

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI BRINDISI
COMUNE DI BRINDISI

Parco Eolico "152 BRINDISI"
composto da 8 turbine da 6.2 MW ciascuna

R09

**RELAZIONE SULLA
COMPATIBILITÀ ELETTRROMAGNETICA**

Note:

Rev. 0 - Prima emissione, elaborato da ACS/MG, approvato da MG, data: 30/11/2023



INTERPLAN

Progettista: INTERPLAN s.r.l.
via Papa Giovanni Paolo I, n. 12 - 70124 Bari
c.f. 04767360722
info@interplan.it

Progettista:
Ing. Axel Ceglie Swoboda
via Messina n. 4
721017 Brindisi
c.f. CGLXLA63B16Z102C

Progettista: Ing. Marcello Gatto
Ord. Ing. Bari n. 3965
via Papa Giovanni Paolo I, n. 12 - 70124 Bari
c.f. GTTMCL63A27A662K
marcello.gatto@interplan.it

Committente: Cubico Lidia s.r.l.
Via Alessandro Manzoni, 43 - 20100 Milano
P.IVA e Codice Fiscale 12943230966
pec: cubicolidia@legalmail.it

Sommario

1	Introduzione	2
2	Documenti di riferimento	2
3	Analisi della normativa applicabile	2
4	Valutazione preventiva dei campi elettrici e magnetici	5
4.1	Valutazione dei campi elettrici	5
4.2	Valutazione dei campi magnetici	5
4.2.1	<i>Elettrodotti di media tensione</i>	<i>5</i>
4.2.2	<i>Elettrodotto di alta tensione</i>	<i>6</i>
4.2.3	<i>Sottostazione utente.....</i>	<i>6</i>
4.2.4	<i>Sottostazione utente.....</i>	<i>7</i>
5	Conclusioni	7

Indice delle figure

Figura 1 - CEI 106-11: cavi unipolari posati a trifoglio	5
Figura 2 - CEI 106-11: cavi unipolari posati in piano	6

1 Introduzione

Il presente elaborato riguarda lo studio della compatibilità elettromagnetica del progetto per la realizzazione di un **parco eolico** per la produzione industriale di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da **8 aerogeneratori** tripala ad asse orizzontale, ciascuno di potenza nominale pari a **6,2 MW**, per una potenza elettrica complessiva pari a **49,6 MW**.

L'intervento è proposto dalla società Cubico Lidia s.r.l., con sede in Via Alessandro Manzoni, 43 - 20100 Milano, P.IVA e Codice Fiscale 12943230966, del gruppo **Cubico**, che ad oggi ha in Italia **46 impianti operativi**, con una potenza complessiva installata di ben **260 MW**, e molti altri nel mondo.

2 Documenti di riferimento

- DPCM 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”;
- Decreto 29 maggio 2008 – Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- DM 21 marzo 1988, n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne”
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.
- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I”.
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche”.
- ENEL - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche

3 Analisi della normativa applicabile

L'art. 3 della legge n. 36/2001 riporta le definizioni delle grandezze di interesse per la caratterizzazione dell'esposizione a campi elettromagnetici:

- a. esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;
- b. limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a);

- c. valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;
- d. obiettivi di qualità sono:
 - i. i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;
 - ii. i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;
- e. elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- f. esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- g. esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici”

Gli articoli 3 e 4 del D.P.C.M. 8 luglio 2003 hanno successivamente definito i limiti di esposizione e valori di attenzione per elettrodotti esistenti (art.3) e obiettivi di qualità per nuovi elettrodotti (art.4):

“Art. 3.

Limiti di esposizione e valori di attenzione

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 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

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 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Art. 4

Obiettivi di qualità

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 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, inoltre, con Decreto 29 Maggio 2008 è stata approvata 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 per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto, da attribuire ove sia applicabile l’obiettivo di qualità (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 in una distanza di prima approssimazione (DPA).

Con riferimento all’allegato (“Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”) al D.M. appena richiamato, si riportano le seguenti definizioni di interesse ai fini della valutazione dell’impatto elettromagnetico dell’intervento:

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 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.”

Nella specificità dell’intervento proposto, in materia di impatto elettromagnetico di parchi eolici, è inoltre utile riportare la richiesta dell’art.10 comma e del Regolamento Regionale 16/2006 che dispone come “In particolare sono richieste analisi e valutazioni in ordine a linee elettriche appositamente progettate e costruite ...”.

4 Valutazione preventiva dei campi elettrici e magnetici

4.1 Valutazione dei campi elettrici

Considerando che la massima tensione elettrica all'interno ed all'esterno è di 30.000V per le linee MT e 36.000V per l'elettrodotto At, e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle recinzioni, dalle murature del fabbricato, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., **si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici** che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica. In particolare, è stato più volte dimostrato da misure sperimentali condotte in tutta Italia dal sistema agenziale ARPA sulle cabine MT/BT della Distribuzione, che i campi elettrici all'esterno delle cabine a media tensione risultano essere abbondantemente inferiori ai limiti di legge.

4.2 Valutazione dei campi magnetici

In merito alla valutazione dei campi magnetici, è corretto trascurare, per la verifica dei limiti di esposizione, il contributo dei cavi di bassa tensione e di quelli di media tensione in cavo cordato ad elica, considerando che le diverse fasi saranno in posa ravvicinata in cunicolo interrato all'interno delle cabine o comunque all'interno dell'impianto, ed in tali locali non si prevede la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione. Si ricorda a tal proposito che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio, il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori.

Per questo motivo il problema dei campi magnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo dove gli spessori degli isolanti sono molto contenuti permettendo alle tre fasi di essere estremamente ravvicinate tra loro se non addirittura inserite nello stesso cavo multipolare.

4.2.1 Elettrodotti di media tensione

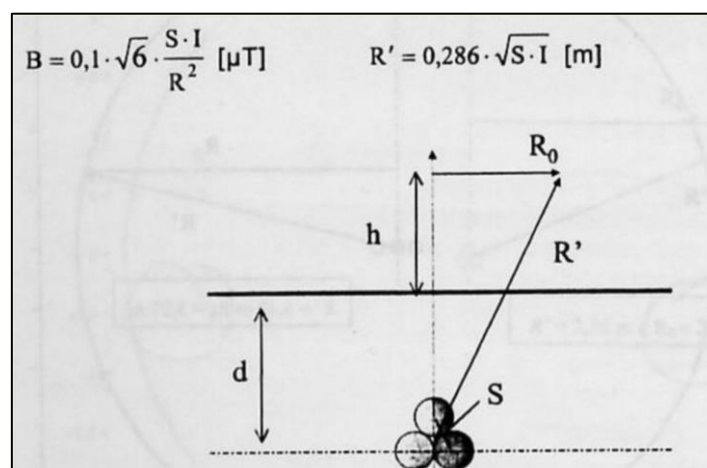


Figura 1 - CEI 106-11: cavi unipolari posati a trifoglio

Nel caso degli elettrodotti di media tensione previsti in progetto, interrati e posati a trifoglio, con riferimento agli schemi di calcolo della norma CEI 106-11(Figura 1), tenendo conto dei valori di corrente elaborati nella relazione di calcolo, posti $h=0$; $d=1.3$; $S=0,035$; $I=126$ A; si ottiene $R'=0.6$ m.

Poiché la distanza R' è inferiore a quella di posa d , si conferma che il campo magnetico a livello del suolo è da ritenersi **trascurabile**.

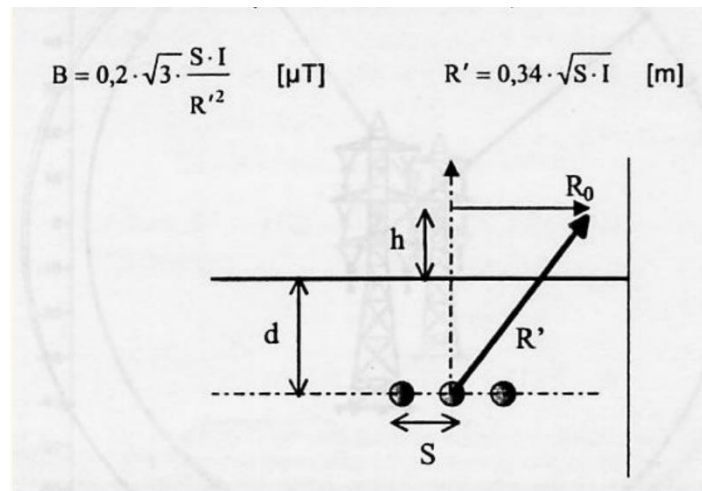


Figura 2 - CEI 106-11: cavi unipolari posati in piano

4.2.2 Elettrodotto di alta tensione

Nel caso dell'elettrodotto di alta tensione previsto in progetto, interrato e posato in piano, con riferimento agli schemi di calcolo della norma CEI 106-11(Figura 1), tenendo conto dei valori di corrente elaborati nella relazione di calcolo, posti $h=0$; $d=1.5$; $S=0,065$; $I=837$ A; si ottiene $R'=2.5$ m, $R_0=2.0$ m.

Pertanto, per l'elettrodotto interrato a 36 kV, si adotta una fascia di rispetto pari alla **DPA=2 m**.

Si precisa che per tutto il tracciato dell'elettrodotto, in tale fascia, non sono presenti luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere, come ad es. abitazioni, asili ecc.

4.2.3 Sottostazione utente

Secondo la normativa, il calcolo della distanza di prima approssimazione (Dpa) deve essere effettuato utilizzando la seguente formula:

$$D_{pa} = \sqrt{I} \times 0,40942 \times D^{0,5241}$$

$$D_{pa} = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0.5241}$$

in cui

D_{pa} = Distanza di prima approssimazione [m];

I = corrente nominale [A];

x = diametro dei cavi [m].

Nel caso in esame, posto: $I = 837$ A, $x = 65$ mm, si ottiene $D_{pa} = 2,8$ m. Si noti che la D_{pa} e la relativa fascia di rispetto rientrano nei confini dell'area di pertinenza della Sottostazione.

4.2.4 Sottostazione utente

Le D_{pa} , e quindi, le relative fasce di rispetto rientrano, generalmente, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso. È dunque rimesso all'Autorità competente la facoltà di procedere al calcolo delle fasce di rispetto relativamente agli elementi perimetrali.

5 Conclusioni

Le fasce di rispetto da osservare per la protezione dai campi elettrici e magnetici sono state determinate secondo la metodologia prevista dal DM 21 marzo 1988, n. 449.

In particolare,

- per i cavidotti di progetto in media tensione i calcoli dimostrano che non risulta necessario prevedere fasce di rispetto;
- per la sottostazione utente le fasce di rispetto ricadono all'interno del suo perimetro;
- per il cavidotto in alta tensione è necessario prevedere una fascia di rispetto di **2 metri** da ciascun lato dell'asse dell'elettrodotto (4 metri in totale);
- per la Stazione Elettrica di consegna (cabina primaria) la metodologia prevede che le D_{pa} , e quindi, le relative fasce di rispetto rientrano, generalmente, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso. È dunque rimesso all'Autorità competente la facoltà di procedere al calcolo delle fasce di rispetto relativamente agli elementi perimetrali.