

REGIONE CAMPANIA  
Provincia di Avellino  
COMUNI DI Lacedonia (AV) – Monteverde (AV)

PROGETTO

**PROGETTO DI REBLADING  
PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE**



**PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE:

*ERG Wind 4*



PROGETTISTA:



**GOLDER**  
Via Sante Bargellini, 4  
00167 - Roma (RM)



OGGETTO DELL'ELABORATO:

**RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
	02/2019	/	1 di 20	A4	LCD	ENG	REL	0015	00

NOME FILE: LCD-ENG-REL-09\_00\_Relazione Impatto Elettromagnetico.doc

ERG Wind 4 2 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	2
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	02/2019	PRIMA EMISSIONE	MGL	LSP	VBR

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	3
LCD	ENG	REL	0015	00		

## INDICE

1.	PREMESSA .....	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	6
4.	VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO .....	9
4.1.	VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO .....	9
4.2.	VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO.....	10
5.	VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAI COMPONENTI DELL'IMPIANTO EOLICO .....	11
5.1.	APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA SULLA TUTELA DELLA POPOLAZIONE.....	11
5.2.	AEROGENERATORE.....	11
5.3.	CABINE ELETTRICHE ALLA BASE DELLE TORRI .....	12
5.4.	CAVIDOTTI MT INTERRATI .....	13
5.4.1.	CASO A – 1 TERNA DI CAVI .....	14
5.4.2.	CASO B – 2 TERNE DI CAVI .....	15
5.4.3.	CASO C – 4 TERNE DI CAVI .....	19
5.4.4.	CASO D – 6 TERNE DI CAVI .....	23
6.	CONCLUSIONI .....	28

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	4
LCD	ENG	REL	0015	00		

## 1. PREMESSA

La società Golder è stata incaricata di redigere il progetto di reblading dell'impianto eolico esistente, di potenza complessiva pari a 39,60 MW e formato da n.60 aerogeneratori ubicati all'interno dei territori comunali di Lacedonia (AV) e di Monteverde (AV) in Regione Campania.

Di proprietà della società ERG Wind 4 Holding Italia Srl, l'impianto risulta costituito da aerogeneratori tripala modello Vestas V-47, con torre tralicciata, ciascuno di potenza nominale pari a 0,66 MW.

In particolare, la porzione di impianto ricadente nel Comune di Lacedonia è composta da 51 aerogeneratori, per una potenza complessiva di 33,66 MW, mentre la parte ricompresa nel territorio di Monteverde risulta costituito da 9 aerogeneratori per una potenza complessiva di 5,94 MW.

L'intero impianto, attualmente in esercizio, risulta collegato tramite cavidotti interrati alla sottostazione elettrica di Lacedonia.

L'intervento progettuale, finalizzato all'efficientamento energetico degli aerogeneratori esistenti prevede la sostituzione delle 3 pale costituenti il rotore delle 60 turbine.

In particolare, le pale attualmente montate, caratterizzata da una lunghezza di 22,9 m saranno sostituite da pale più lunghe di 1 m (lunghezza complessiva di 23,9 m), opportunamente omologate e con profilo ottimizzato per aumentare il rendimento aerodinamico degli aerogeneratori e conseguentemente l'energia prodotta.

L'intervento proposto non comporterà alcuna variazione della potenza installata dei generatori eolici. La sostituzione delle pale costituenti il rotore è giustificata dalla maggiore efficienza delle pale di nuova generazione: a parità di potenza dell'aerogeneratore queste ultime consentono una maggiore produzione di energia e una riduzione delle sollecitazioni, con un conseguente miglioramento dell'affidabilità complessiva della macchina, oltre che il prolungamento della vita utile della stessa.

L'installazione delle nuove pale comporterà un lieve incremento del diametro del rotore, che passerà dagli attuali 47 metri a 49 metri. Come conseguenza l'altezza totale dell'aerogeneratore aumenterà di 1 m raggiungendo i 74,5 metri, mentre l'altezza del mozzo rimarrà invariata a 50 metri.

In aggiunta a quanto sopra, nel parco eolico non sono previste modifiche degli apparati elettromeccanici né delle altre opere civili, stradali ed infrastrutture elettriche di impianto.

La presente relazione tecnica specialistica ha come oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.

Nel seguito della relazione si fornirà una descrizione della normativa vigente in merito, per poi passare all'analisi dei campi magnetici generati dagli aerogeneratori, dalla sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale e dai cavidotti MT che collegano sia gli aerogeneratori fra loro, sia gli impianti alla sottostazione.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	5
LCD	ENG	REL	0015	00		

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n 1775 “Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99 “Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia”;
- Decreto del 27/02/09, Ministero dello Sviluppo Economico;
- Decreto del 29/05/08, “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica”;
- DM del 29.5.2008, “Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, G.U. 28 agosto 2003, n.200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”.
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”.
- Enel distribuzione: “Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	6
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il parco eolico di Lacedonia-Monteverde (AV), attualmente in esercizio e oggetto del presente progetto di reblading, è composto da aerogeneratori tripala modello Vestas V-47, con torre tralicciata, ciascuno di potenza nominale pari a 0,66 MW. L'impianto di Lacedonia presenta 51 aerogeneratori, per una potenza complessiva di 33,66 MW, mentre l'impianto di Monteverde è composto da 9 aerogeneratori per una potenza complessiva di 5,94 MW. La loro disposizione è riportata nella figura 1.

Ciascun aerogeneratore presenta alla base una cabina di trasformazione, per un totale di 60 cabine, aventi funzione di elevare l'energia prodotta dalla pala dal livello di bassa tensione a quello media tensione.

L'energia viene poi convogliata, tramite un cavidotto interrato, verso la sottostazione elettrica 150/20 kV "Lacedonia", ubicata al Foglio 8 del Comune di Lacedonia, dove avviene la connessione alla RTN.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	7
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

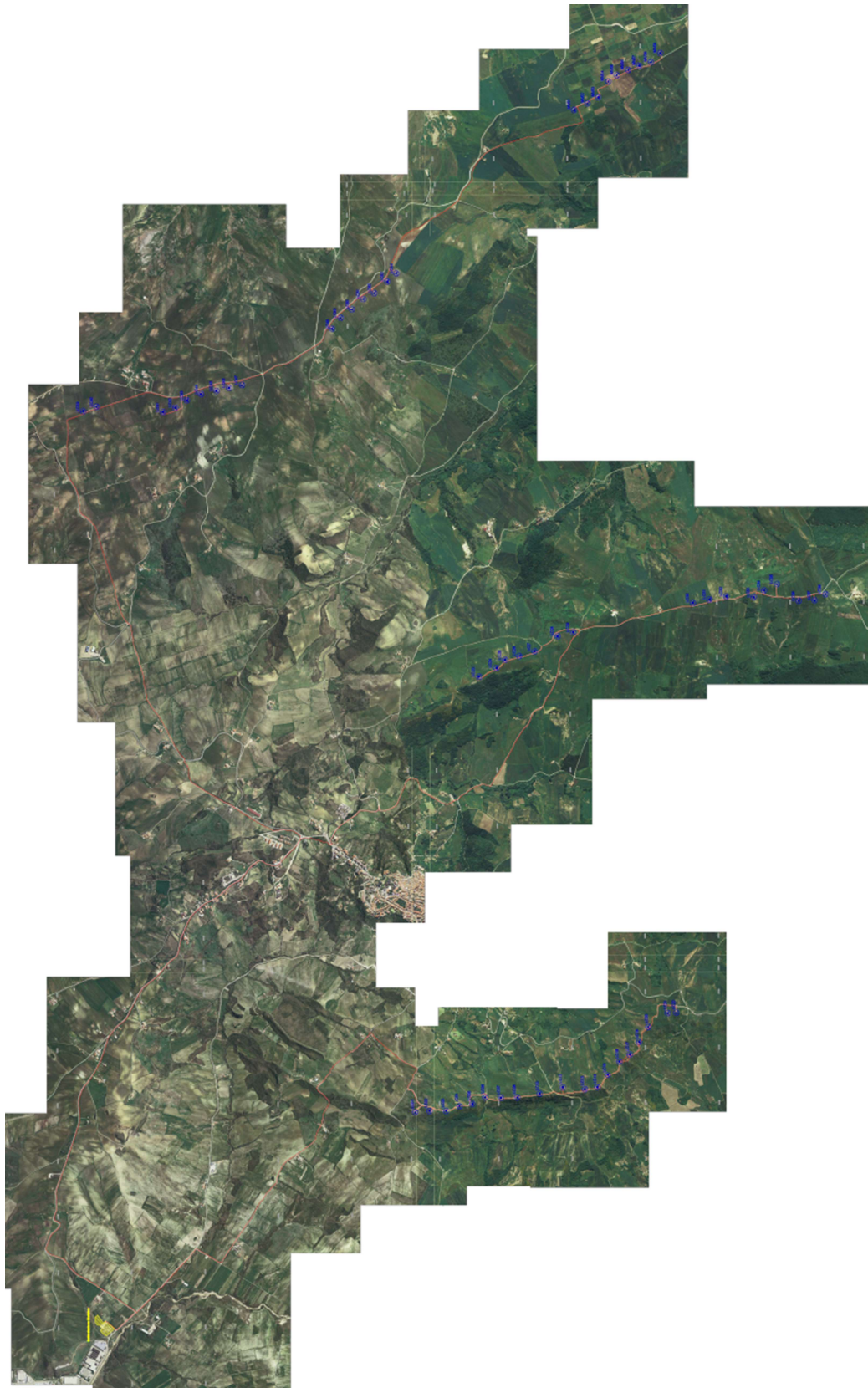


Figura 1 – Layout su ortofoto

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	8
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

L'intervento di reblading riguarderà la sostituzione delle pale del rotore con nuove pale più moderne ed efficienti e con una lunghezza maggiore, comportando così un aumento del diametro dagli attuali 47 m a 49 m. L'incremento del diametro non provocherà variazioni nella potenza nominale dell'impianto ma permetterà a quest'ultimo di avere una resa energetica superiore per bassi valori della velocità del vento.

Vista la natura dell'intervento, non verranno in alcun modo modificate le infrastrutture e le opere accessorie a servizio dell'impianto, che manterrà quindi la sua configurazione elettrica originaria:

- Bassa tensione dal generatore elettrico posto nella navicella fino alla cabina di trasformazione posizionato alla base delle torri;
- Media tensione dalle cabine di trasformazione fino al punto di consegna alla rete elettrica.

Nello specifico, la linea in media tensione a 20 kV è costituita da cavidotti interrati (in conformità alla norma CEI 11-17 e il regolamento di attuazione del Codice della strada) con collegamento in "entra-esce" tra le varie cabine di trasformazione. Il tracciato degli elettrodotti interrati segue nella totalità il percorso stradale esistente e la viabilità di servizio dell'impianto eolico.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	9
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

#### 4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

La redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici e sul contenimento del rischio di elettrocuzione ha tenuto conto della normativa vigente in materia.

Nello specifico, si sono recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, nel quale sono fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità che permettono di proteggere la popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete che vengono generati dagli elettrodotti.

In aggiunta, si è tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (secondo la metodologia di calcolo indicata dall'APAT – Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), e della Legge quadro 22/02/2001, n.36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

##### 4.1. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Nell'ottica di limitare l'esposizione ai campi magnetici generati dagli elettrodotti, il DPCM 08/07/2003 fissa tre diverse soglie cui fare riferimento.

In particolare, nell'art. 3 del già menzionato decreto vengono indicate come soglie dell'induzione magnetica i valori riportati in tabella.

**Tabella 1 – Soglie dell'induzione magnetica**

Soglia	Valore limite dell'induzione magnetica
<b>Limite di esposizione</b>	<b>100 <math>\mu</math>T:</b> da intendersi come valore efficace.
<b>Valore di attenzione:</b> misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.	<b>10 <math>\mu</math>T:</b> da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	10
LCD	ENG	REL	0015	00		

<p><b>Obiettivo di qualità:</b> nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.</p>	<p><b>3 <math>\mu</math>T:</b> da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.</p>
--	--

Il valore dell'induzione magnetica prefissato come obiettivo di qualità permette di individuare la **Fascia di Rispetto**, ovvero *“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  $\mu$ 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.”*

La Fascia di rispetto consente di determinare la **Distanza di Prima Approssimazione (DPA)**, che *“per le linee 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 le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra”*.

#### 4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 08/07/2003 stabilisce che il valore limite dello stesso sia pari a 5 kV/m, da intendersi come valore efficace.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	11
LCD	ENG	REL	0015	00		

## 5. VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAI COMPONENTI DELL'IMPIANTO EOLICO

### 5.1. APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA SULLA TUTELA DELLA POPOLAZIONE

Per tutto quanto attiene la valutazione dei campi elettrici e magnetici all'interno delle torri non trova applicazione il DPCM 08/07/2003, dal momento che l'accesso in tali aree è consentito unicamente a personale lavoratore autorizzato.

Inoltre, dato che le zone direttamente confinanti con l'impianto non sono adibite né ad una permanenza giornaliera non inferiori a 4 ore né ad aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi o ambienti scolastici, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Non trovano esposizione, per le stesse motivazioni, gli obiettivi di qualità del DPCM 08/07/2003.

### 5.2. AEROGENERATORE

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella e dal rotore.

Nel caso in esame la torre è un supporto metallico reticolare, che ha il compito di sorreggere l'insieme costituito dal rotore (le cui pale sono realizzate in resina epossidica rinforzata con fibre di vetro) e dalla navicella. All'interno di quest'ultima trovano alloggio i componenti per la conversione dell'energia: l'albero di trasmissione, il moltiplicatore di giri e il generatore elettrico. Il generatore elettrico rappresenta il componente con l'impatto più significativo in termini di campi elettromagnetici. Dato il basso livello di tensione in uscita dal generatore (inferiore ad 1 kV), l'entità del campo elettrico è trascurabile. Al contrario, il campo magnetico potrebbe assumere valori di interesse nelle immediate vicinanze del generatore elettrico posto nella navicella e nelle aree circostanti la torre tralicciata, al cui interno passa il cavo di collegamento tra il generatore stesso e la cabina di trasformazione.

Dato che il generatore è posizionato nella navicella ad un'altezza pari a 50 m, si possono considerare gli effetti del campo magnetico a livello del suolo praticamente nulli.

Nel caso del cavo di collegamento occorre invece valutare gli effetti che quest'ultimo genera nelle immediate vicinanze. In accordo alla CEI 106-11 art. 6.2.1 b), la formula approssimata per il calcolo dell'induzione magnetica B prodotta da conduttori unipolari disposti a semplice trifoglio è la seguente:

$$B = 0.1 \sqrt{6} \frac{S I}{R^2}$$

Nella quale S rappresenta la distanza tra le generatrici delle terne dei conduttori, I è la corrente che percorre i cavi, R è la generica distanza o raggio dal centro geometrico dei conduttori.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	12
LCD	ENG	REL	0015	00		

Attraverso la relazione seguente, che permette di calcolare il raggio rispetto all'asse della terna cui corrisponde un valore di induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ , è possibile definire il luogo dei punti con un valore di induzione magnetica superiore all'obiettivo di qualità:

$$R' = 0,286 \sqrt{SI} [m]$$

Ipotizzando quanto segue:

- Sezione del cavo: 400 mmq;
- Diametro del cavo: 32 mm;
- Corrente massima che percorre il cavo: 564 A;

dalla precedente relazione si ricava un valore di  $R'$  pari a 1,21 m, approssimato quindi a 2 m.

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$  che il limite di attenzione di  $10 \mu\text{T}$  fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli aerogeneratori, ipotizzando il funzionamento a piena potenza.

Data la natura non programmabile della fonte eolica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

### 5.3. CABINE ELETTRICHE ALLA BASE DELLE TORRI

Ogni WTG è dotata di una cabina di trasformazione, esterna all'aerogeneratore e posta alla base della torre tralicciata, al cui interno sono contenute tutte le apparecchiature necessarie per innalzare il livello di tensione dell'energia prodotta dalla bassa alla media tensione. Tra queste figurano il trasformatore MT/bt, il quadro generale di bassa tensione e il quadro MT di protezione e sezionamento.

Prendendo a riferimento la "Linea Guida di Enel Distribuzione" per il calcolo della distanza di prima approssimazione da linee e cabine elettriche, che recepisce quanto prescritto nell'Allegato al DM 29/05/2008, nel caso di cabine elettriche la fascia di rispetto deve essere calcolata secondo quanto segue:

1. Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.
2. Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 4 m x 2,4 m, altezze di 2,4 m e 2,7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	13
LCD	ENG	REL	0015	00		

le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$DPA = 0,40942 x^{0,5241} \sqrt{I}$$

Le cabine elettriche dell'impianto ricadono nella seconda casistica, pertanto si è provveduto a determinare la DPA con la formula su descritta.

Per il calcolo sono state presi in considerazione i seguenti parametri:

- Taglia del trasformatore: 700 kVA;
- Livelli di tensione MT/bt del trasformatore: 21/0,69 kV;
- Diametro dei cavi: 0,027 m;

Dai dati sopra riportati si ottiene una DPA di 1,46 m da approssimare per eccesso al metro superiore. Nel caso delle cabine elettriche la DPA è quindi pari a 2 m.

#### 5.4. CAVIDOTTI MT INTERRATI

Come già detto, l'intervento di reblading non comporterà la sostituzione delle apparecchiature elettriche. Pertanto, verranno mantenuti gli elettrodotti interrati già esistenti ed in esercizio, di cui non si hanno tutte le informazioni dettagliate. Per le valutazioni di seguito riportate sono state assunte ipotesi conservative che tuttavia si basano su caratteristiche ampiamenti comune nello stato dell'arte: i cavidotti sono costituiti da terne trifase di cavi unipolari disposti a trifoglio, posate all'interno di alloggiamenti sotterranei o direttamente nel terreno.

Grazie all'effetto schermante del terreno stesso e alla messa a terra delle estremità dei cavi, il campo elettrico generato dagli elettrodotti può ritenersi trascurabile.

Si precisa che, qualora gli elettrodotti siano costituiti da cavi cordati con posa a trifoglio a elica visibile, le metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, affermano che non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

All'art. 3.2 dell'allegato APAT viene infatti detto che:

*“sono escluse dall'applicazione della metodologia:*

.....

- *Le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);*

*In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991”.*

A puro titolo cautelativo, si è effettuata la valutazione del campo magnetico generato da un elettrodotto interrato ma posizionato a trifoglio semplice e non con elica visibile, caso ben più gravoso dal punto di vista

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	14
LCD	ENG	REL	0015	00		

delle emissioni magnetiche. Non sono stati presi però in considerazione gli effetti dovuti alla presenza di eventuali linee elettriche interrate o aeree già in esercizio non facenti parte dell'impianto di interesse.

Per la valutazione del campo magnetico generato dagli elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse modalità di posa che possono presentarsi e, sulla base di queste, effettuare la valutazione del campo magnetico.

Come già detto, non sono noti i dettagli di posa dell'impianto. Pertanto, sulla base delle informazioni contenute nei documenti "LCD-ING-MAP-1000\_04-QUADRO GENERALE" e "LCD-ELE-DIS-0001\_0-SCHEMA A BLOCCHI D'IMPIANTO" si sono ipotizzate le possibili modalità di posa:

- CASO A: n.1 terna di cavi MT nello stesso scavo;
- CASO B: n.2 terne di cavi MT nello stesso scavo;
- CASO C: n.4 terne di cavi MT nello stesso scavo;
- CASO D: n.6 terne di cavi MT nello stesso scavo;

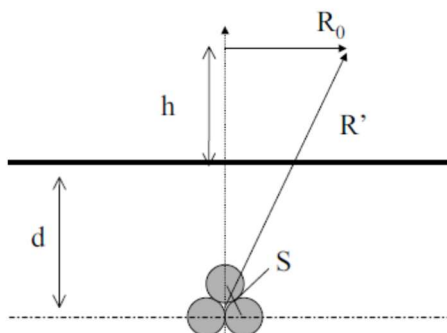
In tutti i casi si ipotizza una profondità di posa dei cavi pari a 1,2 m.

#### 5.4.1. Caso A – 1 terna di cavi

In accordo alla CEI 106-11 art. 6.2.3 b), la formula approssimata per il calcolo dell'induzione magnetica B prodotta da conduttori unipolari disposti a semplice trifoglio è la seguente:

$$B = 0.1 \sqrt{6} \frac{S I}{R^2}$$

Nella quale S rappresenta la distanza tra le generatrici delle terne dei conduttori, I è la corrente che percorre i cavi, R è la generica distanza o raggio dal centro geometrico dei conduttori.



Attraverso la relazione seguente, che permette di calcolare il raggio rispetto all'asse della terna cui corrisponde un valore di induzione magnetica pari a 3 μT, è possibile definire il luogo dei punti con un valore di induzione magnetica superiore all'obiettivo di qualità:

$$R' = 0,286 \sqrt{S I} [m]$$

Ipotizzando quanto segue:

- Sezione del cavo: 240 mmq;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	15
LCD	ENG	REL	0015	00		

- Diametro del cavo: 45 mm;
- Corrente massima che percorre il cavo: 236 A;

dalla precedente relazione si ricava un valore di R' pari a 0,93 m, approssimati quindi a 1 m. Vista la profondità di posa ipotizzata, si possono considerare gli effetti del campo magnetico a livello del suolo praticamente nulli.

#### 5.4.2. Caso B – 2 terne di cavi

Per tener conto di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che prende in considerazione il campo magnetico generato da ogni singola terna.

Il modello, costituito secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap 4.3, tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right] \quad B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

È possibile a questo punto effettuare una semplificazione del modello che consideri il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna.

Riprendendo quanto già detto in precedenza, per i cavi unipolari posati a trifoglio semplice si può ricorrere ad un'espressione approssimata del campo magnetico:

$$B = 0.1 \sqrt{6} \frac{S I}{R^2}$$

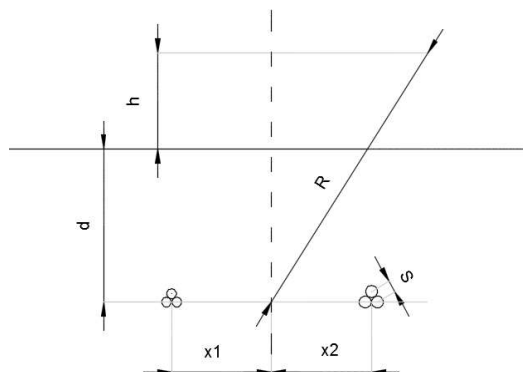
Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi generati dalle singole terne e calcolare, tramite il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

Fissando quindi l'asse centrale del sistema di terne come riportato in figura, il campo magnetico generato dalle due terne di elettrodotti è dato dalla seguente formula:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2}$$

dove B [ $\mu$ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), S<sub>i</sub> [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I<sub>i</sub> [A] (specificata della terna i-esima).

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	16
LCD	ENG	REL	0015	00		



Per quanto riguarda la corrente  $I_i$ , il DPCM 8/07/2003 all'art.6 indica di fare riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, così come definita dalla norma CEI 11- 60, la quale regola la portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV. Trattandosi nel caso specifico invece di linea interrata in media tensione (30 kV), e non potendosi fare riferimento a quanto previsto dal decreto, si è fatto riferimento alla portata in corrente in regime permanente, così come definita dalla norma CEI 11-17.

Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di  $h$ , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

<b>Profondità di posa dei cavi</b>	1,20 m
<b>Distanza terna 1 dall'asse y</b>	-0,08 m
<b>Distanza terna 2 dall'asse y</b>	0,08 m
<b>Sezione terne</b>	3x1x240 mm <sup>2</sup>
<b>Corrente cavi</b>	236 A

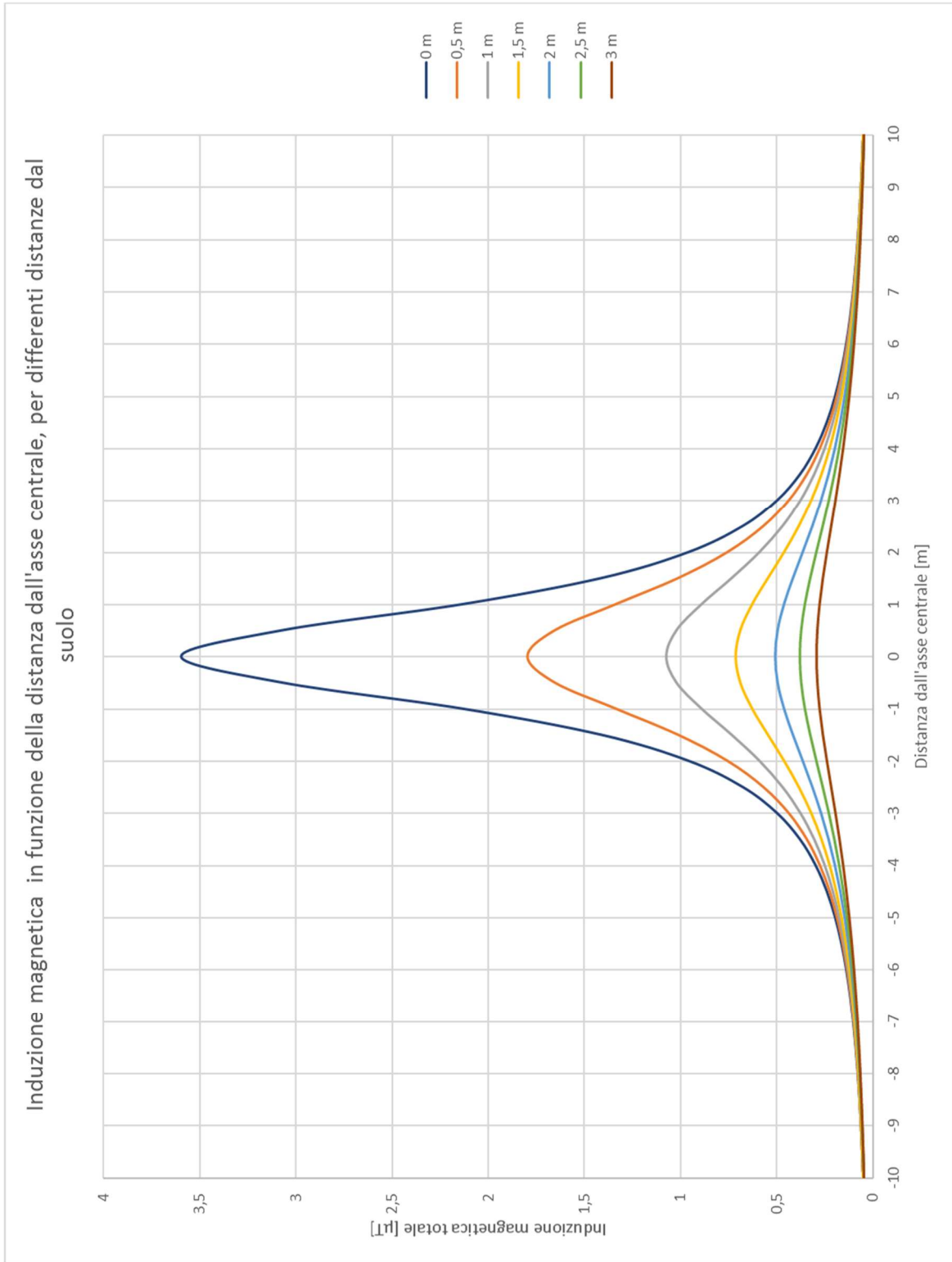
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	17
LCD	ENG	REL	0015	00		

INDUZIONE MAGNETICA TOTALE [ $\mu\text{T}$ ]							
Distanza dall'asse centrale [m]	Distanza dal livello del suolo						
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,051	0,051	0,050	0,048	0,047	0,046	0,044
-9,5	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052	0,050	0,048
-9	0,063	0,062	0,061	0,059	0,057	0,055	0,053
-8,5	0,071	0,069	0,068	0,065	0,063	0,061	0,058
-8	0,080	0,078	0,076	0,073	0,070	0,067	0,064
-7,5	0,090	0,088	0,085	0,082	0,078	0,074	0,070
-7	0,103	0,100	0,097	0,092	0,088	0,083	0,078
-6,5	0,119	0,115	0,111	0,105	0,099	0,093	0,087
-6	0,139	0,134	0,127	0,120	0,113	0,105	0,097
-5,5	0,164	0,157	0,148	0,139	0,129	0,118	0,109
-5	0,197	0,187	0,174	0,161	0,148	0,135	0,122
-4,5	0,240	0,225	0,207	0,189	0,171	0,153	0,137
-4	0,299	0,276	0,250	0,223	0,198	0,175	0,155
-3,5	0,380	0,344	0,305	0,266	0,231	0,201	0,174
-3	0,499	0,438	0,376	0,320	0,270	0,229	0,195
-2,5	0,678	0,570	0,469	0,384	0,316	0,261	0,218
-2	0,959	0,756	0,589	0,461	0,365	0,294	0,240
-1,5	1,413	1,013	0,734	0,545	0,416	0,326	0,262
-1	2,136	1,338	0,891	0,627	0,463	0,354	0,279
-0,5	3,074	1,655	1,021	0,690	0,496	0,373	0,291
0	3,597	1,796	1,074	0,713	0,508	0,380	0,295
0,5	3,074	1,655	1,021	0,690	0,496	0,373	0,291
1	2,136	1,338	0,891	0,627	0,463	0,354	0,279
1,5	1,413	1,013	0,734	0,545	0,416	0,326	0,262
2	0,959	0,756	0,589	0,461	0,365	0,294	0,240
2,5	0,678	0,570	0,469	0,384	0,316	0,261	0,218
3	0,499	0,438	0,376	0,320	0,270	0,229	0,195
3,5	0,380	0,344	0,305	0,266	0,231	0,201	0,174
4	0,299	0,276	0,250	0,223	0,198	0,175	0,155
4,5	0,240	0,225	0,207	0,189	0,171	0,153	0,137
5	0,197	0,187	0,174	0,161	0,148	0,135	0,122
5,5	0,164	0,157	0,148	0,139	0,129	0,118	0,109
6	0,139	0,134	0,127	0,120	0,113	0,105	0,097
6,5	0,119	0,115	0,111	0,105	0,099	0,093	0,087
7	0,103	0,100	0,097	0,092	0,088	0,083	0,078
7,5	0,090	0,088	0,085	0,082	0,078	0,074	0,070
8	0,080	0,078	0,076	0,073	0,070	0,067	0,064
8,5	0,071	0,069	0,068	0,065	0,063	0,061	0,058
9	0,063	0,062	0,061	0,059	0,057	0,055	0,053
9,5	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052	0,050	0,048
10	0,051	0,051	0,050	0,048	0,047	0,046	0,044

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	18
LCD	ENG	REL	0015	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	19
LCD	ENG	REL	0015	00		

Analizzando i risultati ottenuti si evidenzia:

- Distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica superiore a 3 µT: 1,37 m;
- Fascia di rispetto al di sopra del terreno: 0,17 m;
- Distanza di Prima Approssimazione: 1,08 m, approssimata a 2 m;

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di 3 µT che il limite di attenzione di 10 µT fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli aerogeneratori, ipotizzando il funzionamento a piena potenza.

Data la natura non programmabile della fonte eolica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

#### 5.4.3. Caso C – 4 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto composto da quattro terne di cavi disposte su due livelli, come evidenziato in figura.



Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'asse centrale del sistema in corrispondenza della mezzeria tra le terne, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0,1 \sqrt{6} \sum_i \frac{S_i I_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

dove B [µT] è l'induzione magnetica in un generico punto di coordinate (x,y) rispetto al centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), S<sub>i</sub> [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	20
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

$i$ -esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a  $I_i$  [A] (specifica della terna  $i$ -esima). La terna  $i$ -esima è individuata dalle coordinate  $(x_i, y_i)$ .

Come nel paragrafo precedente, sono state calcolate, fissando vari valori di  $h$ , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

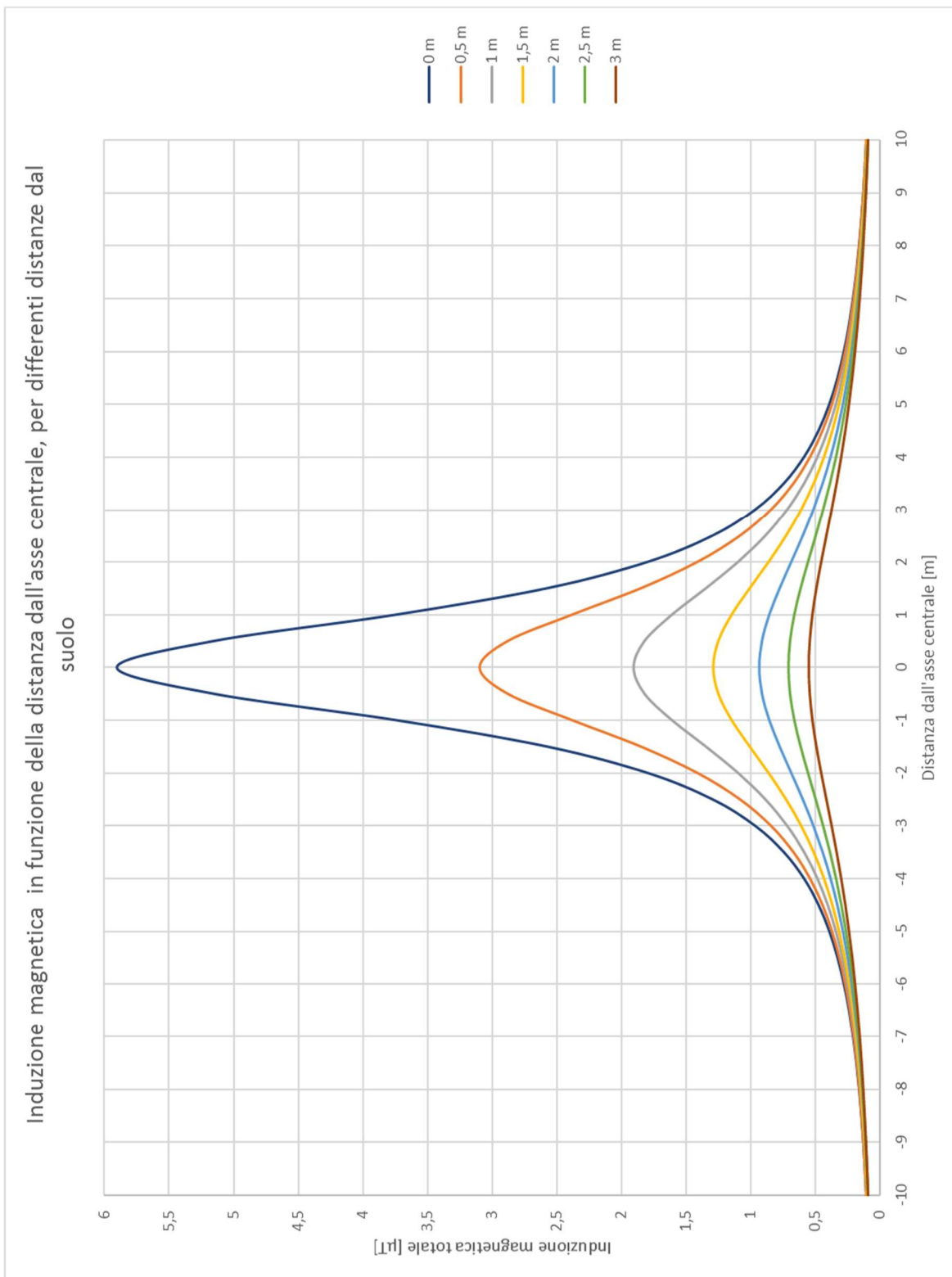
<b>Profondità di posa dei cavi</b>	1,20 m / 1,50 m
<b>Distanza terne 1 e 3 dall'asse <math>y</math></b>	-0,08 m
<b>Distanza terne 2 e 4 dall'asse <math>y</math></b>	0,08 m
<b>Sezione terne</b>	3x1x240 mm <sup>2</sup>
<b>Corrente cavi</b>	236 A

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	21
LCD	ENG	REL	0015	00		

INDUZIONE MAGNETICA TOTALE [ $\mu$ T]							
Distanza dall'asse centrale [m]	Distanza dal livello del suolo						
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,102	0,101	0,099	0,096	0,094	0,091	0,088
-9,5	0,113	0,111	0,109	0,106	0,103	0,099	0,095
-9	0,126	0,123	0,120	0,117	0,113	0,109	0,104
-8,5	0,140	0,138	0,134	0,129	0,125	0,120	0,114
-8	0,158	0,154	0,150	0,144	0,138	0,132	0,126
-7,5	0,179	0,174	0,168	0,162	0,154	0,146	0,138
-7	0,205	0,198	0,191	0,182	0,173	0,163	0,153
-6,5	0,236	0,228	0,218	0,207	0,195	0,182	0,170
-6	0,275	0,264	0,251	0,236	0,220	0,205	0,190
-5,5	0,324	0,309	0,291	0,271	0,251	0,231	0,212
-5	0,388	0,366	0,341	0,314	0,287	0,261	0,237
-4,5	0,471	0,440	0,404	0,367	0,331	0,297	0,266
-4	0,584	0,536	0,484	0,432	0,383	0,338	0,298
-3,5	0,740	0,664	0,586	0,511	0,444	0,385	0,334
-3	0,962	0,839	0,718	0,609	0,515	0,437	0,373
-2,5	1,291	1,078	0,886	0,726	0,597	0,495	0,414
-2	1,792	1,407	1,097	0,861	0,686	0,554	0,455
-1,5	2,571	1,846	1,346	1,008	0,775	0,611	0,493
-1	3,737	2,378	1,608	1,147	0,855	0,660	0,524
-0,5	5,152	2,877	1,821	1,252	0,912	0,693	0,544
0	5,903	3,095	1,905	1,291	0,932	0,705	0,552
0,5	5,152	2,877	1,821	1,252	0,912	0,693	0,544
1	3,737	2,378	1,608	1,147	0,855	0,660	0,524
1,5	2,571	1,846	1,346	1,008	0,775	0,611	0,493
2	1,792	1,407	1,097	0,861	0,686	0,554	0,455
2,5	1,291	1,078	0,886	0,726	0,597	0,495	0,414
3	0,962	0,839	0,718	0,609	0,515	0,437	0,373
3,5	0,740	0,664	0,586	0,511	0,444	0,385	0,334
4	0,584	0,536	0,484	0,432	0,383	0,338	0,298
4,5	0,471	0,440	0,404	0,367	0,331	0,297	0,266
5	0,388	0,366	0,341	0,314	0,287	0,261	0,237
5,5	0,324	0,309	0,291	0,271	0,251	0,231	0,212
6	0,275	0,264	0,251	0,236	0,220	0,205	0,190
6,5	0,236	0,228	0,218	0,207	0,195	0,182	0,170
7	0,205	0,198	0,191	0,182	0,173	0,163	0,153
7,5	0,179	0,174	0,168	0,162	0,154	0,146	0,138
8	0,158	0,154	0,150	0,144	0,138	0,132	0,126
8,5	0,140	0,138	0,134	0,129	0,125	0,120	0,114
9	0,126	0,123	0,120	0,117	0,113	0,109	0,104
9,5	0,113	0,111	0,109	0,106	0,103	0,099	0,095
10	0,102	0,101	0,099	0,096	0,094	0,091	0,088

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	22
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	23
LCD	ENG	REL	0015	00		

Analizzando i risultati ottenuti si evidenzia:

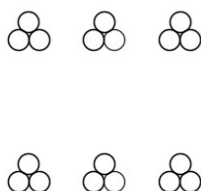
- Distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica superiore a 3 μT: 1,74 m;
- Fascia di rispetto al di sopra del terreno: 0,54m;
- Distanza di Prima Approssimazione: 2,64 m, approssimata a 3 m;

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di 3 μT che il limite di attenzione di 10 μT fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli aerogeneratori, ipotizzando il funzionamento a piena potenza.

Data la natura non programmabile della fonte eolica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

#### 5.4.4. Caso D – 6 terne di cavi

Infine, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto composto da sei terne di cavi disposte su due livelli, come evidenziato in figura.



Come nel caso precedente si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0,1 \sqrt{6} \sum_i \frac{S_i I_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto di coordinate (x,y) rispetto al centro del sistema, S<sub>i</sub> [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i- esima, percorsi da correnti

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	24
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a  $I_i$  [A] (specifica della terna  $i$ -esima). La terna  $i$ -esima è individuata dalle coordinate  $(x_i, y_i)$ .

Come nel paragrafo precedente, sono state calcolate, fissando vari valori di  $h$ , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

<b>Profondità di posa dei cavi</b>	1,20 m / 1,50 m
<b>Distanza terna 1 e 4 dall'asse y</b>	-0,08 m
<b>Distanza terna 2 e 5 dall'asse y</b>	0 m
<b>Distanza terne 3 e 6 dall'asse y</b>	0,08 m
<b>Sezione terne</b>	3x1x240 mm <sup>2</sup>
<b>Corrente cavi</b>	236 A

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	25
LCD	ENG	REL	0015	00		

INDUZIONE MAGNETICA TOTALE [ $\mu\text{T}$ ]							
Distanza dall'asse centrale [m]	Distanza dal livello del suolo						
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,153	0,151	0,148	0,144	0,140	0,136	0,131
-9,5	0,170	0,167	0,163	0,159	0,154	0,149	0,143
-9	0,188	0,185	0,180	0,175	0,169	0,163	0,156
-8,5	0,211	0,206	0,201	0,194	0,187	0,179	0,171
-8	0,237	0,232	0,225	0,216	0,208	0,198	0,188
-7,5	0,269	0,262	0,253	0,243	0,231	0,220	0,208
-7	0,307	0,298	0,286	0,273	0,259	0,245	0,230
-6,5	0,354	0,342	0,327	0,310	0,292	0,274	0,255
-6	0,413	0,396	0,376	0,354	0,331	0,307	0,284
-5,5	0,487	0,464	0,436	0,407	0,377	0,346	0,318
-5	0,582	0,549	0,512	0,471	0,431	0,392	0,356
-4,5	0,707	0,660	0,606	0,550	0,496	0,445	0,399
-4	0,876	0,804	0,726	0,648	0,574	0,507	0,447
-3,5	1,110	0,997	0,879	0,767	0,666	0,577	0,501
-3	1,444	1,258	1,077	0,913	0,773	0,656	0,560
-2,5	1,937	1,618	1,329	1,089	0,895	0,742	0,621
-2	2,690	2,111	1,645	1,292	1,028	0,831	0,682
-1,5	3,860	2,770	2,019	1,512	1,163	0,917	0,739
-1	5,608	3,567	2,412	1,721	1,283	0,990	0,786
-0,5	7,723	4,314	2,730	1,877	1,367	1,040	0,817
0	8,842	4,639	2,856	1,935	1,398	1,057	0,827
0,5	7,723	4,314	2,730	1,877	1,367	1,040	0,817
1	5,608	3,567	2,412	1,721	1,283	0,990	0,786
1,5	3,860	2,770	2,019	1,512	1,163	0,917	0,739
2	2,690	2,111	1,645	1,292	1,028	0,831	0,682
2,5	1,937	1,618	1,329	1,089	0,895	0,742	0,621
3	1,444	1,258	1,077	0,913	0,773	0,656	0,560
3,5	1,110	0,997	0,879	0,767	0,666	0,577	0,501
4	0,876	0,804	0,726	0,648	0,574	0,507	0,447
4,5	0,707	0,660	0,606	0,550	0,496	0,445	0,399
5	0,582	0,549	0,512	0,471	0,431	0,392	0,356
5,5	0,487	0,464	0,436	0,407	0,377	0,346	0,318
6	0,413	0,396	0,376	0,354	0,331	0,307	0,284
6,5	0,354	0,342	0,327	0,310	0,292	0,274	0,255
7	0,307	0,298	0,286	0,273	0,259	0,245	0,230
7,5	0,269	0,262	0,253	0,243	0,231	0,220	0,208
8	0,237	0,232	0,225	0,216	0,208	0,198	0,188
8,5	0,211	0,206	0,201	0,194	0,187	0,179	0,171
9	0,188	0,185	0,180	0,175	0,169	0,163	0,156
9,5	0,170	0,167	0,163	0,159	0,154	0,149	0,143
10	0,153	0,151	0,148	0,144	0,140	0,136	0,131



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	27
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

Analizzando i risultati ottenuti si evidenzia:

- Distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica superiore a 3  $\mu$ T: 2,16 m;
- Fascia di rispetto al di sopra del terreno: 0,96 m;
- Distanza di Prima Approssimazione: 3,74 m, approssimata a 4 m;

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T che il limite di attenzione di 10  $\mu$ T fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli aerogeneratori, ipotizzando il funzionamento a piena potenza.

Data la natura non programmabile della fonte eolica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	28
LCD	ENG	REL	0015	00		

## 6. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare, e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo. Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l'eventuale distanza di prima approssimazione (DPA).

Di seguito i principali risultati:

### Aerogeneratori

I campi elettromagnetici dovuti al generatore elettrico sono trascurabili e dunque non è necessaria l'apposizione di alcuna fascia di rispetto. Nel caso del cavo che collega la navicella alla cabina di trasformazione è stata valutata una DPA rispetto all'asse del cavo stesso di 2 m.

### Cabine elettriche di trasformazione

La presenza dei trasformatori all'interno delle cabine di trasformazione rende necessaria l'apposizione di una DPA dalle pareti esterne della cabina stessa pari a 2 m.

### Elettrodotti

Per quanto riguarda gli elettrodotti per il trasporto dell'energia sono emersi i seguenti risultati:

- Caso A – una terna nello stesso scavo: considerando la profondità di posa ipotizzata, non è necessaria l'apposizione di una fascia di rispetto al di sopra del terreno;
- Caso B – due terne nello stesso scavo: è stata valutata una DPA a livello del terreno di 2 m;
- Caso C – quattro terne nello stesso scavo: è stata valutata una DPA a livello del terreno di 3 m;
- Caso D – sei terne nello stesso scavo: è stata valutata una DPA a livello del terreno di 4 m.

Si precisa che le considerazioni e i calcoli riportati nei paragrafi precedenti riguardano esclusivamente le opere elettriche già esistenti ed a servizio dell'impianto eolico in oggetto, escludendo quindi eventuali altre linee aeree o interrato esterne allo stesso. Considerato ciò, è possibile affermare che le opere suddette, grazie anche alle soluzioni costruttive e di localizzazione adottate (le opere dell'impianto sono posizionate in zone pressoché disabitate), rispettano i limiti posti dalla L. 36/2001 e dal DPCM 8 luglio 2003 e sono quindi compatibili con l'eventuale presenza umana nella zona.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	PROGETTO DI REBLADING PARCO EOLICO LACEDONIA-MONTEVERDE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	29
<b>LCD</b>	<b>ENG</b>	<b>REL</b>	<b>0015</b>	<b>00</b>		

Tutte le valutazioni fatte in questo documento sono da considerarsi ampiamente conservative, in quanto la normativa si riferisce alle nuove costruzioni, mentre nel caso in esame si ribadisce che nessun componente elettrico viene modificato né tantomeno sottoposte a sostituzioni rispetto all'esistente.