttori</i>	<i>Al suolo</i>	<i>Ad 1 m dal suolo</i>
-10,00	0,03	0,03	0,03
-9,00	0,04	0,04	0,04
-8,00	0,05	0,05	0,05
-7,00	0,07	0,07	0,06
-6,00	0,09	0,09	0,08
-5,00	0,13	0,13	0,11
-4,00	0,21	0,19	0,16
-3,00	0,37	0,32	0,25
-2,00	0,83	0,63	0,39
-1,00	3,27	1,47	0,60
0,00	221,01	2,63	0,74
1,00	3,27	1,47	0,60
2,00	0,83	0,63	0,39
3,00	0,37	0,32	0,25
4,00	0,21	0,19	0,16
5,00	0,13	0,13	0,11
6,00	0,09	0,09	0,08
7,00	0,07	0,07	0,06
8,00	0,05	0,05	0,05
9,00	0,04	0,04	0,04
10,00	0,03	0,03	0,03

Figura 4: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica e tabellare – CASO S2 - Cavidotto impianto di rete

Le fasce di rispetto dagli elettrodotti e la distanza di prima approssimazione (Dpa), previste dal D.M. 29 Maggio 2008, determinate in base all'obiettivo di qualità di 3 μ T, vengono riportate nella tabella seguente.


Tabella 5: Distanza di prima approssimazione per cavidotti dell'impianto di rete.

CASO DI STUDIO	N° TERNE	SEZIONI [mm ²]	TIPOLOGIA CAVO	TENSIONE [kV]	DPA [m]
S2	1	3x1x185	elica cordato	20	2

Linea elettrica aerea

Il calcolo del campo elettromagnetico in prossimità di un elettrodotto in MT si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) ha definito una "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". In riferimento a tale metodologia il calcolo delle fasce di rispetto viene effettuato nel modo seguente:

- Il gestore considera i dati caratteristici delle linee, ivi incluse le eventuali condizioni di fase relativa tra più linee elettriche intersecanti o vicine.
- Si assume come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa "corrente in

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 18 di 20
---	--	--	---

servizio normale" così come definita all'interno della norma CEI 11-60 "portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne".

- 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 elettriche", Cap. 4.1. Il calcolo può essere definito secondo l'algoritmo definito al Cap. 4.3.
- Si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$ in termini di valore efficace.
- La distanza tra la proiezione al suolo del centro linea e le proiezioni verticali al livello del suolo delle superfici di isocampo determinano la Dpa, ovvero, distanza di prima approssimazione.

In buona sostanza, la superficie che delimita lo spazio intorno all'elettrodotto entro il quale l'induzione magnetica supera $3 \mu\text{T}$ è con buona approssimazione un cilindro, ad asse curvilineo con l'andamento dei conduttori, di raggio R. Dentro questo volume "non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti la permanenza non inferiore a quattro ore", (legge 36/01, art. 4h).

Considerato che il cavo elettrico utilizzato per linee elettriche aeree è costituito da conduttori nudi del tipo a corda realizzati in alluminio-acciaio con sezione massima normalizzata di 150 mm^2 e portata al limite termico di 350 A , si ottiene una curva di isolivello con circonferenza di diametro di circa 16 m .

Il calcolo della Dpa per l'elettrodotto in esame si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza (8 m) che ha origine dalla proiezione sul suolo dell'asse dei conduttori e ha termine in punti individuati sul suolo i cui valori del campo magnetico risultano essere uguali o inferiori ai $3 \mu\text{T}$. Attraverso tale distanza si possono individuare delle aree nelle quali l'obiettivo di qualità viene rispettato come mostrato in figura 5.

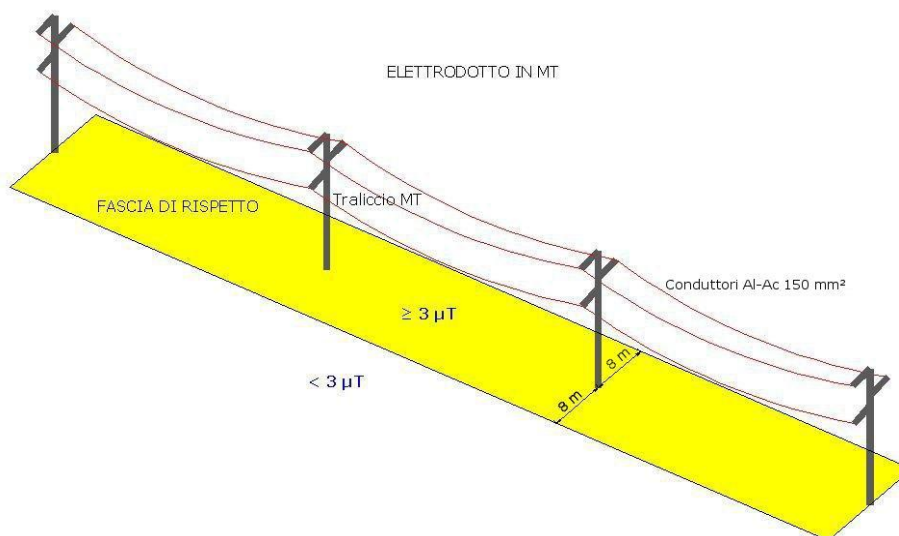



Figura 5: Distanza di prima approssimazione (Dpa) per elettrodotti in media tensione

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice	ME.RIP1.PD.IN.SIA01
		Data creazione	07/12/2010
		Data ultima modif.	03/01/2012
		Revisione	01
		Pagina	19 di 20

Per quanto riguarda il campo elettrico per le linee aeree non si ha l'effetto schermante del terreno come per le linee interrate. L'intensità dei campi elettrici risulta massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Considerando un'altezza di 2 metri da terra (altezza uomo) si ottengono valori di campo elettrico pari a circa 70 V/m di gran lunga inferiore ai limiti di 5000 V/m imposti dalla normativa (vedi fig.6).

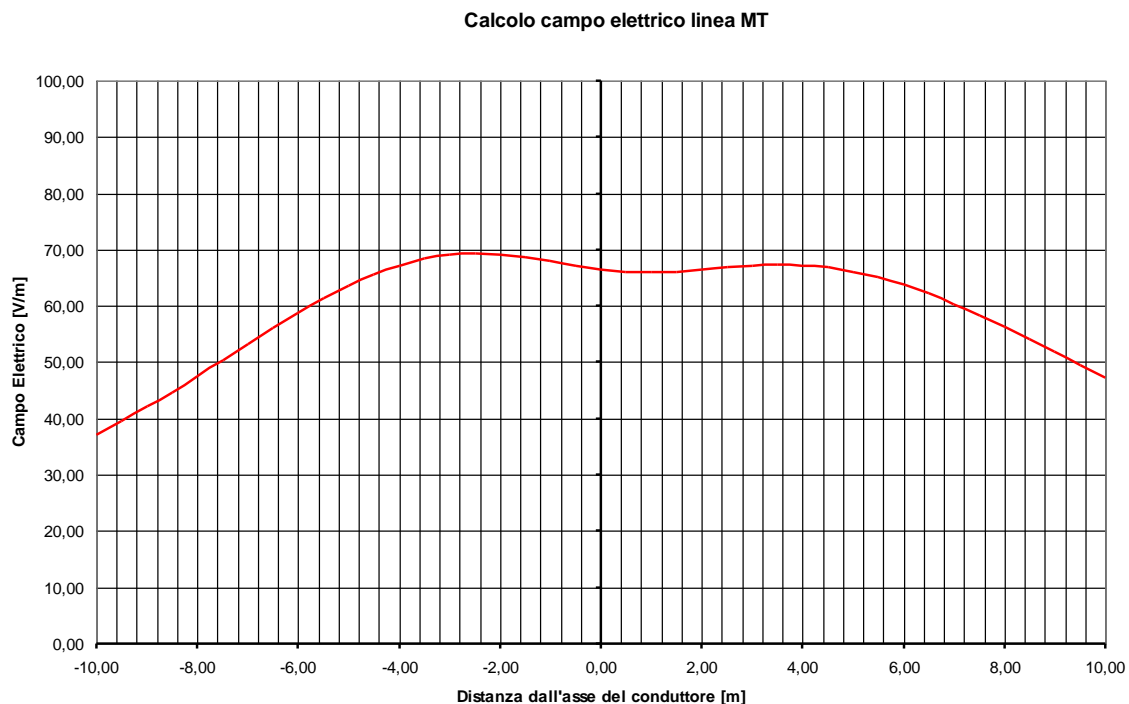



Figura 6- Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori

CONCLUSIONI

La determinazione delle DPA è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica (cavidotti interrati, linee aeree e cabine elettriche) la summenzionata Dpa. Dalle analisi, i cui risultati sono riassunti nei grafici e tabelle riportati nei paragrafi precedenti si può desumere quanto segue:

- per i cavidotti dell'impianto di utenza (collegamento degli aerogeneratori con la cabina di consegna) la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 1 m rispetto all'asse del cavidotto; si fa presente che la posa dei cavidotti è prevista in luoghi che non sono adibiti a permanenze prolungate della popolazione e tanto meno negli ambienti particolarmente protetti, quali scuole, aree di gioco per l'infanzia ecc., correndo per la gran parte del loro percorso lungo la rete viaria o ai margini delle strade di impianto;
- per le linee elettriche interrate dell'impianto di rete la distanza di prima

	RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP1.PD.IN.SIA01 07/12/2010 03/01/2012 01 20 di 20
---	--	--	---

approssimazione non eccede il range di ± 2 m rispetto all'asse del cavidotto;

- per le linee elettriche aeree dell'impianto di rete la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 8 m rispetto all'asse dell'elettrodotta;
- per la cabina di consegna, la distanza di prima approssimazione è stata valutata in 5 m dal muro perimetrale della cabina.

Tutte le aree summenzionate delimitate dalla Dpa ricadono all'interno di aree asservite all'impianto all'interno delle quali non si riscontra la presenza di persone per più di 4 ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative al parco eolico di "Veglia" nel comune di Ripacandida non costituisce pericolo per la salute pubblica.

