



COMUNI DI LESINA E SAN PAOLO DI CIVITATE
PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

**PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE
(PUA)**

**Valutazione di
Impatto Ambientale (V.I.A.)**

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)
"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

ATS ALEXINA

DITTA

AEP Srl

A18

PAGG. 11

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO

REV	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE	28/12/2021

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.
Diametro rotore: fino a 180 m.
Potenza unitaria: fino a 6 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 10
Potenza complessiva: fino a 60 MW.

Il proponente:

AEP Srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
aepvento@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu

INDICE

1. OGGETTO E SCOPO	2
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI.....	4
3.1. Generalità.....	4
4. CAMPI ELETTROMAGNETICI	5
4.1. RICHIAMI NORMATIVI.....	6
4.2. CAMPI ELETTROMAGNETICI CAVIDOTTI INTERRATI MT	8
5. CONCLUSIONI	11

1. OGGETTO E SCOPO

Scopo del presente documento è quello di calcolare le emissioni elettromagnetiche associate ai cavidotti di collegamento, in Media Tensione, tra gli aerogeneratori del parco eolico “ATS ALEXINA” e la stazione di utenza (AT/MT). Tale impianto ricade nei comuni di Lesina (FG) e San Paolo di Civitate (FG). In particolare nel documento si valuterà l'intensità dei campi elettromagnetici e si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le fasce di rispetto dei cavidotti MT sopra detti.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] Ats Engineering s.r.l.: Impianto eolico "ATS ALEXINA", parametri di progetto
- [2] Ats Engineering s.r.l.: "Impianto eolico "ATS ALEXINA", Tracciato cavidotti"
- [3] 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".
- [4] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"
- [5] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- [6] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- [7] 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."
- [8] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"

3. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

3.1. Generalità

L'impianto eolico con denominazione "ATS ALEXINA", che ricade nei comuni di Lesina (FG) e San Paolo di Civitate (FG), è costituito da 10 aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore trifase ($V=20000$ V, $P=4000$ kW). Queste macchine sono collegate al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina.

I 10 aerogeneratori sono raggruppati in sottocampi e ogni sottocampo è interconnesso tramite una linea MT a 20 kV alla stazione di utenza (AT/MT), nel punto di consegna, con Terna S.p.A.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione;

L'impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- il sistema AT a 150 kV c.a., esercito con neutro isolato;
- il sistema MT a 20 kV c.a., esercito con neutro isolato;
- il sistema BT a 400 V c.a., esercito con neutro a terra (montante aerogeneratore);
- il sistema BT a 400 V c.a., esercito con neutro a terra (servizi d'impianto);
- il sistema BT a 110 V c.c., per le alimentazioni protette

L'impianto è pertanto composto dalle seguenti strutture:

- n°1 stazione elettrica AT/MT (150/20 kV) con cabina di consegna ed al suo interno il Quadro MT.
- n° 10 aerogeneratori con annesse all'interno tutte le apparecchiature di macchina.

4. CAMPI ELETTROMAGNETICI

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici seguenti.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico massimo lungo il tracciato della linea interrata a 20 kV.

La linea di connessione genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali. In aria, l'andamento di tale campo in funzione dalla distanza dal cavo è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza, ossia esso diminuisce fortemente la sua intensità con l'allontanarsi dalla sorgente. La presenza di rivestimenti di isolamento e schermature metalliche ne limitano ulteriormente l'intensità. Il campo elettrico è prodotto da un sistema polifase risulta associato alle cariche in gioco, e quindi alle tensioni, ed è quindi presente non appena la linea sia posta in tensione, indipendentemente dal fatto che essa trasporti o meno potenza.

Il campo magnetico B è invece associato alla corrente (e quindi alla potenza) trasportata dalla linea: esso scompare quando la linea è solo "in tensione" ma non trasporta energia. I campi elettromagnetici, in base alla loro frequenza, possono essere suddivisi in:

- onde ionizzanti (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto capaci di modificare la struttura molecolare rompendone i legami atomici (l'esempio più ricorrente è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- onde non ionizzanti (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo. Questo tipo di onde comprende, tra le varie frequenze, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF - Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz). Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica che è trasmessa a frequenza di 50 Hz.

Le grandezze che determinano l'intensità e la distribuzione del campo magnetico nello spazio circostante una linea interrata sono fondamentalmente:

1. Intensità delle correnti di linea;
2. Distanza dai conduttori;
3. Isolanti, schermature e profondità di interramento del cavo;
4. Disposizione e distanza tra conduttori

Per mitigare il campo magnetico generato da una linea elettrica è necessario agire su una o più delle grandezze sopra elencate, dal momento che la schermatura mediante materiali ad alta permeabilità e/o conducibilità non è strada praticabile. L'influenza dei vari fattori si evince immediatamente dalla legge di Biot-Savart: il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità di corrente e inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

Legge di Biot-Savart

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi R}$$

Il quarto fattore, entra in gioco per il fatto che il sistema di trasmissione è trifase, cioè composto da una terna di correnti di uguale intensità ma sfasate nel tempo. Poiché il campo magnetico in ogni punto dello spazio circostante è dato dalla composizione vettoriale dei contributi delle singole correnti alternate, ne deriva un effetto di mutua compensazione di tali contributi tanto maggiore quanto più vicine tra loro sono le sorgenti, fino ad avere una compensazione totale se le tre correnti fossero concentriche.

Per le linee aeree, la distanza minima tra i conduttori è limitata alla necessaria distanza tra le fasi e dipende dalla tensione di esercizio, mentre per le linee in cavo tale distanza può essere dell'ordine di 20-30 cm con un abbattimento sostanziale del campo magnetico già a poca distanza. Come avviene ormai sempre più di frequente, le linee di Media Tensione non vengono più costruite mediante linea aerea, ma interrate consentendo di ridurre drasticamente l'effetto dovuto ai campi elettromagnetici attenuati dal terreno che agisce da "schermatura naturale", abbassando l'intensità di tali emissioni a valori addirittura inferiori ai più comuni elettrodomestici di uso quotidiano. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4.

4.1.RICHIAMI NORMATIVI

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di una ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti; ha definito il valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine; ha definito, infine, l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8.7.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 8.7.2003,

al quale soltanto può farsi utile riferimento. Infatti il DM del MATTM del 29.05.2008, che definisce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti, riprende l'art. 6 di tale D.P.C.M..

4.2.CAMPI ELETTROMAGNETICI CAVIDOTTI INTERRATI MT

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, esse in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001. Il tracciato è stato eseguito tenendo conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3 μ T.

La disposizione delle fasi sarà quella indicata nelle sezioni cavidotti riportate nella documentazione progettuale.

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 in prossimità dei cavi, inoltre nel caso di una linea con più terne di cavi, con la disposizione delle fasi a trifoglio, i valori dell'induzione magnetica diminuisce all'aumentare della distanza tra le terne. Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Per questi cavi si dimostra che il campo magnetico nell'intorno dei cavi avvolti ad elica è inferiore tanto più quanto è piccolo il passo dell'elica.

I cavidotti saranno interrati con una profondità minima di 1,2 metri e essendo cavi di tipo cordato ad elica visibile, **non è prevista la determinazione della distanza di prima approssimazione come indicato nel D.M. del 29 Maggio 2008** in quanto la ridotta distanza tra le fasi e la continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3 μ T, anche nelle condizioni limite dei conduttori di sezione maggiore e relativa "portata nominale", venga raggiunto già a brevissima distanza dall'asse del cavo stesso, si procederà ugualmente alla sua determinazione a favore di una maggiore sicurezza in quanto risulterà significativamente peggiorativa rispetto al caso reale.

Si fa notare che i valori fissati come obiettivo di qualità dalla normativa vigente (3 μ T) in materia di tutela alla esposizione ai campi elettromagnetici (legge 36/2001 e DPCM 08/07/2003) sono ampiamente rispettati in corrispondenza dei luoghi in cui è prevista una permanenza di persone superiore a 4 ore. Infatti, durante l'elaborazione del tracciato è stata sempre mantenuta una distanza di rispetto maggiore od uguale a 4 m da qualsiasi struttura all'interno della quale fosse possibile ipotizzare una presenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore.

Qui di seguito sarà effettuato il calcolo dell'emissione elettromagnetica del cavidotto principale che raccoglie tutti i cavidotti provenienti dai sottocampi tale cavidotto arriva direttamente all'interno della stazione di utenza.

Considerando la corrente transitante, imponendo il limite di legge dei $3 \mu\text{T}$ si ha che la fascia di rispetto secondo la Guida CEI 106-12 calcolata con l'obiettivo qualità dal centro delle terne è di **3.60 m**.

Di seguito sono riportati i diagrammi più significativi calcolati su due livelli a quota zero dal suolo, e a quota +1 metro dal suolo.

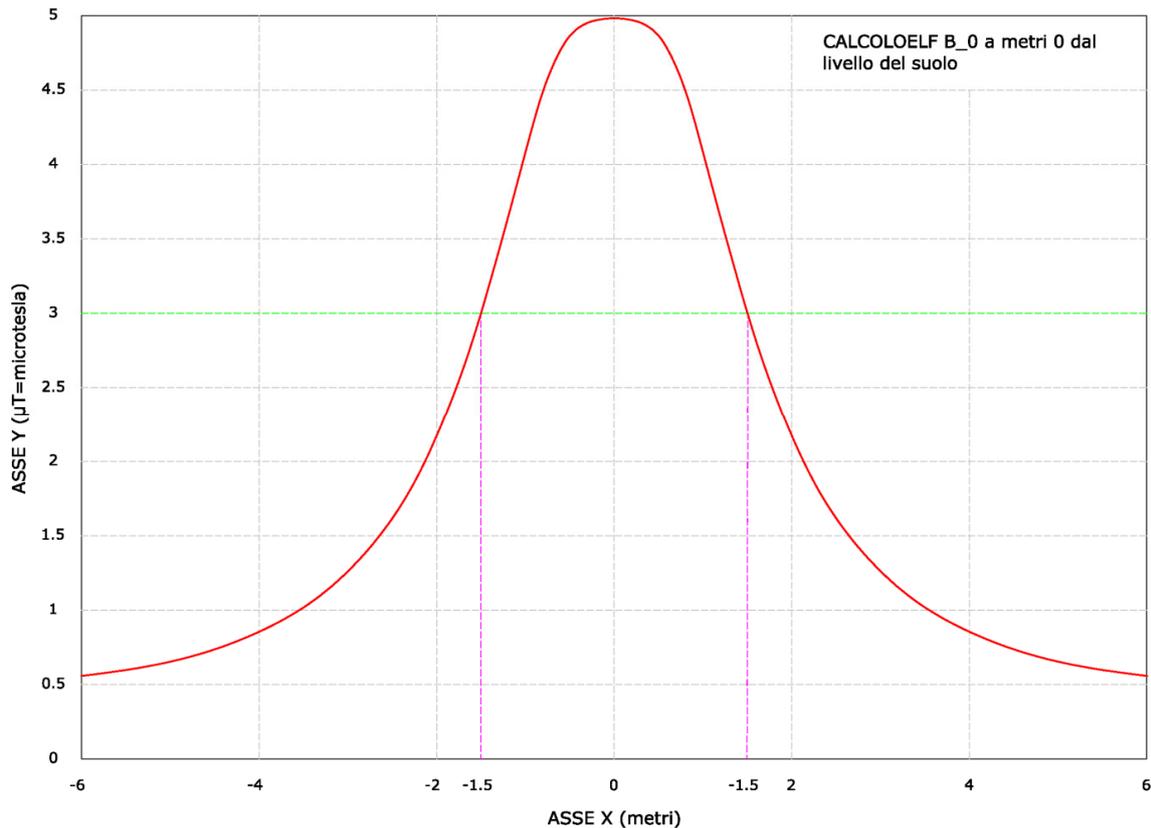


Figura 1: Diagramma campo magnetico delle linee MT interrato in cavo a quota 0 m dal suolo.

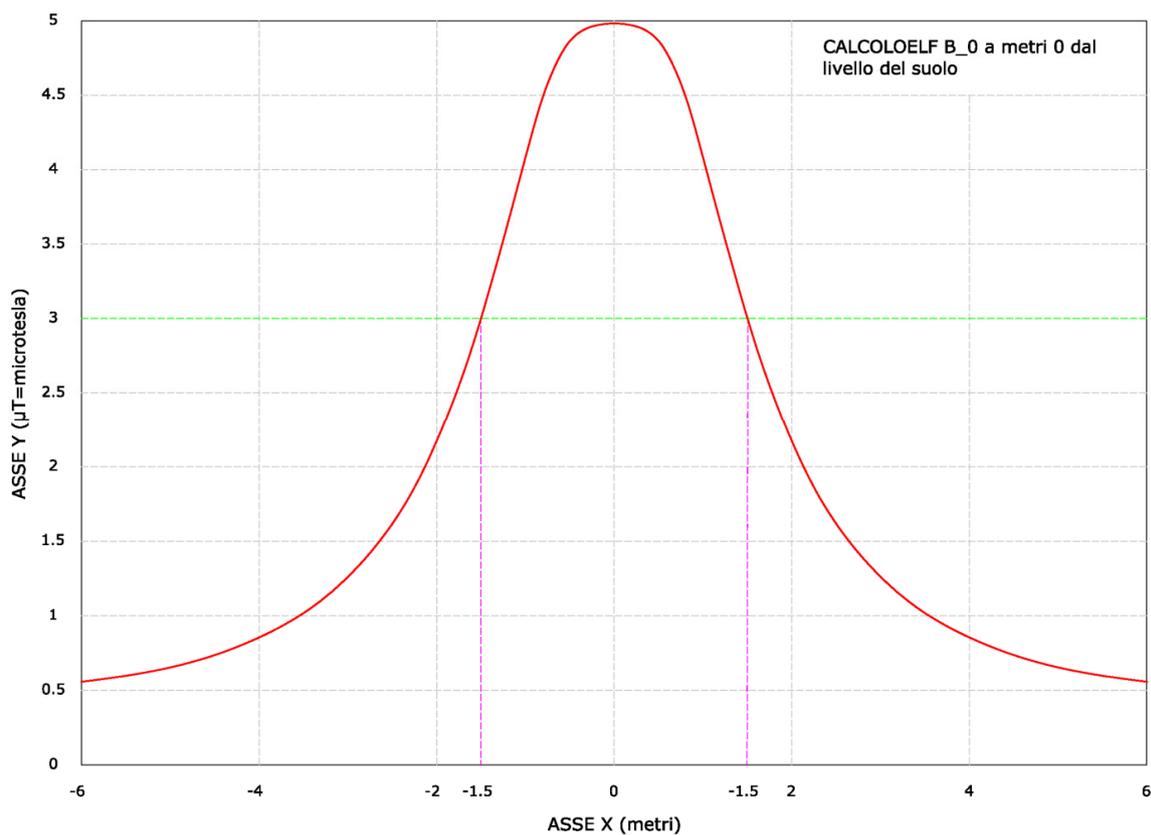


Figura 2: Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo a quota +1 m dal suolo.

5. CONCLUSIONI

Da quanto riportato risulta che i campi generati dall'impianto rientrano nei limiti di legge e si può concludere che:

Per i cavidotti di distribuzione interna al parco essendo cavi elicordati, già a livello del suolo sulla verticale del cavo si determina una induzione magnetica inferiore a $3 \mu\text{T}$;

Si può concludere che **non sussistono pericoli per la salute umana.**

Inoltre il calcolo dei campi elettrici per entrambi i casi non è stato condotto in quanto tutti i cavi in media tensione impiegati sono dotati di armatura metallica connessa a terra, che scherma l'effetto del campo elettrico, di conseguenza **il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.**