



REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI POTENZA

COMUNE DI CANCELLARA



PROGETTO DEFINITIVO DI UN PARCO EOLICO E DELLE OPERE CONNESSE SITO NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CANCELLARA DI POTENZA COMPLESSIVA PARI A 32 MW

Proponente:



BUONVENTO s.r.l.
via Tiburtina, 1143 - 00156 ROMA
tel. +39 06 4111087 mail: office@buonvento srl.it
Dott. Luca RAINOLDI

Progettisti:



Responsabile opere civili:
**STUDIO DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA
MARGIOTTA ASSOCIATI**
via N. Vaccaro, 37 - 85100 POTENZA (PZ)
tel. +39 0971 37512 mail: studio@associatimargiotta.it
Arch. Donata M.R. MARGIOTTA
Prof. Ing. Salvatore MARGIOTTA

Responsabile opere elettriche:
STUDIO ACQUASANTA
via D. Alighieri, 13/D - 75100 MATERA (MT)
tel. +39 0835 336718 mail: ing.acquasanta@gmail.com

Ing. Paolo ACQUASANTA
Ing. Eustachio SANTARSIA

Responsabile S.I.A.:
STUDIO ALESSANDRIA
via Circonvallazione Nomentana, 138 - 00162 ROMA
tel. +39 348 5145564 mail: f.ales@libero.it

Prof. arch. Francesco ALESSANDRIA



Responsabile geologia:
GEO-STUDIO DI GEOLOGIA E GEOINGEGNERIA
via del Seminario Maggiore, 35 - 85100 POTENZA (PZ)
tel. +39 0971 1800373 mail: studiogeopotenza@libero.it

Dott. geol. Antonio DE CARLO

SCALA: -:-	NOME FILE:	A.16.2_Impatto campi EM			
CODICE ELABORATO:	TITOLO ELABORATO:	A.16.2 Impatto campi EM			

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Consegna progetto	03/2023	E. Santarsia	P. Acquasanta	P. Acquasanta

Il presente documento e quelli in esso richiamati sono proprietà del proponente BUONVENTO srl ; come tali non possono essere divulgati né riprodotti in tutto o in parte, senza l'autorizzazione scritta della proprietà.

RELAZIONE TECNICA

Impatto campi elettromagnetici

Valutazione del rischio

Dati del progettista

Ragione sociale: Ing. Paolo Acquasanta

Indirizzo: Via Dante 13/D

Città: Matera

CAP: 75100

Provincia: MT

Albo professionale: Ordine degli ingegneri Matera

Numero di iscrizione all'albo: 705

Partita Iva: 01087210777

Codice Fiscale: CQSPLA68M22F052M

Committente:

Committente: Buonvento srl

Descrizione struttura: Parco eolico Cancellara

Indirizzo: località Mezzana

Comune: Cancellara

Provincia: PZ

Indice

Premessa.....	3
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA	7
1. Descrizione.....	7
2. Linee elettriche AC 36 kV	7
1. Cabina utenza.....	12
CONCLUSIONI.....	13

Premessa

Il progetto in esame prevede l'installazione di 8 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 4 MW, per una potenza complessiva di 32 MW. La tipologia di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore a tre eliche, in particolare. Il modello previsto è il Vestas V136 da 4 MW, caratterizzato da un diametro massimo del rotore pari a 136 m (lunghezza pala pari a 66,7 m) e da un'altezza dell'hub (mozzo) di 82 m, quindi si tratterà di impianti di grande generazione.

I principali componenti dell'impianto risultano essere, quindi:

- Aerogeneratori
- Quadri di media tensione per la distribuzione dell'energia
- Elettrodotto a 36 kV per il collegamento del parco eolico alla SSE.

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica rinnovabile alla tensione di 720 V circa. All'interno di ciascuna torre è installato un trasformatore 0.72/36 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 36 kV. L'energia sarà quindi immessa in una rete in cavo interrato a 36 kV per il trasporto alla Sottostazione Elettrica, dove subirà un'ulteriore trasformazione di tensione (36/150 kV) prima dell'immissione nella rete di alta tensione.

Come noto, tutte le apparecchiature a funzionamento elettrico generano, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici. Le onde elettromagnetiche sono fondamentalmente suddivise in due gruppi: radiazioni non ionizzanti e radiazioni ionizzanti.

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi. In particolare, per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute ai cavidotti ed alla stazione utente per la trasformazione. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette. Nel presente studio sono state prese in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dell'impianto in oggetto.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] 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”.
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”
- [3] Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- [4] Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- [5] 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.”
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l’esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l’emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel 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”, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l’induzione magnetica:

“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 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

“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. 3, comma 2];

“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”. [art. 4]

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (circa 23.000 kW ac).

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1-3	60	0.2	-
> 3 – 3000	20	0.05	1
> 3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 2 Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Tabella 3 Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensita' di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensita' di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA

1. Descrizione

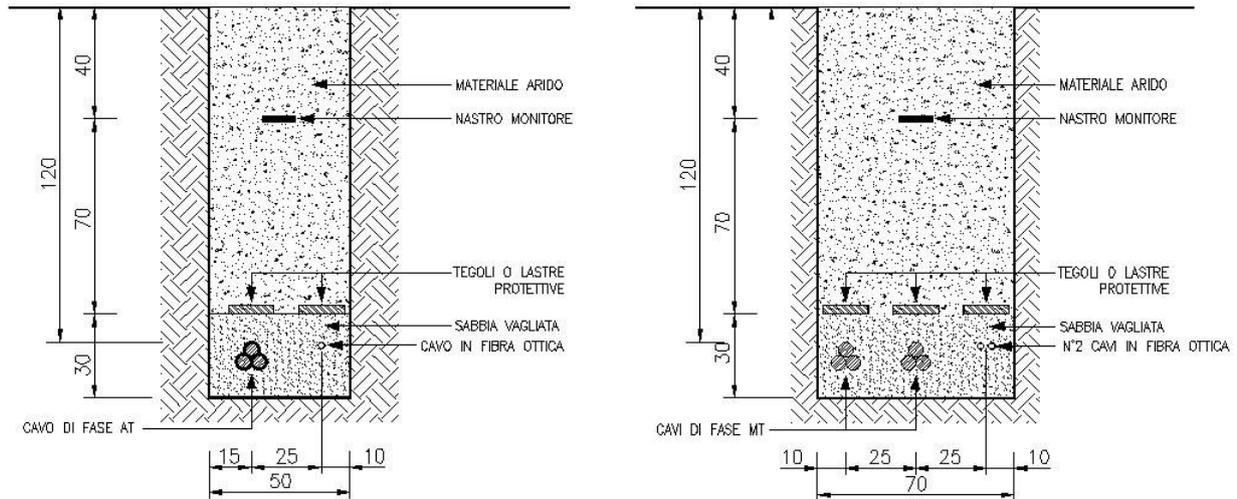
E' prevista la realizzazione di una linea di connessione a 36 kV in doppia terna dalla futura SSE 380/150/36 kV al sito individuato per l'installazione degli aerogeneratori. A termine di codesta linea si installerà un quadro generale di media tensione, da cui partiranno n° 3 linee a 36 kV in singola terna. Tali linee alimenteranno in entra-esce le cabine poste in prossimità degli aerogeneratori. Si rammenta che i trasformatori di ogni singola turbina saranno installati a bordo della stessa pertanto non avranno alcun impatto elettromagnetico in quanto posti a circa 80m di altezza e lontani quindi lontani da luoghi "sensibili."

L'intero elettrodotto sarà interrato e non è prevista alcuna tratta aerea.

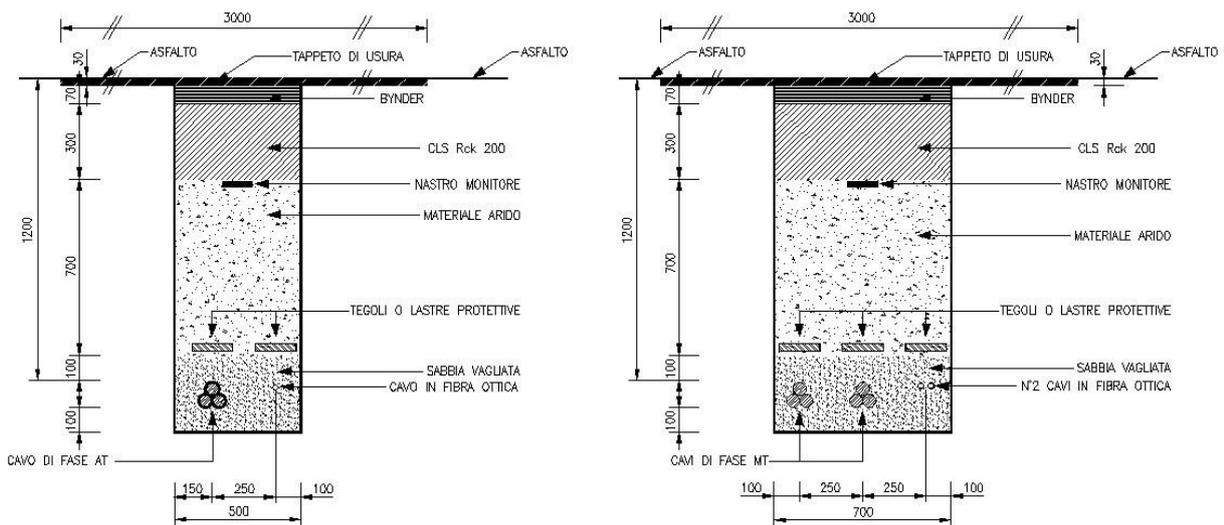
2. Linee elettriche AC 36 kV

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3 μ T, anche se per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi.

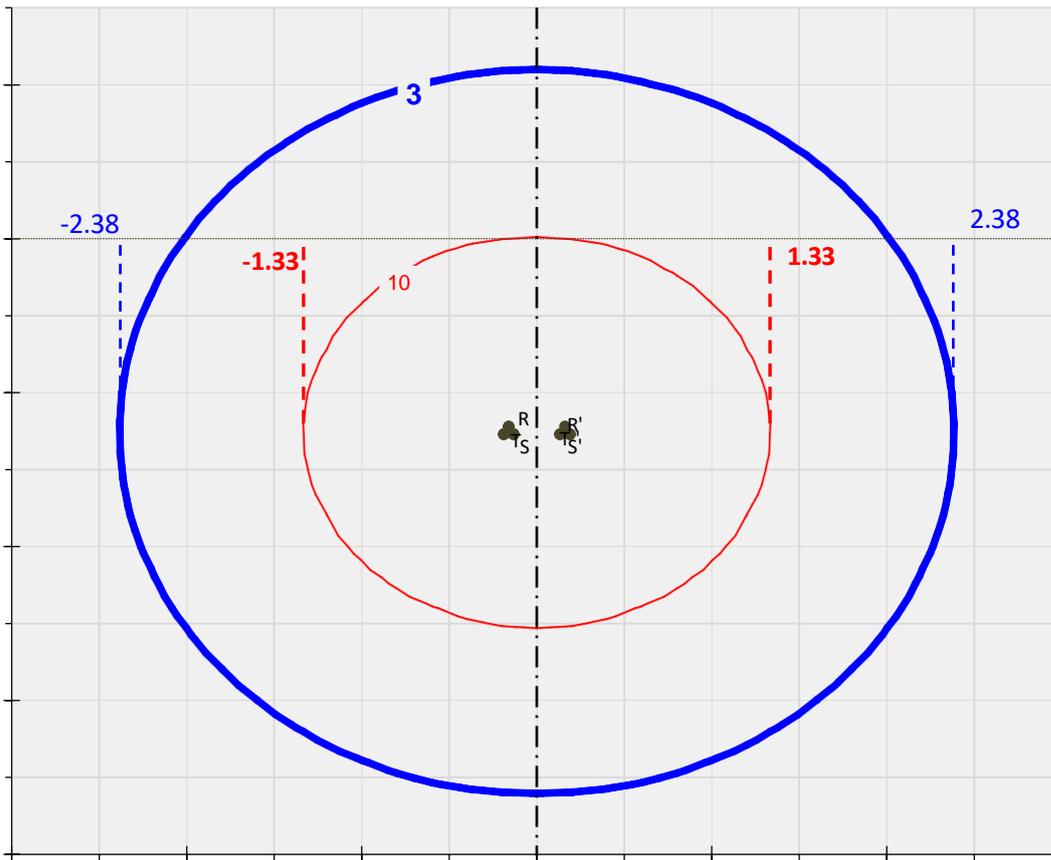
La tipologia di cavidotti presenti nell'impianto prevede l'utilizzo prevalente di cavi unipolari posati a trifoglio, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17. Le linee condividono alcune tratte del loro tracciato, pertanto ne risultano le tipologie di posa illustrate nelle figure seguenti.



Tipici di posa cavi MT (destra) e AT (sinistra) su strade sterrate



Tipici di posa cavi MT (destra) e AT (sinistra) su strade asfaltate

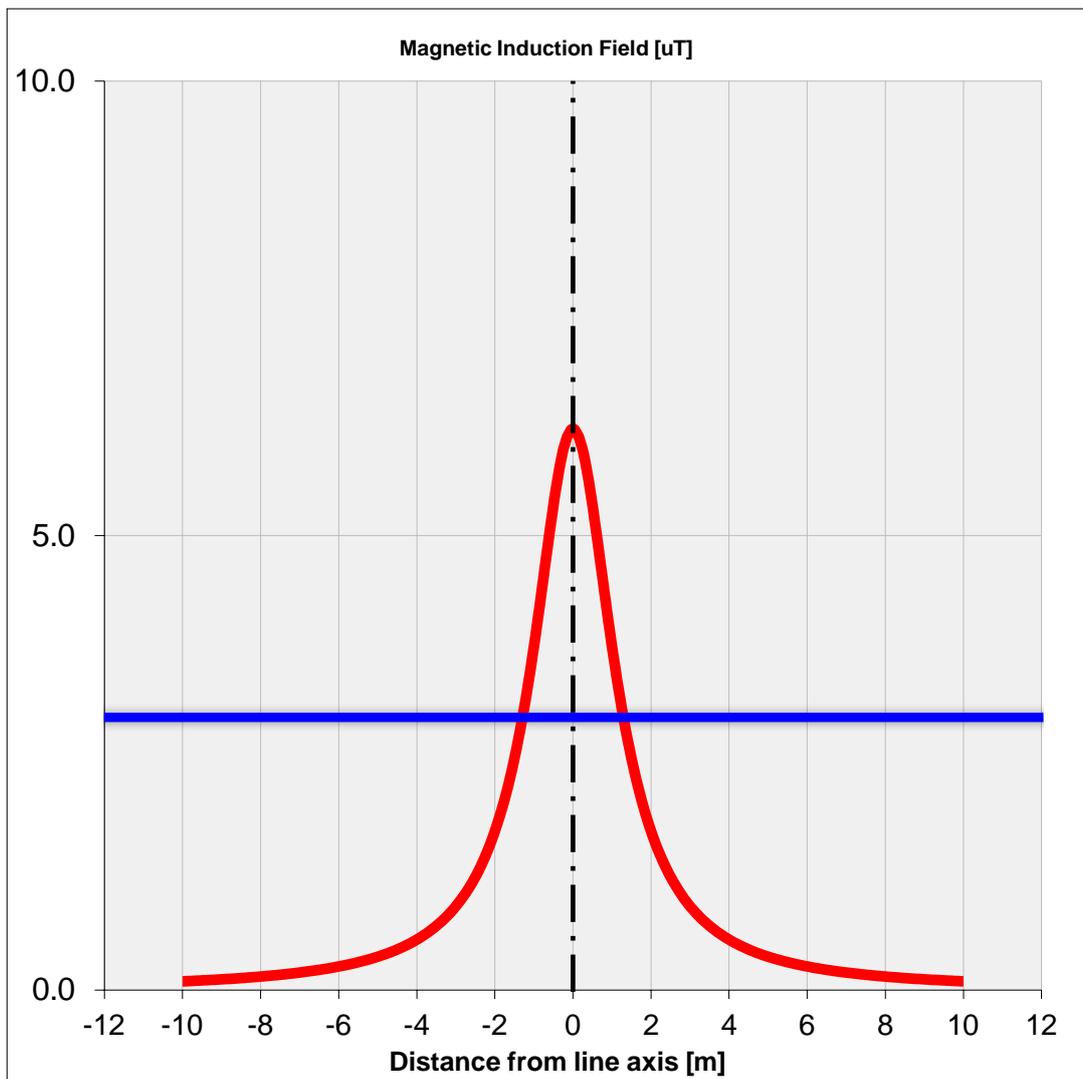


Andamento induzione magnetica della linea MT a 36 kV

Dall'andamento sopra riportata si evince che la D.P.A. (distanza di prima approssimazione) da prendere in considerazione è pari a 3 m.

La Cabina di Utente è collegata alla stazione di rete 380/132/36 kV mediante linea trifase in cavo interrato a 36 kV in doppia terna, della lunghezza di circa 8 km.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,2 m e considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W, il valore di portata è pari a circa 710 A, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.



Induzione magnetica linea interrata 36 kV

Come mostrato in figura 6, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,8 m. Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

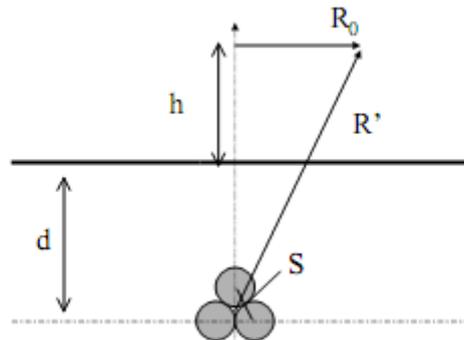
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a 3 uT.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Quindi:

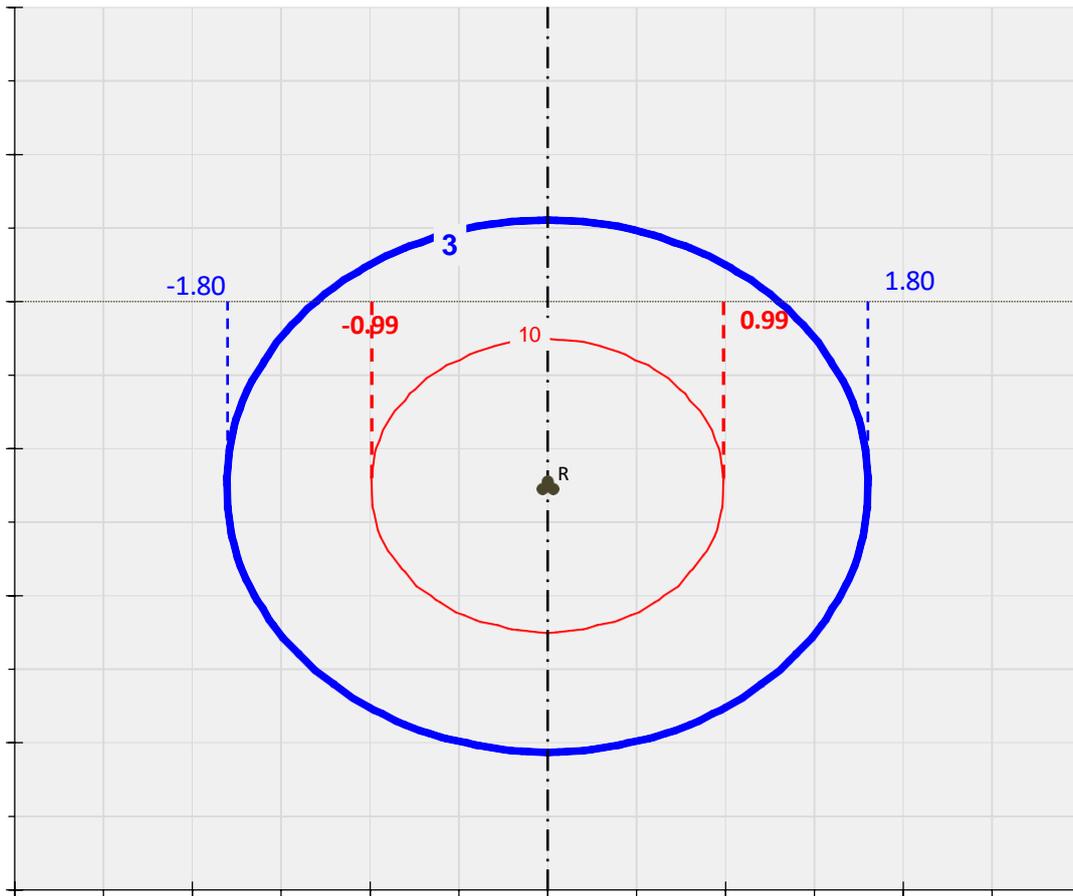
- $S = 0.054 \text{ m}$ (uguale al diametro esterno del cavo pari a 54 mm)
- $I = 710 \text{ A}$

Si ottiene:

- $R' = 1.83 \text{ m}$

che arrotondato al metro, fornisce un **valore della fascia di rispetto pari a 2 m** per parte, rispetto all'asse del cavo. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

Tale valore è ulteriormente confermato dal calcolo numerico, che fornisce la curva isolivello a 3 microT riportata nella seguente figura.



Induzione magnetica linea interrata 36 kV

1. Cabina utenza

Il collegamento alla Cabina di Utenza permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto eolico alla rete ad alta tensione. A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 36 kV, dall'impianto eolico sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda cabina di utenza. Qui verrà trasferita, alle sbarre della sezione 36 kV della stazione di Rete della RTN mediante un collegamento in linea interrata AT tra la Cabina di Utenza ed il relativo stallo in stazione di rete.

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3 μT a 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge

CONCLUSIONI

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di 3 μT , sia in corrispondenza della cabina di trasformazione che in corrispondenza dei cavidotti esterni; D'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette, gran parte delle quali si trovano interamente su percorso stradale e quindi si può certamente escludere la presenza continuativa di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003. La relativa DPA ha una ampiezza di 3 m dalla mezzeria del cavidotto. La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per le aree attorno alla cabina di trasformazione.

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti". In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in Alta tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa).

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di cavidotti ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti, per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente al cavidotto MT, realizzato mediante l'uso di cavi unipolari posati a trifoglio, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto

non supererà i 3m, a cavallo dell'asse del cavidotto. Per quanto concerne il cavidotto esterno AT, è stata calcolata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto pari a 2 m; sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno e che l'area sarà racchiusa all'interno di una recinzione impedirà l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.