

REGIONE
BASILICATA



Provincia
MATERA



Provincia
POTENZA



Comuni:

Tricarico (MT)

Vaglio Basilicata (PZ)

Brindisi Montagna (PZ)



IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW

RICHIEDENTE

DOLOMITI WIND FARM S.r.l.

Via Dante, 7
20123 Milano (MI)
P.IVA: 12532370967



DOLOMITI WIND FARM
ENERGY & INFRASTRUCTURE

Titolo:
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Elaborato:

A_12

Progettazione:



STUDIO ISITREN

dott. ing. Gianluca PANTILE

INGEGNERIA DEI SISTEMI E DELLE INFRASTRUTTURE
PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Ordine Ing. Brindisi n. 803
Via Del Lavoro, 15/D - 72100 Brindisi (BR)

pantile.gianluca@ingpec.eu

info@isitren.com

cell. +39 347 1939994 - tel./fax +39 0831 548001

Visti / Firme / Timbri:



Scala N.A.

Data	Revisione	DESCRIZIONE	Elaborazione	Verifica e controllo
06.06.2023	0	PRIMA EMISSIONE	dott. ing. Gianluca PANTILE	dott. ing. Gianluca PANTILE
REVISIONI				



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1	GENERALITA'	4
2.2	NORME E LEGGI.....	5
3	DEFINIZIONI	6
4	AMBITO DI APPLICAZIONE	10
5	IMPIANTO DI PRODUZIONE E VETTORIAMENTO DELL'ENERGIA VERSO LA CEU.....	11
6	OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE	13
6.1	CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU).....	13
6.2	COLLEGAMENTO IN ANTENNA ALLA S.E. RTN.....	14
7	FONTI DI EMISSIONE: LINEE ELETTRICHE IN CAVO INTERRATO A 36 KV.....	14

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

1 PREMESSA

La presente Relazione è stata elaborata allo scopo di descrivere l’impatto elettromagnetico delle opere inerenti al progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza complessiva di 79,20 MW che la Società DOLOMITI WIND FARM S.r.l. intende realizzare in aree agricole dei Comuni di Tricarico (MT), Vaglio Basilicata (PZ) e Brindisi Montagna (PZ). L’impianto risulta costituito da n. 12 aerogeneratori tripala ad asse orizzontale ciascuno della potenza di 6,6 MW, per una potenza complessiva di 79,20 MW.

La soluzione di connessione dell’impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) prevede che lo stesso sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV (nel seguito “S.E. RTN”) da collegare mediante due elettrodotti a 150 kV ad una nuova SE RTN a 150 kV denominata “Avigliano”, da inserire in entra-esce sulle linee a RTN a 150 kV “Avigliano – Potenza” e “Avigliano – Avigliano C.S.” e, mediante due elettrodotti, alla SE RTN a 150 kV di Vaglio, previa realizzazione di ulteriori interventi sulla RTN.

La seguente figura, estrapolata dall’Elaborato A_16_b_7_2 “SCHEMI A BLOCCHI DISTRIBUZIONE ELETTRICA E FIBRA OTTICA”, schematizza l’architettura elettrica dell’opera:

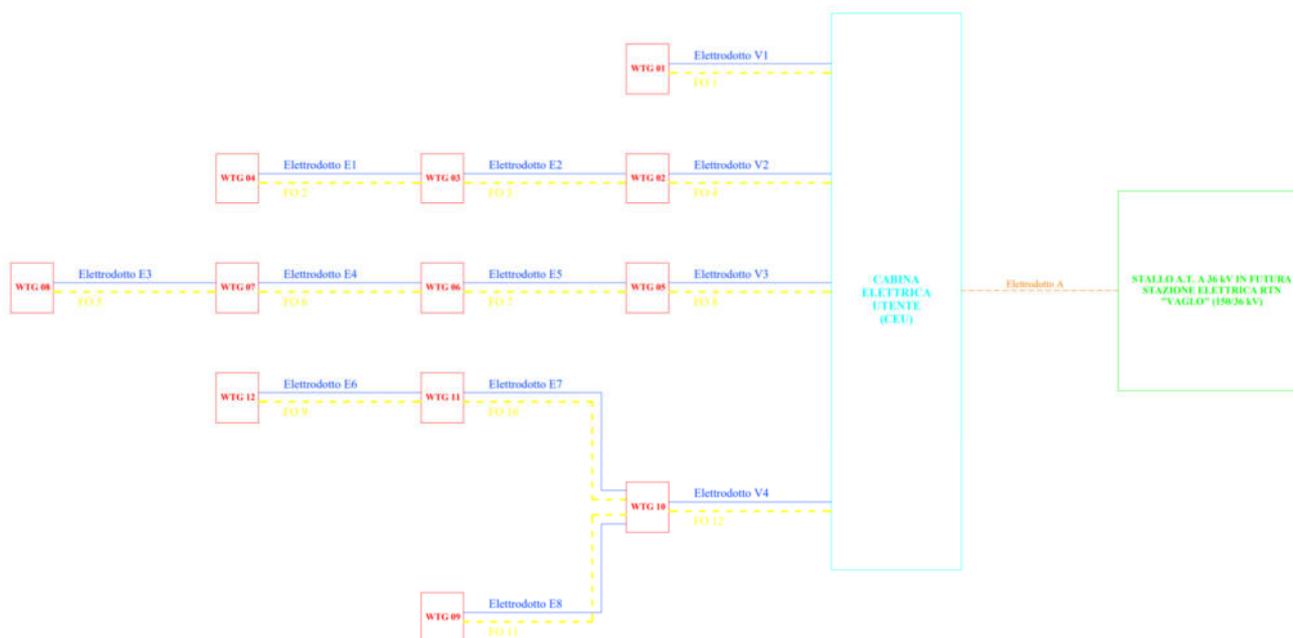


Figura 1
Schema a blocchi delle opere in progetto

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Il collegamento in antenna a 36 kV alla S.E. RTN partirà dalla apposita Cabina Elettrica Utente (CEU) all'interno della quale saranno previste opere civili ed elettriche atte a garantire tutti gli standard di sicurezza elettrica previsti ed il rispetto della normativa tecnica vigente e del Codice di rete.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

2.1 GENERALITA'

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 12/07/1999 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 un'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 le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12/07/1999 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.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08/07/2003, che ha:

- fissato il limite di esposizione in 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- stabilito il valore di attenzione di 10 μ T, 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;
- fissato, quale obiettivo di qualità da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μ T.

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. 08/07/2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

2.2 NORME E LEGGI

Le principali norme a cui si farà riferimento sono:

- DPCM 8/7/2003 *"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"*;
- Legge n. 36 del 22/02/2001 *"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"*;
- Norma CEI 211-4 *"Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"*;
- *"Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08"* emanata da ENEL Distribuzione S.p.A.;
- Norma CEI 106-11 *"Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003"* (Art.6);
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, *"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"*;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

- DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.".
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo";
- Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee Guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0";
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".

3 DEFINIZIONI

Le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte, sono contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

Autorità competenti ai fini dei controlli:

sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente).

Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni:

sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).

Distanza di Prima Approssimazione (DPA):

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.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Campata:

elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni.

Elettrodotto:

è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Fascia di rispetto:

è 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. *Si ricorda che le Regioni (fermi i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità) nella definizione dei tracciati degli elettrodotti che ricadono nella loro competenza autorizzativa, devono tener conto anche delle fasce di rispetto determinate secondo la metodologia in allegato al Decreto 29 maggio 2008 (art. 8, c. 1, lett. b) della Legge 36/2001).*

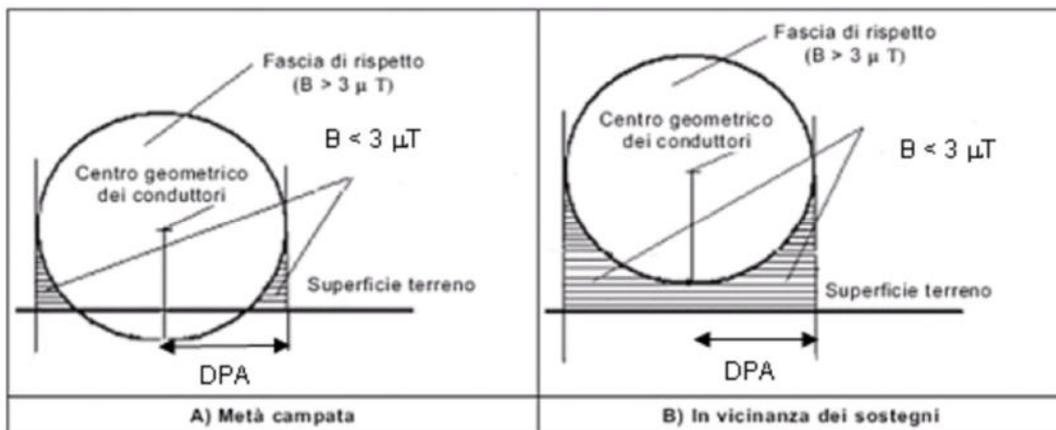


Figura 2

Individuazione delle "fasce di rispetto" e "DPA" in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni.

N.B. Secondo interpretazione prevalente delle ARPA, la dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Impianto:

officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.

Limiti di esposizione:

(DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, della popolazione, 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.

Linea:

collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.

Luoghi tutelati:

(Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

Obiettivo di qualità:

(DPCM 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere 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 della popolazione 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.

Portata in corrente in servizio normale:

è la 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 art. 2.6.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

- per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
- per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 artt. 3.5 e 4.2.1 come 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).

Sostegno:

elemento di supporto meccanico della linea aerea.

Tratta:

porzione di tronco (campate contigue) avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, ecc.) e relative alla proprietà.

Tronco:

collegamento metallico che permette di unire fra loro due impianti (corrisponde alla linea a due estremi).

Valore di attenzione:

(DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione 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.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

4 AMBITO DI APPLICAZIONE

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati);
- il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

"La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), oggetto della presente relazione.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (art. 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree),

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal Decreto Interministeriale del 21 marzo 1988, n. 449 e dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti già realizzati.

In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10 μ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

5 IMPIANTO DI PRODUZIONE E VETTORIAMENTO DELL'ENERGIA VERSO LA CEU

L'impianto eolico avrà una potenza elettrica complessiva pari a 79,20 MW quale risultante dalla somma delle potenze elettriche dei n. 12 aerogeneratori (WTG) ad asse orizzontale di marca SIEMENS GAMESA, modello GG-170 della potenza di 6,6 MW cadauno. Le valutazioni che seguono sono state dunque condotte sulla base del dato di potenza del singolo aerogeneratore pari a 6,6 MW.

Gli aerogeneratori sono stati raggruppati in cluster ed in particolare si individuano:

- un GRUPPO DI GENERAZIONE 1 da 6,6 MW costituito dal solo aerogeneratore WTG01;
- un GRUPPO DI GENERAZIONE 2 da 19,80 MW costituito dagli aerogeneratori WTG04, WTG03 e WTG02 che vengono collegati tra loro nell'ordine con l'aerogeneratore WTG02 che funge da collettore;
- un GRUPPO DI GENERAZIONE 3 da 26,40 MW costituito dagli aerogeneratori WTG08, WTG07, WTG06 e WTG05 che vengono collegati tra loro nell'ordine con l'aerogeneratore WTG05 che funge da collettore;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

- un GRUPPO DI GENERAZIONE 4 da 26,40 MW costituito:
 - dagli aerogeneratori WTG12 e WTG11 che vengono collegati tra loro con l'aerogeneratore WTG11 che funge da collettore e che viene collegato all'aerogeneratore WTG10;
 - dall'aerogeneratore WTG09 che viene collegato all'aerogeneratore WTG10, con l'aerogeneratore WTG10 che funge da collettore.

Ciascun GRUPPO DI GENERAZIONE viene collegato separatamente alla prevista Cabina Elettrica Utente (CEU) a 36 kV e da questa, come sopra detto e come vedremo successivamente, parte il collegamento in antenna verso la S.E. RTN.

In relazione alla architettura elettrica dell'opera, come evincesi dall'Elaborato A_16_b_7_1 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE IMPIANTO EOLICO", sono state progettate le seguenti opere elettriche:

- Elettrodotto V1 relativo alla Tratta WTG01 - CEU, di 742 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 1 (costituito dal solo aerogeneratore WTG01) verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E1 relativo alla Tratta WTG 04 - WTG 03, di 1544 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 04 all'aerogeneratore 03, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E2 relativo alla Tratta WTG 03 - WTG 02, di 2310 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 03 all'aerogeneratore 02, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto V2 relativo alla Tratta WTG02 - CEU, di 3519 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 2 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x240 mm²;
- Elettrodotto E3 relativo alla Tratta WTG 08 - WTG 07, di 1098 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 08 all'aerogeneratore 07, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E4 relativo alla Tratta WTG 07 - WTG 06, di 1750 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 07 all'aerogeneratore 06, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

- Elettrodotto E5 relativo alla Tratta WTG 06 – WTG 05, di 2354 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 06 all'aerogeneratore 05, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x240 mm²;
- Elettrodotto V3 relativo alla Tratta WTG05 - CEU, di 8559 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 3 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x400 mm²;
- Elettrodotto E6 relativo alla Tratta WTG 12 – WTG 11, di 2134 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 12 all'aerogeneratore 11, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E7 relativo alla Tratta WTG11 – WTG10, di 1972 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 11 all'aerogeneratore 10, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E8 relativo alla Tratta WTG09 – WTG10, di 1925 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 09 all'aerogeneratore 10, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto V4 relativo alla Tratta WTG10 - CEU, di 10248 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 4 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x400 mm².

6 OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE

6.1 CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)

Come già detto in premessa, ai fini della connessione dell'impianto di produzione alla RTN, la STMG preventivata ed accettata dalla Proponente prevede che l'impianto debba essere collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV (nel seguito "S.E. RTN"). Gli elettrodotti di vettoriamento V1, V2, V3 e V4 in A.T. a 36 kV progettati e sopra descritti (interrati, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV di adeguata sezione) dedicati al trasporto dell'energia prodotta complessivamente dall'impianto eolico, si attesteranno sulla sezione a 36 kV di una Cabina Elettrica Utente (CEU) all'interno della quale saranno previste opere civili ed elettriche atte a garantire tutti gli standard di sicurezza elettrica previsti ed il rispetto della normativa tecnica vigente e del Codice di rete. Per ogni dettaglio progettuale di merito si rimanda agli specifici Elaborati tecnici e grafici.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

6.2 COLLEGAMENTO IN ANTENNA ALLA S.E. RTN

Da apposito scomparto nel Locale quadri a 36 kV nella CEU, come evincesi dall'Elaborato A_16_b_7_3 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE", partirà il seguente elettrodotto interrato a 36 kV per il collegamento in antenna allo Stallo nella futura S.E. RTN il cui percorso partirà dalla CEU nel Comune di Vaglio Basilicata (PZ) e proseguirà fino ad arrivare all'area di ubicazione della futura S.E. RTN, verosimilmente nel Comune di Cancellara (PZ), su terreno identificato catastalmente al Fg. 33, P.IIa 9:

- Elettrodotto A relativo alla Tratta CEU - S.E. RTN, di 7188 metri, per il collegamento dell'impianto eolico in antenna allo stallo a 36 kV nella futura S.E. RTN, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV – 3x(3x1x400) mm².

7 FONTI DI EMISSIONE: LINEE ELETTRICHE IN CAVO INTERRATO A 36 KV

Per la valutazione dei campi elettromagnetici sono state considerate le uniche fonti di emissione possibili, ossia gli elettrodotti interrati a 36 kV previsti per la distribuzione elettrica, e sono state individuate le tratte significative per correnti di impiego, come da tabella seguente::

Tratta	n. Elettrodotti	Elettrodotti	Corrente risultante [A]
WTG 01 - A	1	V1	106,00
WTG 04 - B	1	E1	106,00
WTG 03 - B	2	E1/E2	106,00
B - F	1	E2	212,00
WTG 08 - C	1	E3	106,00
WTG 07 - C	2	E3/E4	106,00
C - D	1	E4	212,00
WTG 06 - D	2	E4/E5	106,00
D - E	1	E5	318,00
WTG 05 - E	2	E5/V3	106,00
E - F	1	V3	424,00
WTG 12 - G	1	E6	106,00
WTG 11 - G	2	E6/E7	106,00
G - H	1	E7	212,00
WTG 09 - H	1	E8	106,00
H - I	2	E7/E8	318,00
WTG 10 - I	3	E7/E8/V4	106,00
I - F	1	V4	424,00
F - L	3	E2/V3/V4	1.060,00
WTG 02 - L	2	E2/V2	106,00
L - A	3	V2/V3/V4	1.166,00
A - CEU	4	V1/V2/V3/V4	1.272,00
CEU - S.E. RTN	1	A	1.274,00

Tabella 1

Linee elettriche individuate quali potenziali fonti di emissione di campi elettromagnetici

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Nella seguente Figura 3, estrapolata dall'Elaborato A_16_b_6 "PLANIMETRIA RETI ELETTRICHE" sono rappresentate le tratte riportate nella Tabella 1:



Figura 3
Rappresentazione del Layout delle tratte della distribuzione elettrica a 36 kV

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Le caratteristiche comuni per gli elettrodotti utilizzati sono le seguenti:

Tipo di linea	Interrata
Numero di conduttori attivi	3
Tensione nominale	36 kV
Profondità minima di interramento	1,30 m

Per le tratte sopra indicate, tenuto conto del fatto che generalmente potranno essere posate più linee elettriche all'interno dello stesso scavo, è stato applicato il principio di sovrapposizione degli effetti, per cui le linee in questione sono state considerate equivalenti ad un unico elettrodotto con corrente di impiego pari alla risultante vettoriale delle correnti di impiego dei singoli elettrodotti considerati. Il calcolo dei campi elettrici è risultato inutile, in quanto il cavo elettrico risulta già schermato, annullando di fatto il suo valore all'esterno del cavo stesso. Per il calcolo del campo magnetico è stata seguita la metodologia illustrata nella guida di cui alla Norma CEI 211-4, considerando come superficie utile quella posta ad un'altezza di 1 m dal piano di calpestio e valutando la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) ossia la distanza dalla proiezione dell'asse dell'elettrodotto sul piano di calpestio, approssimata al metro per eccesso, alla quale, secondo la predetta guida, si può affermare che il campo magnetico risulta inferiore al valore di $3 \mu\text{T}$ previsto dal DPCM 8 Luglio 2003 come obiettivo di qualità. Di seguito si riporta l'illustrazione geometrica di quanto appena descritto:

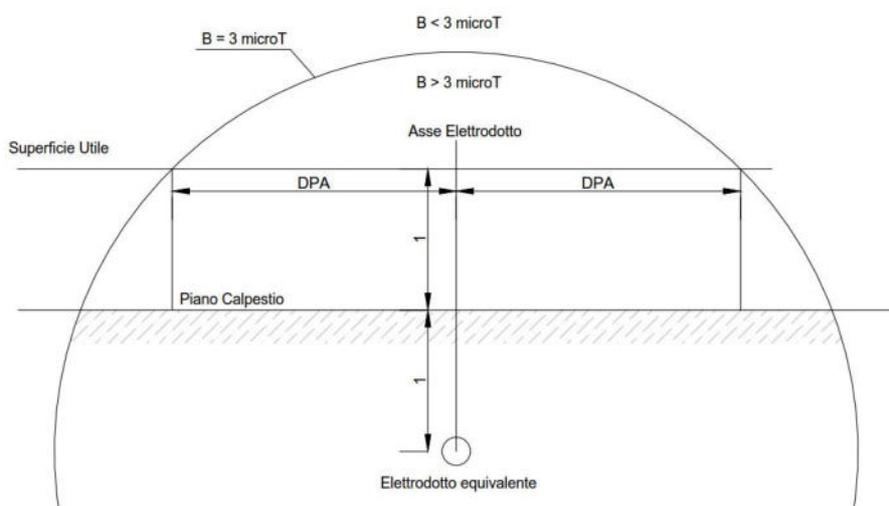


Figura 4
Rappresentazione grafica della DPA

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Si riporta di seguito una tabella con i risultati ottenuti:

Tratta	DPA [m]	Induzione residua [microTesla]
WTG 01 - A	0	1,18
WTG 04 - B	0	1,18
WTG 03 - B	0	1,18
B - F	0	2,35
WTG 08 - C	0	1,18
WTG 07 - C	0	1,18
C - D	0	2,35
WTG 06 - D	0	1,18
D - E	1	2,90
WTG 05 - E	0	1,18
E - F	2	2,49
WTG 12 - G	0	1,18
WTG 11 - G	0	1,18
G - H	0	2,35
WTG 09 - H	0	1,18
H - I	1	2,90
WTG 10 - I	0	1,18
I - F	2	2,49
F - L	4	2,55
WTG 02 - L	0	1,18
L - A	4	2,80
A - CEU	5	2,12
CEU - S.E. RTN	5	2,12

Tabella 2

Calcolo dell'induzione residua e delle DPA per le diverse tratte

I valori di induzione riportati nella Tabella 2 sono stati ricavati implementando su un apposito strumento di calcolo il metodo di calcolo dell'induzione magnetica di cui al paragrafo 4.3 estratto dalla norma CEI 211-4 e riportato in allegato in coda.

Per le tratte per le quali risulta DPA=0 non è prevista alcuna fascia di rispetto in quanto il valore dell'induzione magnetica in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotto è inferiore a 3 μ T.

Per le tratte D-E e H-I è sufficiente una fascia di rispetto di 2 metri (1 metro + 1 metro rispetto all'asse dell'elettrodotto). Per le tratte E-F e I-F è sufficiente una fascia di rispetto di 4 metri (2 metri + 2 metri rispetto all'asse dell'elettrodotto).

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

Per le tratte F-L ed L-A sarebbe richiesta una fascia di rispetto di 8 metri (4 metri + 4 metri rispetto all'asse dell'elettrodotto). Infine, per le tratte A-CEU e CEU-S.E. RTN sarebbe richiesta una fascia di rispetto di 10 metri (5 metri + 5 metri rispetto all'asse dell'elettrodotto).

I risultati ottenuti, operando le dovute proporzioni, trovano riscontro con la tabella A15 contenuta nella "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" emanata da e-distribuzione S.p.A., riguardante un cavo A.T. interrato.

Analizzando i risultati ottenuti, emerge che non vi è alcun rischio di esposizione ai campi elettrici mentre, per quel che concerne i campi magnetici, data la tipologia di posa (sotto terreno e/o sotto infrastruttura stradale asfaltata e/o sterrata), l'area ritenuta pericolosa ricadrà interamente all'interno della fascia di terreno e/o dell'infrastruttura stradale, rispettivamente di 2 metri, 4 metri, 8 metri o 10 metri lungo cui risultano posati gli elettrodotti delle tratte, ove è comunque assai poco probabile l'ipotesi di permanenza umana per un tempo superiore alle 4 ore giornaliere.

Resta inteso che le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche in Cabina Elettrica Utente (CEU) (linee di B.T., trasformatore 36/0,4 kV per i servizi ausiliari, apparecchiature in B.T., ecc.), risultano decisamente di minore rilevanza e sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrabile e confermato anche nella letteratura di settore.



DOLOMITI WIND FARM
ENERGY & INFRASTRUCTURE

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_12

ALLEGATO

Estratto da norma CEI 211-4

4.3 Calcolo dell'induzione magnetica

Il calcolo dell'induzione magnetica risulta più semplice rispetto a quello del campo elettrico per i seguenti motivi:

- non è necessario calcolare il valore delle cariche lineari indotte sui conduttori in quanto i valori di induzione dipendono direttamente dalle correnti note;
- il terreno viene considerato come un piano avente permeabilità relativa pari a 1, e quindi nei calcoli si trascura il contributo delle correnti immagini.

Per il calcolo dell'induzione magnetica si ricorre alla legge di Biot - Savart che esprime in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I attraverso la formula:

$$(4.9) \quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d} \vec{u}_I \times \vec{u}_r$$

dove d è la distanza tra il conduttore ed il punto di calcolo; i vettori \vec{u}_I e \vec{u}_r indicano, rispettivamente, il verso della corrente e della relativa normale; \times indica il prodotto vettoriale.

Ricorrendo al medesimo sistema di riferimento utilizzato per il calcolo del campo elettrico (Fig. 1), ed essendo il versore del campo dovuto al conduttore i -esimo pari a:

$$(4.10) \quad \vec{u}_{B,i} = \vec{u}_{I,i} \times \vec{u}_{r,i} = - \frac{y - y_i}{d_i} \vec{u}_x + \frac{x - x_i}{d_i} \vec{u}_y$$

si ottengono le seguenti formule per il calcolo delle componenti spaziali (fasoriali) dell'induzione magnetica, quale contributo delle correnti nei diversi conduttori:

$$(4.11) \quad \begin{aligned} \mathbf{B}_x &= \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right] \\ \mathbf{B}_y &= \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right] \end{aligned}$$

È bene notare che se si considerano i fasori delle correnti I in termini di valore efficace, si ottengono i fasori delle due componenti di induzione magnetica in termini di valori efficaci.

La trattazione è stata effettuata considerando il solo contributo delle correnti nei conduttori di fase della linea. È tuttavia possibile tenere conto nel calcolo delle eventuali correnti che circolano nelle funi di guardia e nel terreno nell'ipotesi che queste siano note.

Occorre infine sottolineare che il modello sopra riportato non consente di considerare l'effetto schermante dei materiali ferromagnetici.

5 BIBLIOGRAFIA

- [1] CIGRE WG 36-01: "Electric and magnetic fields produced by transmission system. Description of phenomena and practical guide for calculation". 1980.

