

REGIONE SICILIA

Provincia di Catania

COMUNI DI MILITELLO VAL DI CATANIA MINEO VIZZINI

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO-MILITELLO- VIZZINI



PROGETTO DEFINITIVO

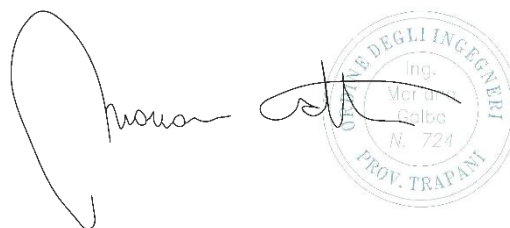
COMMITTENTE



PROGETTISTA:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

| CODICE PROGETTISTA | DATA | SCALA | FOGLIO | FORMATO | CODICE DOCUMENTO | | | | |
|--------------------|------------|-------|--------|---------|------------------|-------|-----------|-------|------|
| | | | | | IMP.. | DISC. | TIPO DOC. | PROG. | REV. |
| | 20/02/2018 | / | 1/57 | A4 | MMV | ENG | REL | 0028 | 00 |

NOME FILE : MMV-ENG-REL-0028_00.docx

ERG Wind Sicilia 2 S.r.l.e ERG Wind Sicilia 5 S.r.l. si riservano 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 | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 2 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Storia delle revisioni del documento

| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|-----------------------|---------|------------|-----------|
| 00 | 20/02/2018 | Prima emissione | GG | MG | DG |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 3 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

INDICE

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | PREMESSA..... | 4 |
| 2. | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 5 |
| 3. | DESCRIZIONE DEL PROGETTO | 6 |
| 3.1. | DESCRIZIONE GENERALE | 6 |
| 3.2. | LAYOUT IMPIANTO | 6 |
| 3.3. | AEROGENERATORI | 9 |
| 3.4. | SOTTOSTAZIONE..... | 10 |
| 3.5. | POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI | 12 |
| 3.6. | SCHEMA ELETTRICO | 13 |
| 3.7. | LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO | 15 |
| 4. | FONDI DI EMISSIONE | 17 |
| 4.1. | ELETTRODOTTO MT..... | 17 |
| 4.2. | STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV..... | 19 |
| 4.3. | GENERATORI EOLICI | 19 |
| 5. | VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO..... | 21 |
| 5.1. | VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO | 21 |
| 5.2. | VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO | 22 |
| 6. | CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI..... | 23 |
| 6.1. | CAVI POSA ELICORDATA SEZIONE 120-240 MM ² | 23 |
| 6.2. | CAVI POSA A TRIFOGLIO SEZIONE 400-630 MM ² | 24 |
| 6.2.1. | CASO A – 1 TERNA DI CAVI..... | 25 |
| 6.2.2. | CASO B – 2 TERNE DI CAVI..... | 30 |
| 6.2.3. | CASO C – 4 TERNE DI CAVI..... | 38 |
| 6.3. | RIEPILOGO DPA ELETTRODOTTI | 49 |
| 7. | CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SSE DI UTENTE | 50 |
| 8. | CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI | 52 |
| 9. | CONCLUSIONI | 53 |
| 10. | ALLEGATO A: DPA ELETTRODOTTI..... | 54 |
| 11. | ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE..... | 56 |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 4 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

1. PREMESSA

La società *Hydro Engineering s.s.* è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico (composto da n. 59 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza complessiva di 50,15 MW), ubicato nei Comuni di Militello in Val di Catania, Vizzini e Mineo, tutti in Provincia di Catania.

L'impianto esistente è attualmente in esercizio, giuste Concessioni edilizie rilasciate dai Comuni predetti. Il progetto definitivo consiste nello smantellamento dei n°59 aerogeneratori esistenti e la realizzazione di un impianto eolico composto da n°29 aerogeneratori, ciascuno dei quali di potenza massima pari a 4,2 MW, per una potenza complessiva di 121,8 MW. L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la consistente riduzione del numero di torri eoliche, dalle 59 esistenti alle 29 proposte, riducendo l'impatto visivo, che talvolta può trasformarsi nel cosiddetto effetto selva. Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine odierne rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media. La produzione di energia sarà incrementata sino a 3,8 volte quella attuale, e con la medesima proporzione avverrà l'abbattimento di produzione di CO2 equivalente. Sulla base di quanto sopra e trattandosi di un progetto unitario la cui valutazione ambientale non può che essere svolta in maniera univoca e integrata, le Società ERG Wind Sicilia 5 Srl ed ERG Wind Sicilia 2 Srl sono le due Proponenti del progetto di integrale ricostruzione del parco esistente ed hanno pertanto presentato istanza a firma congiunta.

In particolare:

- la società ERG Wind Sicilia 2 è titolare gli aerogeneratori ricadenti nel territorio del Comune di Vizzini;
- la società ERG Wind Sicilia 5 è titolare gli aerogeneratori ricadenti nei territori dei Comuni di Mineo e Militello in Val di Catania.

La presente relazione tecnica specialistica ha per 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 darà in particolare descrizione alla normativa di riferimento, ai campi generati dagli aerogeneratori, dalla sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale, ed infine dalle linee elettriche in MT di collegamento fra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 5 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, 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 della 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;

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 6 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. DESCRIZIONE GENERALE

La centrale eolica è composta da aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori asincroni trifasi. Ogni generatore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione.

Gli aerogeneratori sono collegati fra loro e a loro volta si connettono alla sottostazione tramite un cavidotto interrato. Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) dell'impianto eolico che consente di valutare in remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni dell'impianto ai fini della sua gestione.

Non sono previste cabine di macchina prefabbricate, in quanto le apparecchiature saranno direttamente installate all'interno della navicella della torre di sostegno dell'aerogeneratore. Questo comporterà un minore impatto dell'impianto con il paesaggio circostante.

All'interno della torre saranno installati:

- *l'arrivo cavo BT (690 V) dal generatore eolico al trasformatore*
- *il trasformatore MT-BT (0,69/ 30)*
- *il sistema di rifasamento del trasformatore*
- *la cella MT (30 kV) di arrivo linea e di protezione del trasformatore*
- *il quadro di BT (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari*
- *quadro di controllo locale.*

L'impianto Eolico sarà costituito da n°29 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale da 4,20 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 121,80 MW.

3.2. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori sono stati posizionati come descritto nel paragrafo 3.2 e come riportato negli elaborati di progetto; gli aerogeneratori sono contraddistinti dalle sigle

- R-ML01, R-ML02, R-ML03, R-ML04, R-ML05, R-ML06, R-ML07, R-ML08, R-ML09, R-ML10, ML 11 per gli undici aerogeneratori ricadenti nel Comune di Militello val di Catania;
- R-VZ12, R-VZ13, R-VZ14, R-VZ15, R-VZ16, R-VZ17, R-VZ18, R-VZ19, R-VZ20, R-VZ21, R-VZ22, R-VZ27, R-VZ28, R-VZ29, per i quindici aerogeneratori ricadenti nel Comune di Vizzini;

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 7 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

- R-MI23, R-MI24, R-MI25, R-MI26, per i quattro aerogeneratori ubicati nel Comune di Mineo.

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole collegate da una viabilità d'impianto. I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle Navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina.

Di seguito il layout dell'impianto sovrapposto all'ortofoto.

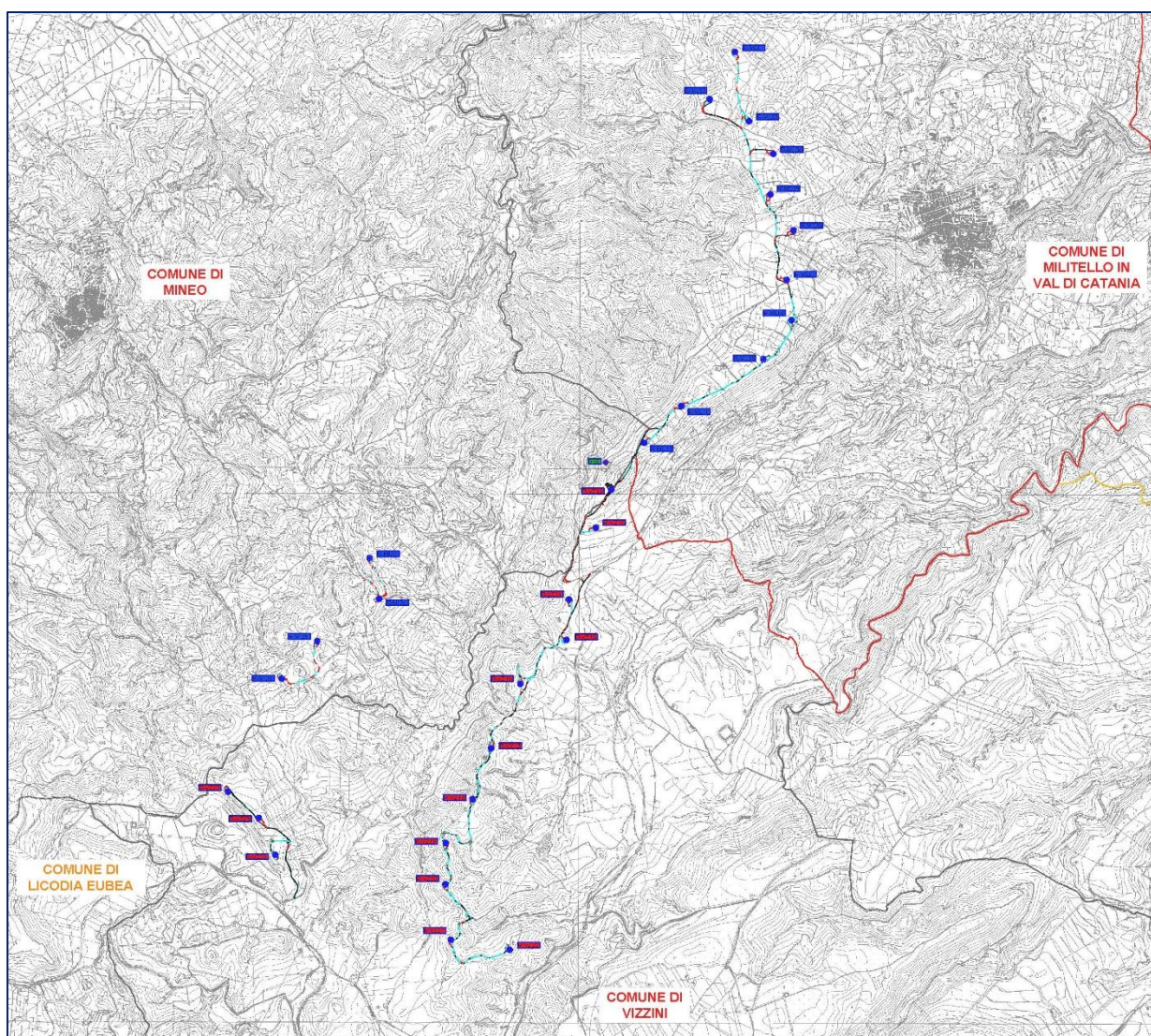


Fig. 3a Layout su CTR- in rosso turbine di Erg Wind Sicilia 2 in blu turbine di Erg Wind Sicilia 5

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 8 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

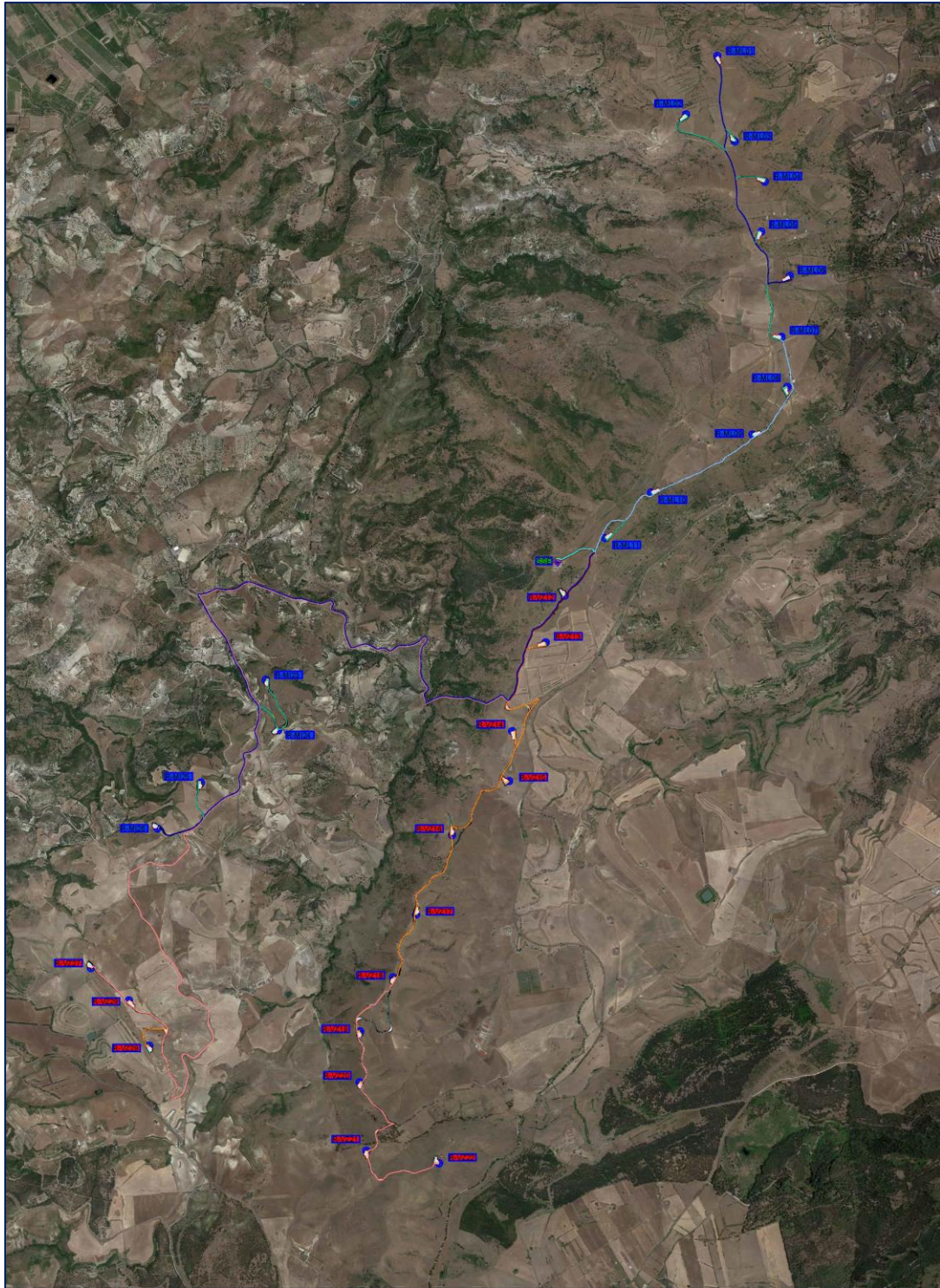


Fig. 3b Layout su ortofoto- in rosso turbine di Erg Wind Sicilia 2 in blu turbine Erg Wind Sicilia 5

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 9 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

3.3. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato “*Tipico aerogeneratore MMV-ENG-TAV-0072_00*”.

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 4200 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di circa 140 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- **navicella in carpenteria metallica** con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- **sostegno tubolare troncoconico in acciaio**, avente altezza fino all'asse del rotore di circa 115,00 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di ultima generazione, già impiegati estesamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza (così come si dimostrerà in vari altri documenti: piano di produzione, studio di gittata etc.).

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 10 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

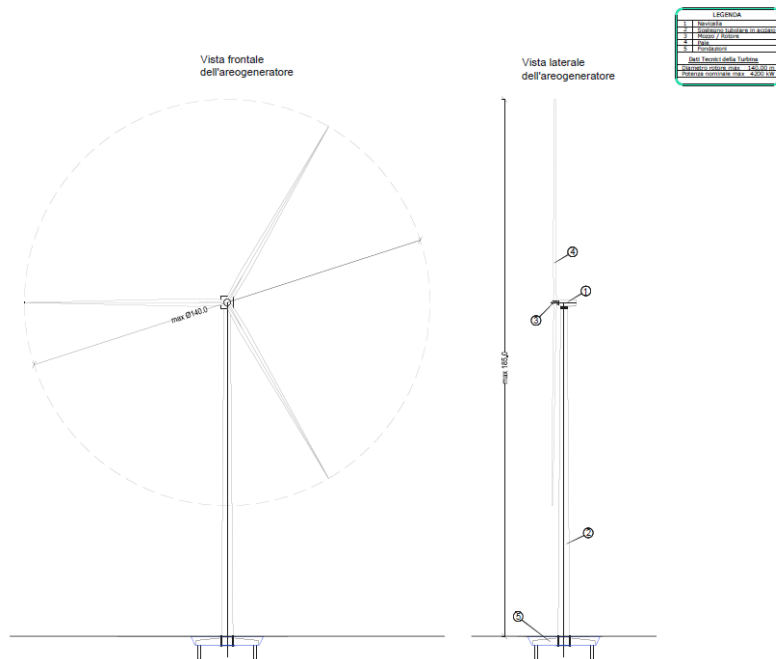


Fig.4 Schema tipo aerogeneratore (misure orientative)

3.4. SOTTOSTAZIONE

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotto verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, sita nel Comune di Mineo (CT), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica esistente riceve le linee provenienti dagli aerogeneratori a 21kV, presso l'edificio quadri MT, dove sono presenti gli scomparti di protezione, sezionamento e misura.

Successivamente, l'energia collettata viene innalzata al livello di tensione della rete RTN 150kV, tramite un trasformatore 150/21 kV della potenza di 40/50 MVA.

Dal trasformatore si diparte lo stallo AT, costituito da organi di misura, protezione e sezionamento in AT isolati in aria, fino a giungere al punto di connessione con l'adiacente cabina primaria TERNA, attraverso un sistema di sbarre aeree.

Considerato il differente livello di tensione della sezione MT, che passa dagli attuali 21 kV ai futuri 30 kV, nonché l'incremento della potenza complessiva proveniente dagli aerogeneratori, dagli attuali 50,15MW ai futuri 121,8 MW, si rende necessario un intervento di manutenzione straordinaria della SSEU esistente, per adeguarla alle nuove caratteristiche elettriche del parco eolico.

Saranno pertanto oggetto di dismissione le seguenti componenti:

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 11 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

- Quadri MT 21kV
- Trasformatore MT/BT 21/0,230 kV servizi ausiliari
- Banchi di rifasamento 20kV
- Trasformatore AT/MT 150/21 kV
- Apparecchiature AT (scaricatori, TA, TV, interruttori, sezionatori)
- Servizi ausiliari

Verrà mantenuto l'edificio esistente presso la sottostazione, presso il quale sono ubicati i quadri MT e i quadri ausiliari.

Nella sua nuova configurazione, la sottostazione elettrica di utente manterrà il collegamento alla limitrofa stazione Terna attraverso il sistema di sbarre aeree esistente.

La nuova sezione di impianto AT di utente sarà così composta:

- n. 1 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione generale
- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre
- n. 3 TV capacitivi
- n. 3 TV induttivi
- n. 2 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione linea trafo;
- n. 2 trasformatori AT/MT 150/30 kV della potenza di 63 MVA.

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, la quale sarà composta da:

- n. 2 quadri MT generali (uno per ciascuna sezione di impianto), completi di:
 - o Scomparti di sezionamento linee di campo
 - o Scomparti misure
 - o Scomparti protezione generale
 - o Scomparti trafo ausiliari
 - o Scomparti protezione banco di rifasamento
- N.2 Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 12 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Coerentemente con la suddivisione del parco eolico in due distinte sezioni, di cui si dirà nel prossimo paragrafo, la configurazione elettrica della sottostazione sarà tale da garantire il funzionamento autonomo di ciascuna delle due sezioni di impianto. Ciascuna delle due sezioni A e B, facenti capo rispettivamente alle società proponenti ERG WIND SICILIA 5 ed ERG WIND SICILIA 2, sarà infatti dotata di una propria sezione MT, di un sistema di misura indipendente e di uno stallo AT dedicato.

Le due sezioni di impianto verranno ricongiunte nella sezione AT, sul sistema di sbarre prima dell'immissione dell'energia prodotta nel punto di connessione alla RTN.

Per maggiori dettagli circa la SSEU si rimanda alla specifica relazione MNV-ENG-REL-0027-00.

3.5. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di circa 120,00MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 29 aerogeneratori della potenza unitaria massima di 4,2 MWp.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono raggruppati fra di loro a gruppi di 4/5, costituendo così n.6 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

| Sottocampo | Aerogeneratori | Potenza | Comune | Società |
|------------|---|---------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | R-ML01, R-ML02, R-ML03, R-ML04, R-ML05 | 21 MW | Militello Val di Catania | Erg Wind Sicilia 5 |
| 2 | R-ML06, R-ML07, R-ML08, R-ML09, R-ML10 | 21 MW | Militello Val di Catania | |
| 3 | R-ML 11, R-MI23, R-MI24, R-MI25, R-MI26 | 21 MW | Militello Val di Catania Mineo | |
| 4 | R-VZ14, R-VZ15, R-VZ16, R-VZ17, R-VZ18 | 21 MW | Vizzini | Erg Wind Sicilia 2 |
| 5 | R-VZ19, R-VZ20, R-VZ21, R-VZ22 | 16,8 MW | Vizzini | |
| 6 | R-VZ12, R-VZ13, R-VZ27, R-VZ28, R-VZ29 | 21 MW | Vizzini | |

I sottocampi sono raggruppati in due distinti gruppi, costituendo a tutti gli effetti due sezioni di impianto indipendenti e autonome, in grado di funzionare l'una indipendentemente dall'altra.

I sottocampi 1-2-3 costituiranno la sezione A dell'impianto, facente capo al proponente ERG

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 13 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

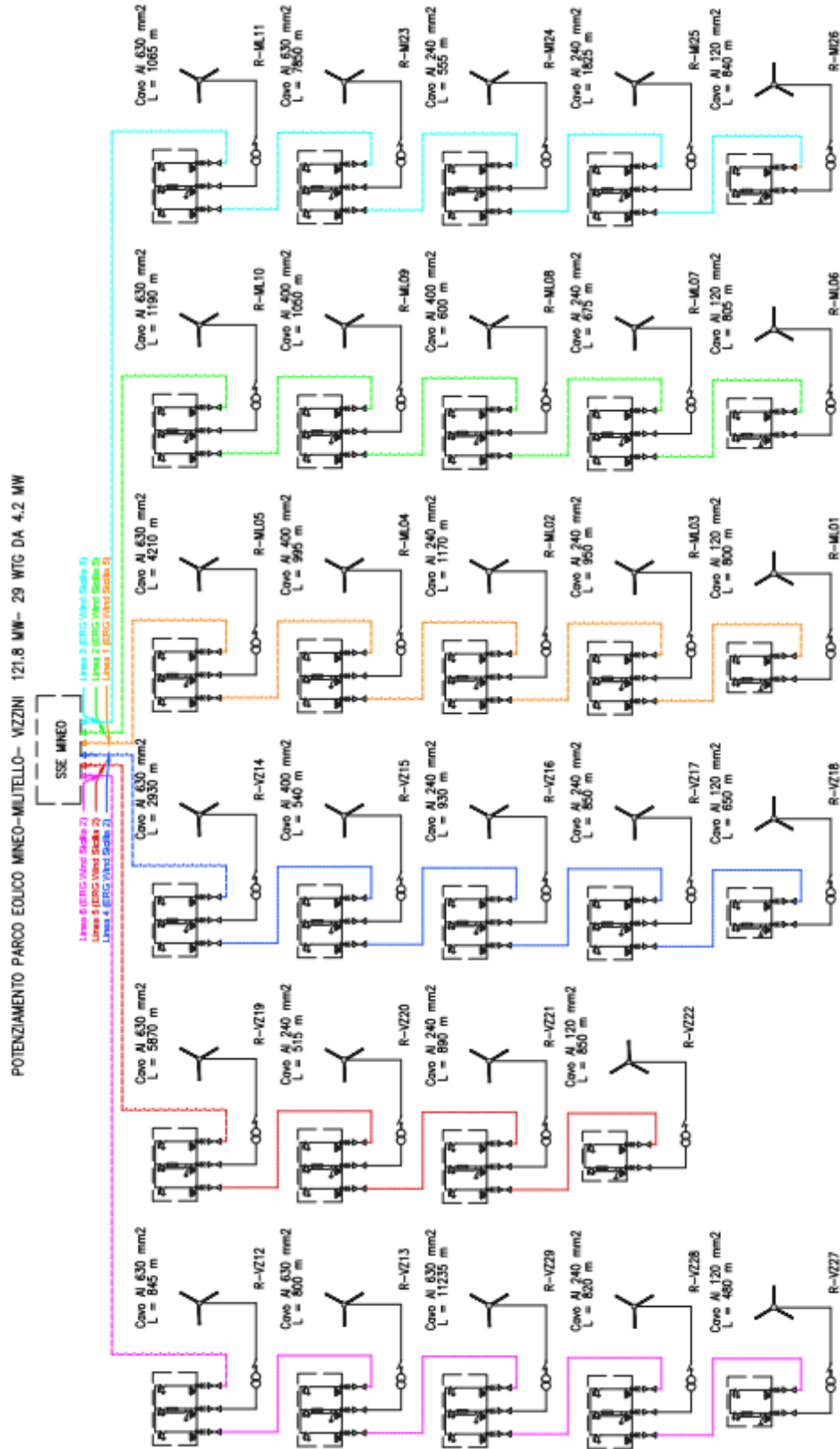
WIND SICLIA 5, della potenza nominale complessiva di 63 MW.

I sottocampi 4-5-6 costituiranno la sezione B dell'impianto, facente capo al proponente ERG WIND SICLIA 2, della potenza nominale complessiva di 58,8 MW.

3.6. SCHEMA ELETTRICO

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati MMV-ENG-TAV-0086 e MMV-ENG-TAV-0091.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | | 14 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | | |



| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 15 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

3.7. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di distribuzione dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 30/150 kW è articolato su n.6 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo.

Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore,

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo in alluminio, schermati, in posa a trefolo ad elica visibile per le sezioni fino a 300 mm² e in posa a trefolo per le sezioni superiori..

Nella tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento.

| | LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lungh. cavo [m] | Potenza attiva [MW] | |
|--------------------|---------|----------|--------|---------------------------------|-----------------|---------------------|-----|
| ERG WIND SICILIA 5 | LINEA 1 | R-ML01 | R-ML03 | 3x1x120 | 800 | 4,2 | |
| | | R-ML03 | R-ML02 | 3x1x240 | 950 | 8,4 | |
| | | R-ML02 | R-ML04 | 3x1x240 | 1170 | 12,6 | |
| | | R-ML04 | R-ML05 | 3x1x400 | 995 | 16,8 | |
| | | R-ML05 | SSE | 3x1x630 | 4210 | 21 | |
| | LINEA 2 | R-ML06 | R-ML07 | 3x1x120 | 805 | 4,2 | |
| | | R-ML07 | R-ML08 | 3x1x240 | 675 | 8,4 | |
| | | R-ML08 | R-ML09 | 3x1x400 | 600 | 12,6 | |
| | | R-ML09 | R-ML10 | 3x1x400 | 1050 | 16,8 | |
| | | R-ML10 | SSE | 3x1x630 | 1190 | 21 | |
| | LINEA 3 | R-MI26 | R-MI25 | 3x1x120 | 840 | 4,2 | |
| | | R-MI25 | R-MI24 | 3x1x240 | 1825 | 8,4 | |
| | | R-MI24 | R-MI23 | 3x1x240 | 555 | 12,6 | |
| | | R-MI23 | R-ML11 | 3x1x630 | 7850 | 16,8 | |
| | | R-ML11 | SSE | 3x1x630 | 1065 | 21 | |
| ERG WIND SICILIA 2 | LINEA 4 | R-VZ18 | R-VZ17 | 3x1x120 | 650 | 4,2 | |
| | | R-VZ17 | R-VZ16 | 3x1x240 | 850 | 8,4 | |
| | | R-VZ16 | R-VZ15 | 3x1x240 | 930 | 12,6 | |
| | | R-VZ15 | R-VZ14 | 3x1x400 | 540 | 16,8 | |
| | | R-VZ14 | SSE | 3x1x630 | 2930 | 21 | |
| | LINEA 5 | R-VZ22 | R-VZ21 | 3x1x120 | 850 | 4,2 | |
| | | R-VZ21 | R-VZ20 | 3x1x240 | 890 | 8,4 | |
| | | R-VZ20 | R-VZ19 | 3x1x240 | 515 | 12,6 | |
| | | R-VZ19 | SSE | 3x1x630 | 5870 | 16,8 | |
| | | LINEA 6 | R-VZ27 | R-VZ28 | 3x1x120 | 480 | 4,2 |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 16 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lungh. cavo [m] | Potenza attiva [MW] |
|----------------------------|----------|--------|---------------------------------|-----------------|---------------------|
| | R-VZ28 | R-VZ29 | 3x1x240 | 820 | 8,4 |
| | R-VZ29 | R-VZ13 | 3x1x630 | 11235 | 12,6 |
| | R-VZ13 | R-VZ12 | 3x1x630 | 800 | 16,8 |
| | R-VZ12 | SSE | 3x1x630 | 840 | 21 |
| POTENZA COMPLESSIVA | | | | | 121,800 |

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato MMV-ENG-TAV-0071_00.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 17 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

4. FONTI DI EMISSIONE

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco eolico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco eolico:

- tutte le linee elettriche a servizio del parco:
 - elettrodotto MT di interconnessione fra gli aerogeneratori del sottocampo;
 - elettrodotto MT di vettoriamento dell'energia prodotta dai sottocampo verso la cabina di trasformazione;
- le cabine di trasformazione primarie e secondarie;
- i generatori eolici.

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

4.1. ELETTRDOTTO MT

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo standard .

Si tratta di cavi unipolari riuniti in elica visibile, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da mescola in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva.

I cavi verranno interrati ad una profondità di 1,10 m. La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30kV. Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di aerogeneratori collegati a valle di tale linea. Ciascun aerogeneratore ha una produzione nominale pari a 85 A alla tensione di 30kV. La tabella che segue riporta il dimensionamento dei cavi e la verifica delle sezioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-17. Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla citata normativa, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi.

| | | | | | | | |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--|--------|
| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | | PAGINA |
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | | 18 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | | |

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] | Corrente nominale [A] | Portata cavo nominale [A] | N. circuiti nella sez. di scavo | K correttivo portata | Portata cavo corretta [A] | Dimensione mento in portata | Resistenza cavo [Ω] | Reattanza cavo [Ω] | Potenza reattiva [MVAR] | ΔV % cumulato | Potenza [kW] | Δp % |
|------------------------------------|----------|--------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------|
| ERG WIND SICILIA 5 | R-MI01 | R-MI03 | 3x1x120 | 800 | 4,2 | 85,18 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 35% | 0,2664 | 0,104 | 1,380 | 0,14% | 5,799 | 0,14% |
| | R-MI03 | R-MI02 | 3x1x240 | 950 | 8,4 | 170,37 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 47% | 0,1568 | 0,105 | 2,761 | 0,18% | 13,649 | 0,16% |
| | R-MI02 | R-MI04 | 3x1x240 | 1170 | 12,6 | 255,55 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 71% | 0,1931 | 0,129 | 4,141 | 0,33% | 37,822 | 0,30% |
| | R-MI04 | R-MI05 | 3x1x400 | 995 | 16,8 | 340,74 | 557 | 2 | 0,838 | 466,81 | 73% | 0,1045 | 0,109 | 5,522 | 0,26% | 36,389 | 0,22% |
| | R-MI05 | SSE | 3x1x630 | 4210 | 21 | 425,92 | 725 | 6 | 0,745 | 540,10 | 79% | 0,3111 | 0,417 | 6,902 | 1,05% | 169,319 | 0,81% |
| | R-MI06 | R-MI07 | 3x1x120 | 805 | 4,2 | 85,18 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 35% | 0,2681 | 0,105 | 1,380 | 0,14% | 5,835 | 0,14% |
| | R-MI07 | R-MI08 | 3x1x240 | 675 | 8,4 | 170,37 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 47% | 0,1114 | 0,074 | 2,761 | 0,13% | 9,698 | 0,12% |
| | R-MI08 | R-MI09 | 3x1x400 | 600 | 12,6 | 255,55 | 557 | 2 | 0,838 | 466,81 | 55% | 0,0630 | 0,066 | 4,141 | 0,12% | 12,343 | 0,10% |
| | R-MI09 | R-MI10 | 3x1x400 | 1050 | 16,8 | 340,74 | 557 | 2 | 0,838 | 466,81 | 73% | 0,1103 | 0,116 | 5,522 | 0,28% | 38,400 | 0,23% |
| | R-MI10 | SSE | 3x1x630 | 1190 | 21 | 425,92 | 725 | 6 | 0,745 | 540,10 | 79% | 0,0879 | 0,118 | 6,902 | 0,30% | 47,860 | 0,23% |
| ERG WIND SICILIA 2 | R-MI26 | R-MI25 | 3x1x120 | 840 | 4,2 | 85,18 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 35% | 0,2797 | 0,109 | 1,380 | 0,15% | 6,089 | 0,14% |
| | R-MI25 | R-MI24 | 3x1x240 | 1825 | 8,4 | 170,37 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 47% | 0,3011 | 0,201 | 2,761 | 0,34% | 26,221 | 0,31% |
| | R-MI24 | R-MI23 | 3x1x240 | 555 | 12,6 | 255,55 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 71% | 0,0916 | 0,061 | 4,141 | 0,16% | 17,941 | 0,14% |
| | R-MI23 | R-MI11 | 3x1x630 | 7850 | 16,8 | 340,74 | 725 | 4 | 0,745 | 540,10 | 63% | 0,5801 | 0,777 | 5,522 | 1,56% | 202,056 | 1,20% |
| | R-MI11 | SSE | 3x1x630 | 1065 | 21 | 425,92 | 725 | 6 | 0,745 | 540,10 | 79% | 0,0787 | 0,105 | 6,902 | 0,26% | 42,832 | 0,20% |
| | R-VZ17 | R-VZ18 | 3x1x120 | 650 | 4,2 | 85,18 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 35% | 0,2165 | 0,085 | 1,380 | 0,11% | 4,712 | 0,11% |
| | R-VZ18 | R-VZ16 | 3x1x240 | 850 | 8,4 | 170,37 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 47% | 0,1403 | 0,094 | 2,761 | 0,16% | 12,212 | 0,15% |
| | R-VZ16 | R-VZ15 | 3x1x240 | 990 | 12,6 | 255,55 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 71% | 0,1535 | 0,102 | 4,141 | 0,26% | 30,064 | 0,24% |
| | R-VZ15 | R-VZ14 | 3x1x400 | 540 | 16,8 | 340,74 | 557 | 2 | 0,838 | 466,81 | 73% | 0,0567 | 0,059 | 5,522 | 0,14% | 47,839 | 0,12% |
| | R-VZ14 | SSE | 3x1x630 | 2930 | 21 | 425,92 | 725 | 6 | 0,745 | 540,10 | 79% | 0,2165 | 0,290 | 6,902 | 0,73% | 117,839 | 0,56% |
| ERG WIND SICILIA 2 | R-VZ22 | R-VZ21 | 3x1x120 | 850 | 4,2 | 85,18 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 35% | 0,2831 | 0,111 | 1,380 | 0,15% | 6,162 | 0,15% |
| | R-VZ21 | R-VZ20 | 3x1x240 | 890 | 8,4 | 170,37 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 47% | 0,1469 | 0,098 | 2,761 | 0,17% | 12,787 | 0,15% |
| | R-VZ20 | R-VZ19 | 3x1x240 | 515 | 12,6 | 255,55 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 71% | 0,0850 | 0,057 | 4,141 | 0,15% | 16,648 | 0,13% |
| | R-VZ19 | SSE | 3x1x630 | 5870 | 16,8 | 340,74 | 725 | 6 | 0,745 | 540,10 | 63% | 0,4338 | 0,581 | 5,522 | 1,17% | 151,092 | 0,90% |
| | R-VZ27 | R-VZ28 | 3x1x120 | 480 | 4,2 | 85,18 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 35% | 0,1598 | 0,062 | 1,380 | 0,08% | 3,480 | 0,08% |
| | R-VZ28 | R-VZ29 | 3x1x240 | 820 | 8,4 | 170,37 | 428 | 2 | 0,838 | 358,70 | 47% | 0,1353 | 0,090 | 2,761 | 0,15% | 11,781 | 0,14% |
| ERG WIND SICILIA 2 | R-VZ29 | R-VZ13 | 3x1x630 | 11235 | 12,6 | 255,55 | 725 | 2 | 0,838 | 607,61 | 42% | 0,8303 | 1,112 | 4,141 | 1,67% | 162,666 | 1,29% |
| | R-VZ13 | R-VZ12 | 3x1x630 | 800 | 16,8 | 340,74 | 725 | 4 | 0,745 | 540,10 | 63% | 0,0591 | 0,079 | 5,522 | 0,16% | 20,592 | 0,12% |
| | R-VZ12 | SSE | 3x1x630 | 840 | 21 | 425,92 | 725 | 6 | 0,745 | 540,10 | 79% | 0,0621 | 0,083 | 6,902 | 0,21% | 33,783 | 0,16% |
| POTENZA COMPLESSIVA 121,900 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 19 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

4.2. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV

La stazione di trasformazione MT/AT ha lo scopo di elevare la tensione dai 30 kV della rete MT del parco eolico ai 150 kV della rete di trasmissione nazionale di TERNA, nella quale il parco dovrà conferire l'energia prodotta. Tale elevazione avverrà attraverso due trasformatori di potenza, da 63MVA, uno per ciascuna sezione dell'impianto.

La corrente nominale dell'impianto in AT sarà pari a circa 495 A, ad una tensione di 150 kV e alla frequenza di rete di 50 HZ.

È prevista altresì l'installazione di due trasformatori trifase di distribuzione MT/BT, per l'alimentazione dei servizi ausiliari della stazione, della potenza nominale fino a 100kVA.

Verrà fatto uso di trasformatori di tensione del tipo induttivo per le misure fiscali e del tipo capacitivo per le protezioni, così pure si farà uso di una terna di trasformatori amperometrici per effettuare le misure.

Infine, presso l'edificio esistente, verranno installati i quadri MT di protezione, sezionamento e misura, nonché i quadri

4.3. GENERATORI EOLICI

Relativamente alla sola componentistica elettrica, l'aerogeneratore risulta composto da:

- un generatore elettrico della potenza nominale pari a 4,2 MW alla tensione di 0,69kV;
- un trasformatore BT/MT 0,69/30kV della potenza di 5MVA;
- scomparti MT per la connessione in entra-esci dell'aerogeneratore con la linea passante, in numero variabile a seconda della configurazione della rete;
- un sistema LPS per la protezione dalla sovratensioni atmosferiche;
- una rete di terra, collegata con le fondazioni dell'aerogeneratore;
- un sistema di controllo, che sovrintende e supervisiona il funzionamento dell'aerogeneratore e le eventuali anomalie.

La potenza del generatore elettrico viene resa ad un livello di tensione pari a 690V, che viene innalzata attraverso il trasformatore BT/MT alla tensione di esercizio della rete, pari a 30 kV.

La potenza così prodotta, con un livello di tensione compatibile con la rete, viene immessa nella

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 20 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

rete di vettoriamento tramite un collegamento in entra-esci, realizzato attraverso gli scomparti MT installati alla base dell'aerogeneratore.

La navicella che accoglie le principali apparecchiature di cui sopra è installata ad un'altezza pari a circa 115 m; su di essa è installato il rotore, al quale sono connesse radialmente le pale rotoriche, le quali fanno sì che il sistema nel suo complesso raggiunga l'altezza media di oltre 185 m dal suolo.

Tali pale rotoriche sono sicuramente il componente maggiormente soggetto al rischio di fulminazione, e, proprio per tale motivo l'aerogeneratore è dotato di un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche.

Tutte le parti metalliche non attive presenti all'interno dell'aerogeneratore sono collegate alla sbarra di terra, così pure la rete di terra esterna all'aerogeneratore. Anche il trasformatore MT/BT risulta collegato alla sbarra di terra attraverso il proprio centro stella.

La rete di terra consisterà nella posa di un doppio anello di rame della sezione di 95 mm, posato ad una profondità pari a quella del piano di posa delle fondazioni. I due anelli saranno collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 21 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

5. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

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

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti.

Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), 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.

5.1. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

| Soglia | Valore limite del campo magnetico |
|--|---|
| Limite di esposizione | 100 μT (da intendersi come valore efficace) |
| Valore di attenzione (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) | 10 μT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio) |
| Obiettivo di qualità (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) | 3 μT (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 | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 22 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

| Soglia | Valore limite del campo magnetico |
|---|-----------------------------------|
| 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) | |

5.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 23 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

Il progetto, infatti, prevede l'utilizzo di cavi del tipo in alluminio schermati in posa a trifoglio a elica visibile per sezioni sezioni fino a 300 mm², mentre a semplice trifoglio per i cavi di sezione maggiore.

La tabella che segue mostra le differenti tipologie di cavi da utilizzare e le caratteristiche di posa

| | Cavi con isolamento in EPR | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Sezione (mm ²) | 120 | 240 | 400 | 630 |
| Tipo posa | Cordato a elica visibile | Cordato a elica visibile | Trifoglio | Trifoglio |
| Profondità posa (m) | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 |

6.1. CAVI POSA ELICORDATA SEZIONE 120-240 MM²

Si fa presente che, date le caratteristiche costruttive, i cavi in progetto presentano una configurazione ad elica visibile per le sezioni fino a 300 mm².

Come già anticipato, trattasi di cavi elicordati ad elica visibile. Come noto dalla normativa citata in materia, le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fanno sì che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio.

In aggiunta a questa prima considerazione, si fa notare come la metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, con le quali verranno condotti i calcoli nel seguito, fanno esplicito riferimento al

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 24 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

caso in questione come un caso per il quale non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto. All'art. 3.2 dell'allegato al suddetto decreto 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 distanza previste dal Decreto interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991”.

Trattandosi nei casi in questione di un elettrodotto costituito da linee in MT in cavo cordato ad elica, come evidenziato in precedenza, si ritiene a maggior ragione non essere necessario alcuno studio circa i campi magnetici generati dai cavi di sezione 120 – 240 mm².

Il campo elettromagnetico generato dai cavi di sezione 120 – 240 mm² risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e, pertanto, già dopo una prima analisi qualitativa, se ne può escludere la valutazione numerica, così come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

6.2. CAVI POSA A TRIFOGLIO SEZIONE 400-630 MM²

Per la valutazione del campo magnetico generato da tali elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Si possono individuare nel parco eolico in progetto le seguenti tipologie di elettrodotti:

- CASO A: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terna cavi MT posata a trifoglio;
- CASO B: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terna cavi MT posata a trifoglio;
- CASO C: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 4 terna cavi MT posata a trifoglio.
- CASO D: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 6 terna cavi MT posata a trifoglio.

Tali casistiche sono riferite alle sezioni costituite da cavi di sezione 400-630 mm², della tipologia ARP1H5(AR)E, ossia cavi unipolari, in quanto, , come già detto al paragrafo precedente, per i cavi di

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 25 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

sezioni inferiori è previsto l'utilizzo di cavi tripolari elicordati i cui campi elettromagnetici generati sono già definiti trascurabili dalla normativa.

Occorre inoltre tenere in considerazione la tipologia dei cavi usati per la realizzazione degli elettrodotti; si tratta, infatti, di cavi sotterranei cordati ad elica, posati ad una profondità di 1,10 m.

Si procederà adesso, per ognuno dei casi precedentemente introdotti, ad una valutazione specifica del campo magnetico.

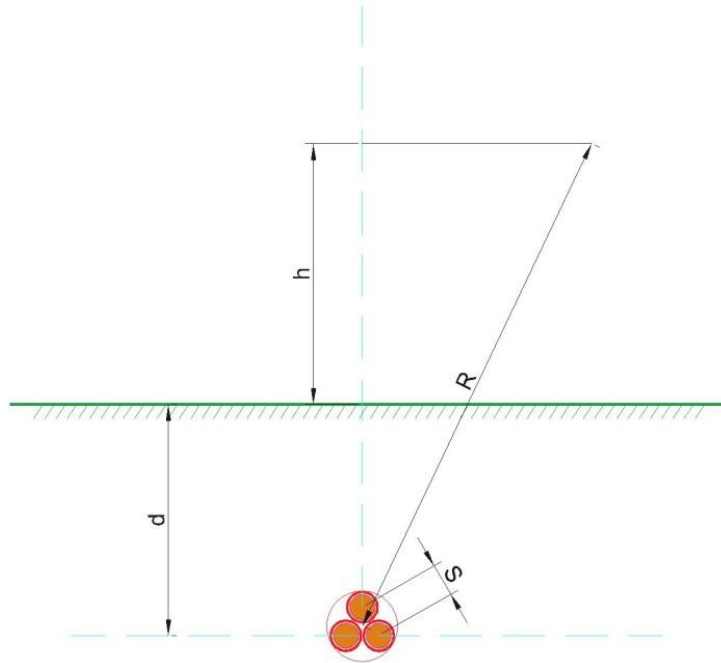
6.2.1. Caso A – 1 terna di cavi

Per quanto concerne il caso di una singola terna di cavi sotterranei di media tensione posati a trifogli, la norma CEI 106-11 al cap.7.1 indica che con una profondità di posa pari a 0,80 m già al livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μ T. A maggior ragione, considerata una reale profondità di posa pari a 1,10 m, risulta al livello del suolo un valore ancora inferiore.

A scopo cautelativo, si è comunque effettuato il calcolo analitico dei campi magnetici generati da questa configurazione.

Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati, come di seguito riportato.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 26 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |



Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

| | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Profondità di posa dei cavi | -1,10 m |
| distanza terna dall'asse y | 0 m |
| Sezione terna | 3x1x630 mm ² |
| Portata cavo nominale | 725 A |
| Portata cavo corretta | 675 A |

Ai fini del calcolo relativo a una terna di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 27 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

più gravoso riscontrato nell'intero impianto, ossia la presenza nello scavo di una terna di cavi della sezione di 630 mm².

Tutti gli altri casi in cui si riscontrino una terna di cavi di sezione inferiore (400 mm²) risultano meno gravose della situazione tipo presa in esame.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

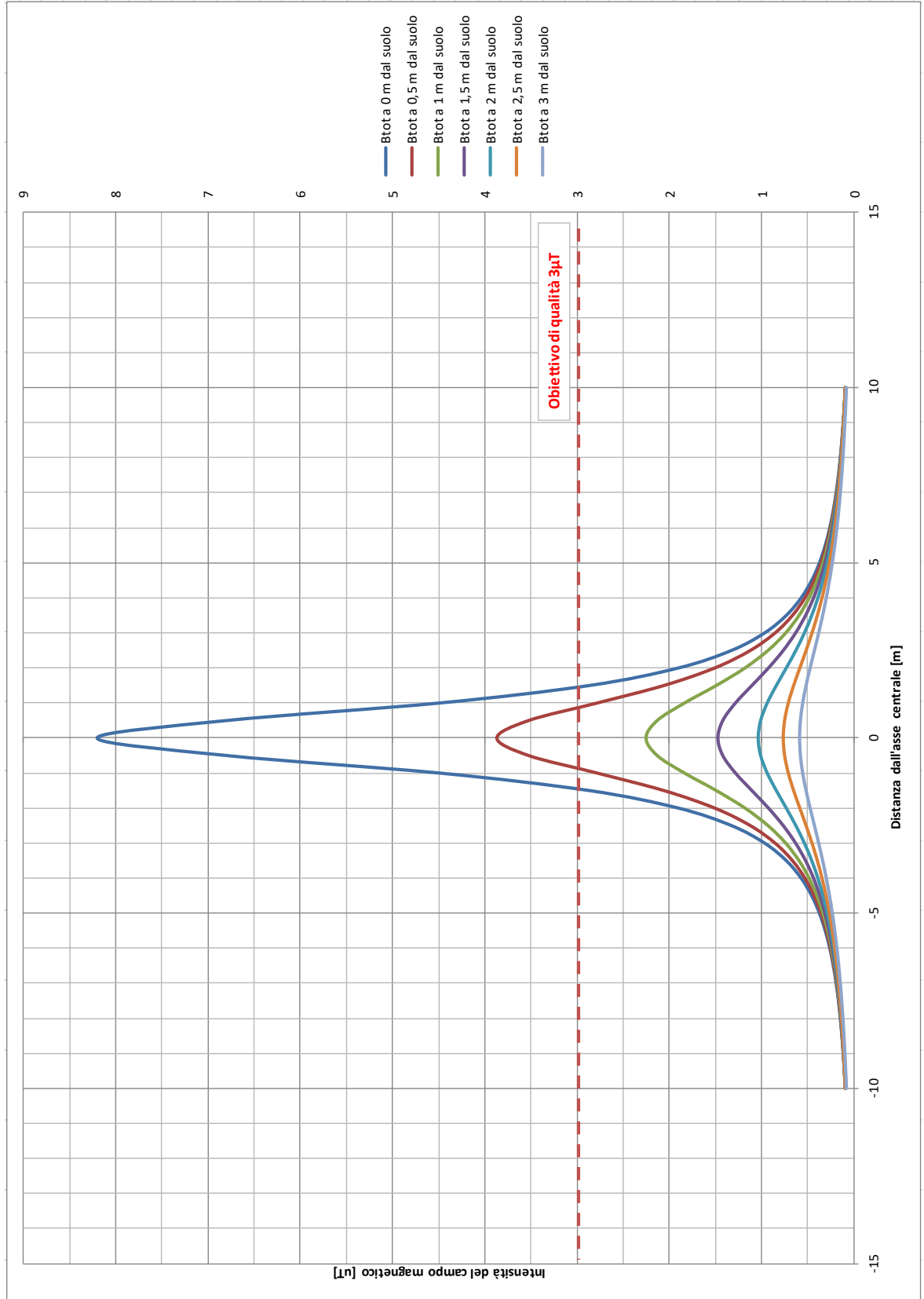
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 28 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B _{tot} a 1 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |
| -9,50 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 |
| -9,00 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 |
| -8,50 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| -8,00 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 |
| -7,50 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,14 |
| -7,00 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 |
| -6,50 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 |
| -6,00 | 0,25 | 0,23 | 0,22 | 0,20 | 0,19 |
| -5,50 | 0,29 | 0,27 | 0,25 | 0,23 | 0,21 |
| -5,00 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,26 | 0,24 |
| -4,50 | 0,40 | 0,37 | 0,33 | 0,30 | 0,27 |
| -4,00 | 0,49 | 0,44 | 0,39 | 0,34 | 0,30 |
| -3,50 | 0,60 | 0,52 | 0,45 | 0,39 | 0,34 |
| -3,00 | 0,74 | 0,63 | 0,53 | 0,45 | 0,38 |
| -2,50 | 0,93 | 0,76 | 0,63 | 0,52 | 0,43 |
| -2,00 | 1,18 | 0,92 | 0,73 | 0,58 | 0,48 |
| -1,50 | 1,49 | 1,10 | 0,84 | 0,65 | 0,52 |
| -1,00 | 1,83 | 1,28 | 0,94 | 0,71 | 0,56 |
| -0,50 | 2,13 | 1,42 | 1,01 | 0,75 | 0,58 |
| 0,00 | 2,25 | 1,47 | 1,03 | 0,77 | 0,59 |
| 0,50 | 2,13 | 1,42 | 1,01 | 0,75 | 0,58 |
| 1,00 | 1,83 | 1,28 | 0,94 | 0,71 | 0,56 |
| 1,50 | 1,49 | 1,10 | 0,84 | 0,65 | 0,52 |
| 2,00 | 1,18 | 0,92 | 0,73 | 0,58 | 0,48 |
| 2,50 | 0,93 | 0,76 | 0,63 | 0,52 | 0,43 |
| 3,00 | 0,74 | 0,63 | 0,53 | 0,45 | 0,38 |
| 3,50 | 0,60 | 0,52 | 0,45 | 0,39 | 0,34 |
| 4,00 | 0,49 | 0,44 | 0,39 | 0,34 | 0,30 |
| 4,50 | 0,40 | 0,37 | 0,33 | 0,30 | 0,27 |
| 5,00 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,26 | 0,24 |
| 5,50 | 0,29 | 0,27 | 0,25 | 0,23 | 0,21 |
| 6,00 | 0,25 | 0,23 | 0,22 | 0,20 | 0,19 |
| 6,50 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 |
| 7,00 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 |
| 7,50 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,14 |
| 8,00 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 |
| 8,50 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| 9,00 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 |
| 9,50 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 |
| 10,00 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 29 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |



| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 30 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Ricordando che il vincolo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale, pari a 2,25 μT , inferiore al limite fissato.

Per il caso A in esame, risulta pertanto abbondantemente rispettato il valore limite di esposizione pari a 100 μT lungo tutto il percorso dei cavi, così pure l'obiettivo di qualità pari a 3 μT .

6.2.2. Caso B – 2 terne di cavi

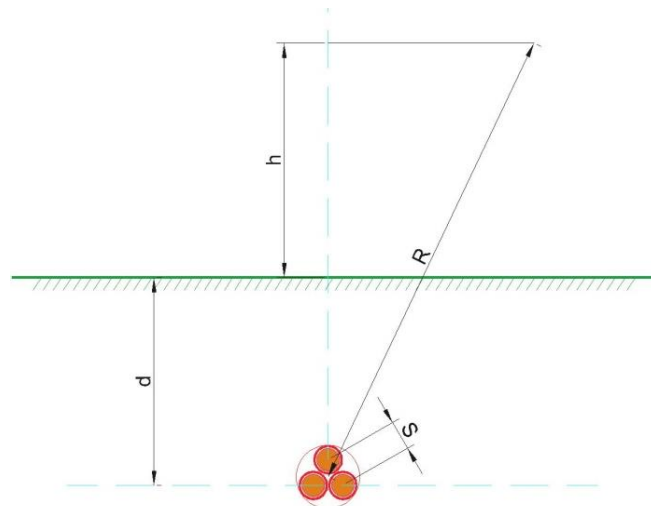
Per tener conto della presenza di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che tenesse conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

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, della quale sono note le caratteristiche geometriche. Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati: in questo modo viene introdotto un grado di protezione maggiore nel sistema, essendo il campo magnetico generato dal un cavo elicordato meno intenso di quello di una terna posata a trifoglio.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 31 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |



Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

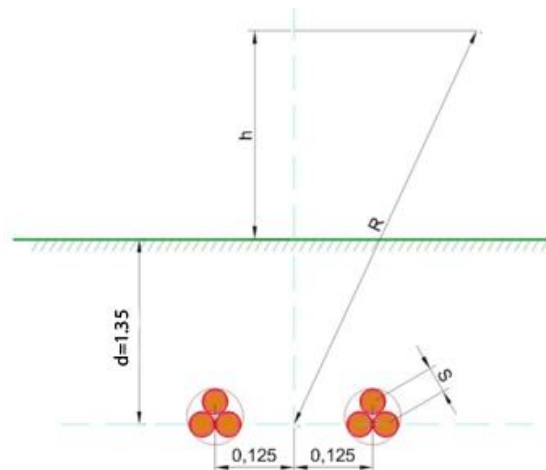
dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

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

Considerata quindi la disposizione spaziale delle due terne, e fissando **l'asse centrale** del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

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

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 32 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), S_i [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i -esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] (specifica della terna i -esima).

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 regolamenta 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.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Profondità di posa dei cavi | -1,10 m |
| distanza terna 1 dall'asse y | -0,125 m |
| distanza terna 2 dall'asse y | 0,125 m |
| Sezione terne | 3x1x630 mm ² |
| Portata cavo nominale | 725 A |
| Portata cavo corretta | 607 A |

Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso più gravoso riscontrato nell'intero impianto, ossia la compresenza nello stesso scavo di due terne

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 33 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

di cavi della sezione di 630 mm².

Tutti gli altri casi in cui si riscontrino due terne di cavi nello stesso scavo risultano meno gravose della situazione tipo presa in esame.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

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.

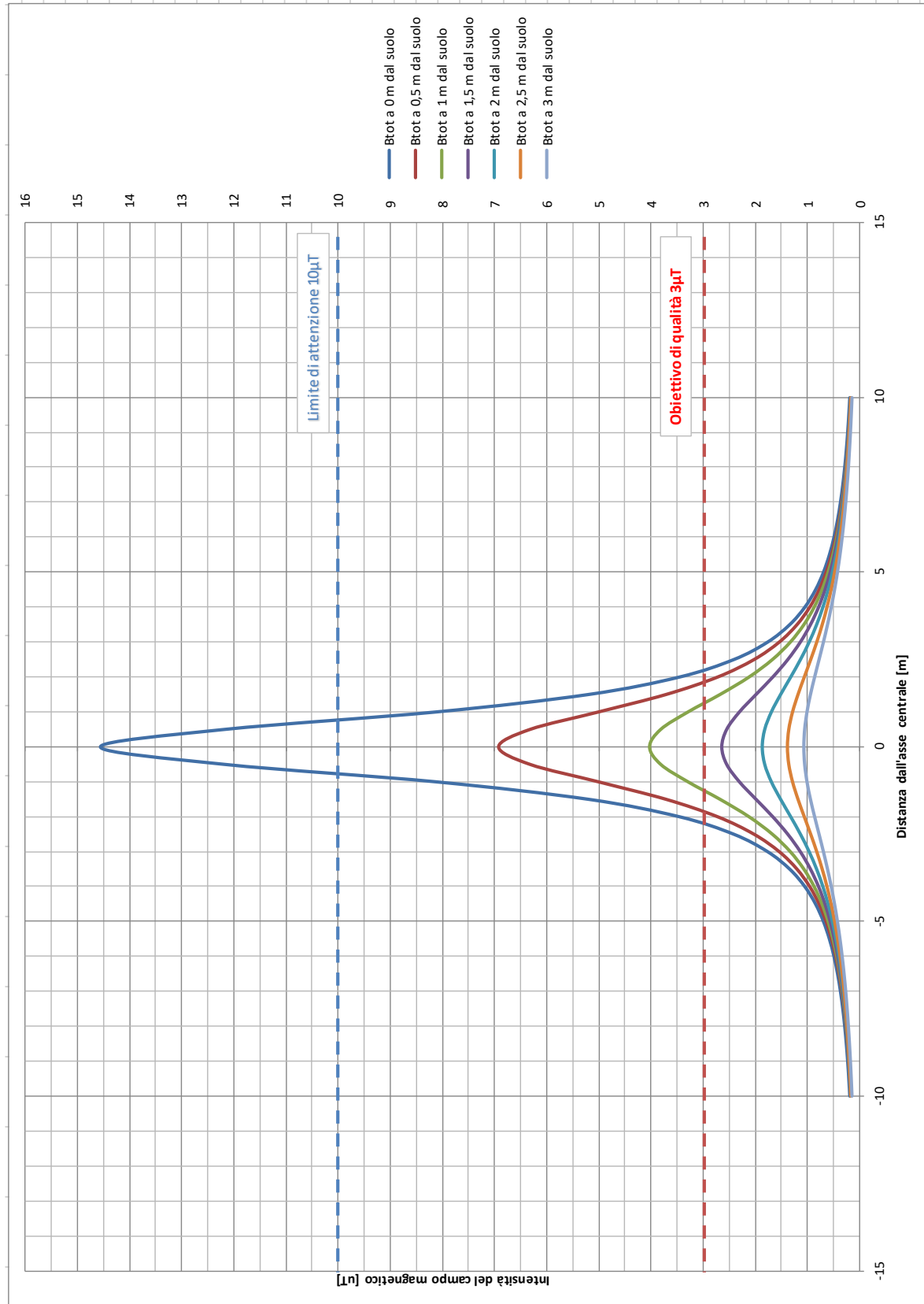
| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 34 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B _{tot} a 1 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,15 |
| -9,50 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,17 |
| -9,00 | 0,21 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,18 |
| -8,50 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 |
| -8,00 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 |
| -7,50 | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,24 |
| -7,00 | 0,33 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,27 |
| -6,50 | 0,38 | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,30 |
| -6,00 | 0,44 | 0,42 | 0,39 | 0,36 | 0,34 |
| -5,50 | 0,52 | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,38 |
| -5,00 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,47 | 0,43 |
| -4,50 | 0,72 | 0,66 | 0,60 | 0,54 | 0,48 |
| -4,00 | 0,88 | 0,78 | 0,70 | 0,62 | 0,54 |
| -3,50 | 1,07 | 0,94 | 0,82 | 0,71 | 0,61 |
| -3,00 | 1,33 | 1,13 | 0,96 | 0,81 | 0,69 |
| -2,50 | 1,68 | 1,37 | 1,13 | 0,93 | 0,77 |
| -2,00 | 2,13 | 1,66 | 1,31 | 1,05 | 0,86 |
| -1,50 | 2,68 | 1,98 | 1,50 | 1,17 | 0,94 |
| -1,00 | 3,30 | 2,30 | 1,68 | 1,28 | 1,00 |
| -0,50 | 3,82 | 2,54 | 1,81 | 1,35 | 1,04 |
| 0,00 | 4,03 | 2,63 | 1,85 | 1,38 | 1,06 |
| 0,50 | 3,82 | 2,54 | 1,81 | 1,35 | 1,04 |
| 1,00 | 3,30 | 2,30 | 1,68 | 1,28 | 1,00 |
| 1,50 | 2,68 | 1,98 | 1,50 | 1,17 | 0,94 |
| 2,00 | 2,13 | 1,66 | 1,31 | 1,05 | 0,86 |
| 2,50 | 1,68 | 1,37 | 1,13 | 0,93 | 0,77 |
| 3,00 | 1,33 | 1,13 | 0,96 | 0,81 | 0,69 |
| 3,50 | 1,07 | 0,94 | 0,82 | 0,71 | 0,61 |
| 4,00 | 0,88 | 0,78 | 0,70 | 0,62 | 0,54 |
| 4,50 | 0,72 | 0,66 | 0,60 | 0,54 | 0,48 |
| 5,00 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,47 | 0,43 |
| 5,50 | 0,52 | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,38 |
| 6,00 | 0,44 | 0,42 | 0,39 | 0,36 | 0,34 |
| 6,50 | 0,38 | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,30 |
| 7,00 | 0,33 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,27 |
| 7,50 | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,24 |
| 8,00 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 |
| 8,50 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 |
| 9,00 | 0,21 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,18 |
| 9,50 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,17 |
| 10,00 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,15 |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 35 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | | |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 36 |



| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 37 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a $3 \mu\text{T}$, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpesio, pari a $4,03 \mu\text{T}$, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza $h=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 1,30 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a $2,93 \mu\text{T}$.

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 2 terne (caso B), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 2,6 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 1,30 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Innanzitutto, è stata presa in considerazione la posa dei cavi di massima sezione possibile (630mm^2). Il valore reale dei campi risulterà, quindi, inferiore a quello calcolato, laddove la sezione dei cavi è inferiore a quella usata per il calcolo.

Inoltre, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transittanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, 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

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 38 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

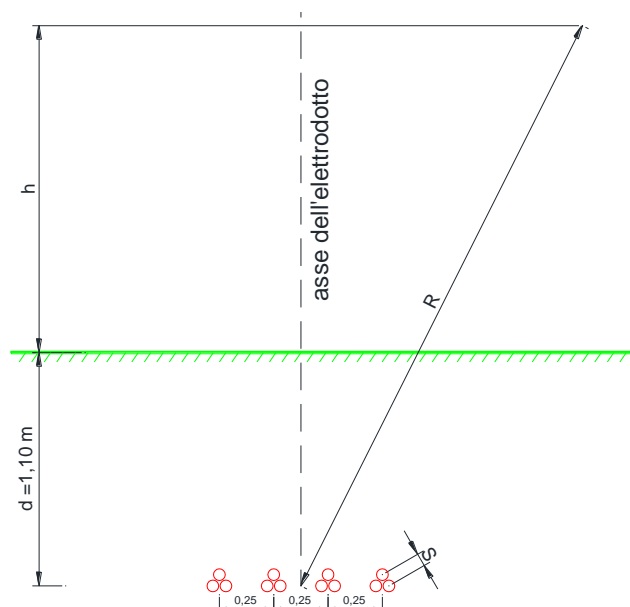
saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

6.2.3. Caso C – 4 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto costituito da quattro terne di cavi.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'asse centrale del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_4 * I_4}{(x - x_4)^2 + (y - d)^2}$$



dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima,

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 39 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] (specifica della terna i -esima). Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di h , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Profondità di posa dei cavi | -1,10 m |
| distanza terna 1 dall'asse y | -0,375 m |
| distanza terna 2 dall'asse y | -0,125 m |
| distanza terna 3 dall'asse y | + 0,125 m |
| distanza terna 4 dall'asse y | + 0,375 m |
| Sezione terne | 3x1x630 mm ² |
| Portata cavo nominale | 725 A |
| Portata cavo corretta | 540 A |

Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso più gravoso riscontrato nell'intero impianto, ossia la compresenza nello stesso scavo di quattro terne di cavi della sezione di 630 mm².

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

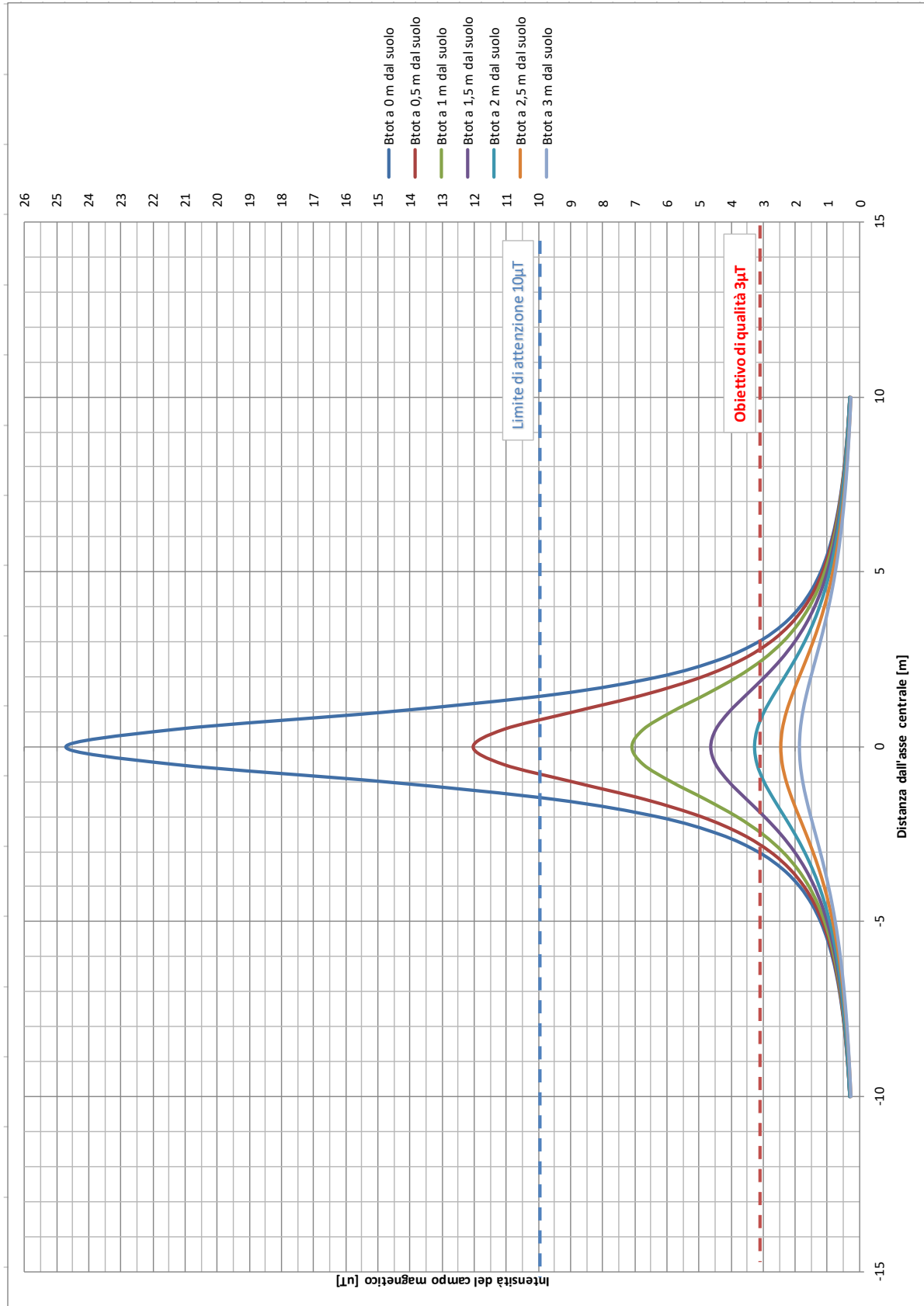
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 40 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B _{tot} a 1 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,28 | 0,27 |
| -9,5 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,30 |
| -9 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,33 |
| -8,5 | 0,42 | 0,40 | 0,39 | 0,37 | 0,36 |
| -8 | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,41 | 0,39 |
| -7,5 | 0,53 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| -7 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,51 | 0,48 |
| -6,5 | 0,68 | 0,65 | 0,61 | 0,58 | 0,54 |
| -6,00 | 0,79 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,60 |
| -5,50 | 0,92 | 0,86 | 0,80 | 0,74 | 0,68 |
| -5,00 | 1,09 | 1,00 | 0,92 | 0,84 | 0,76 |
| -4,50 | 1,30 | 1,18 | 1,07 | 0,96 | 0,86 |
| -4,00 | 1,57 | 1,40 | 1,25 | 1,10 | 0,97 |
| -3,50 | 1,92 | 1,68 | 1,46 | 1,26 | 1,09 |
| -3,00 | 2,39 | 2,03 | 1,71 | 1,45 | 1,23 |
| -2,50 | 3,01 | 2,45 | 2,01 | 1,65 | 1,38 |
| -2,00 | 3,81 | 2,96 | 2,33 | 1,87 | 1,52 |
| -1,50 | 4,78 | 3,52 | 2,67 | 2,08 | 1,66 |
| -1,00 | 5,84 | 4,07 | 2,98 | 2,26 | 1,78 |
| -0,50 | 6,72 | 4,49 | 3,20 | 2,39 | 1,85 |
| 0,00 | 7,07 | 4,64 | 3,28 | 2,43 | 1,88 |
| 0,50 | 6,72 | 4,49 | 3,20 | 2,39 | 1,85 |
| 1,00 | 5,84 | 4,07 | 2,98 | 2,26 | 1,78 |
| 1,50 | 4,78 | 3,52 | 2,67 | 2,08 | 1,66 |
| 2,00 | 3,81 | 2,96 | 2,33 | 1,87 | 1,52 |
| 2,50 | 3,01 | 2,45 | 2,01 | 1,65 | 1,38 |
| 3,00 | 2,39 | 2,03 | 1,71 | 1,45 | 1,23 |
| 3,50 | 1,92 | 1,68 | 1,46 | 1,26 | 1,09 |
| 4,00 | 1,57 | 1,40 | 1,25 | 1,10 | 0,97 |
| 4,50 | 1,30 | 1,18 | 1,07 | 0,96 | 0,86 |
| 5,00 | 1,09 | 1,00 | 0,92 | 0,84 | 0,76 |
| 5,50 | 0,92 | 0,86 | 0,80 | 0,74 | 0,68 |
| 6,00 | 0,79 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,60 |
| 6,50 | 0,68 | 0,65 | 0,61 | 0,58 | 0,54 |
| 7,00 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,51 | 0,48 |
| 7,50 | 0,53 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 8,00 | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,41 | 0,39 |
| 8,50 | 0,42 | 0,40 | 0,39 | 0,37 | 0,36 |
| 9,00 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,33 |
| 9,50 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,30 |
| 10,00 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,28 | 0,27 |

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | | |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 41 |



| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 42 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a $3 \mu\text{T}$, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpesio, pari a $7,07 \mu\text{T}$, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza $h=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 2,6 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a $2,87 \mu\text{T}$.

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 3 terne (caso C), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 5,2 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 2,6 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Innanzitutto, è stata presa in considerazione la posa dei cavi di massima sezione possibile (630 mm^2). Il valore reale dei campi risulterà, quindi, inferiore a quello calcolato, laddove la sezione dei cavi è inferiore a quella usata per il calcolo.

Inoltre, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transittanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, 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

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 43 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

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.

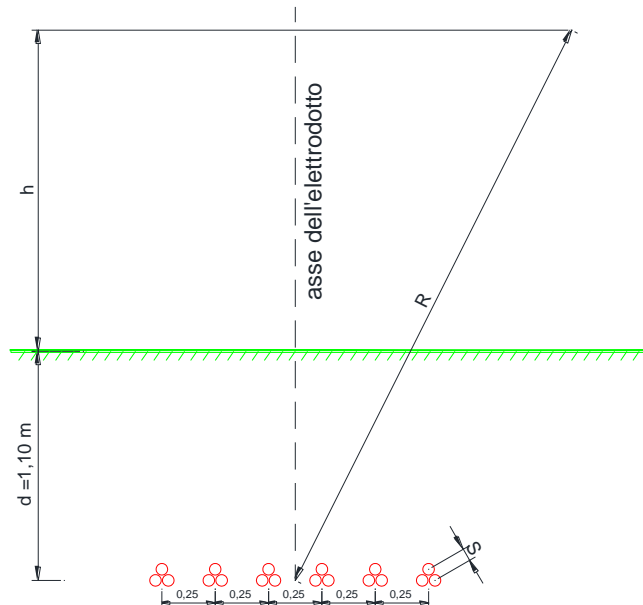
Caso D – 6 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nei paragrafi precedenti, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto costituito da sei terne di cavi.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle sei terne, e fissando l'asse centrale del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$\begin{aligned}
 B = & 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} \\
 & * \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_4 * I_4}{(x - x_4)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} \\
 & * \frac{S_5 * I_5}{(x - x_5)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_6 * I_6}{(x - x_6)^2 + (y - d)^2}
 \end{aligned}$$

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 44 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle terne di cavi), S_i [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i -esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] (specifica della terna i -esima).

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

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Profondità di posa dei cavi | -1,10 m |
| distanza terna 1 dall'asse y | -0,625 m |
| distanza terna 2 dall'asse y | -0,375 m |
| distanza terna 3 dall'asse y | -0,125 m |
| distanza terna 3 dall'asse y | 0,125 m |
| distanza terna 3 dall'asse y | 0,375 m |
| distanza terna 3 dall'asse y | 0,625 m |
| Sezione terne | 3x1x630 mm ² |
| Portata cavo | 540 A |

Ai fini del calcolo, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso più gravoso riscontrato nell'intero impianto, ossia la compresenza nello stesso scavo di sei terne di cavi della sezione di

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 45 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

630 mm². Tale situazione si riscontra nei pressi dell'ingresso alla SSE di utente, per un tratto lungo circa 385 m.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

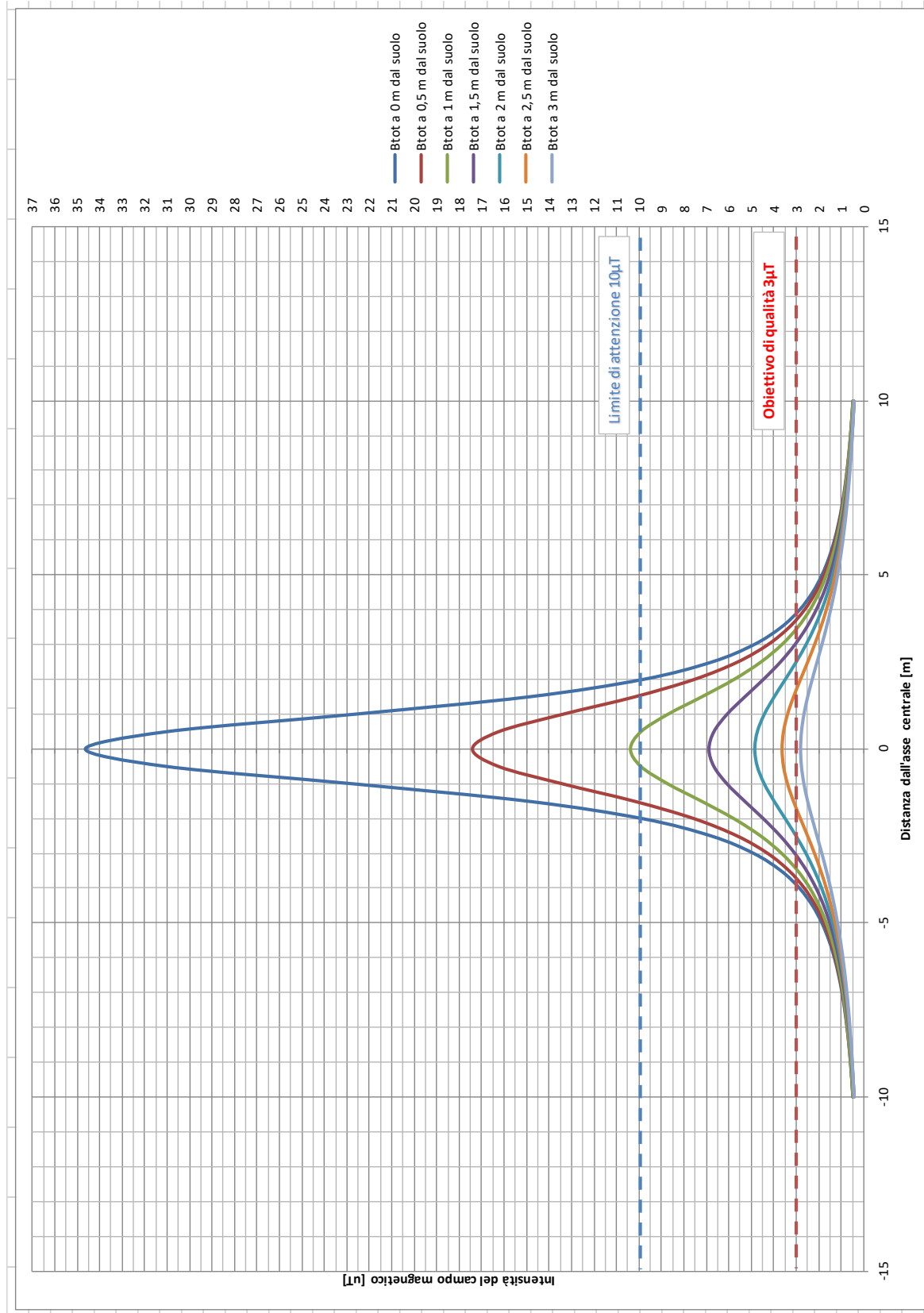
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 46 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B _{tot} a 1 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT] | B _{tot} a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,42 | 0,41 |
| -9,5 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,46 | 0,45 |
| -9 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,49 |
| -8,5 | 0,63 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,54 |
| -8 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,59 |
| -7,5 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,69 | 0,66 |
| -7 | 0,90 | 0,86 | 0,82 | 0,77 | 0,73 |
| -6,5 | 1,03 | 0,98 | 0,93 | 0,87 | 0,81 |
| -6,00 | 1,19 | 1,12 | 1,05 | 0,98 | 0,91 |
| -5,50 | 1,39 | 1,30 | 1,21 | 1,11 | 1,02 |
| -5,00 | 1,64 | 1,52 | 1,39 | 1,26 | 1,15 |
| -4,50 | 1,96 | 1,79 | 1,61 | 1,45 | 1,29 |
| -4,00 | 2,38 | 2,12 | 1,88 | 1,66 | 1,46 |
| -3,50 | 2,92 | 2,54 | 2,20 | 1,90 | 1,65 |
| -3,00 | 3,63 | 3,07 | 2,58 | 2,18 | 1,85 |
| -2,50 | 4,57 | 3,71 | 3,02 | 2,49 | 2,07 |
| -2,00 | 5,77 | 4,46 | 3,51 | 2,81 | 2,28 |
| -1,50 | 7,21 | 5,28 | 4,00 | 3,12 | 2,49 |
| -1,00 | 8,71 | 6,07 | 4,44 | 3,38 | 2,65 |
| -0,50 | 9,92 | 6,65 | 4,75 | 3,56 | 2,76 |
| 0,00 | 10,38 | 6,86 | 4,86 | 3,62 | 2,80 |
| 0,50 | 9,92 | 6,65 | 4,75 | 3,56 | 2,76 |
| 1,00 | 8,71 | 6,07 | 4,44 | 3,38 | 2,65 |
| 1,50 | 7,21 | 5,28 | 4,00 | 3,12 | 2,49 |
| 2,00 | 5,77 | 4,46 | 3,51 | 2,81 | 2,28 |
| 2,50 | 4,57 | 3,71 | 3,02 | 2,49 | 2,07 |
| 3,00 | 3,63 | 3,07 | 2,58 | 2,18 | 1,85 |
| 3,50 | 2,92 | 2,54 | 2,20 | 1,90 | 1,65 |
| 4,00 | 2,38 | 2,12 | 1,88 | 1,66 | 1,46 |
| 4,50 | 1,96 | 1,79 | 1,61 | 1,45 | 1,29 |
| 5,00 | 1,64 | 1,52 | 1,39 | 1,26 | 1,15 |
| 5,50 | 1,39 | 1,30 | 1,21 | 1,11 | 1,02 |
| 6,00 | 1,19 | 1,12 | 1,05 | 0,98 | 0,91 |
| 6,50 | 1,03 | 0,98 | 0,93 | 0,87 | 0,81 |
| 7,00 | 0,90 | 0,86 | 0,82 | 0,77 | 0,73 |
| 7,50 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,69 | 0,66 |
| 8,00 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,59 |
| 8,50 | 0,63 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,54 |
| 9,00 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,49 |
| 9,50 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,46 | 0,45 |
| 10,00 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,42 | 0,41 |

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 0 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | | |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 47 |



| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 48 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a $3 \mu\text{T}$, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpesio, pari a $10,38 \mu\text{T}$, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza $h=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa $3,50 \text{ m}$, alla quale il campo residuo risulta essere pari a $2,92 \mu\text{T}$.

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 6 terne (caso D), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 7 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 3,50 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Innanzitutto, è stata presa in considerazione la posa dei cavi di massima sezione possibile (630 mm^2). Il valore reale dei campi risulterà, quindi, inferiore a quello calcolato, laddove la sezione dei cavi è inferiore a quella usata per il calcolo.

Inoltre, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transittanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, 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

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 49 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

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.

6.3. Riepilogo DPA elettrodotti

La tabella che segue mostra un riepilogo delle DPA dagli elettrodotti interrati di media tensione, calcolate come meglio specificato nei paragrafi precedenti.

| Tipologia cavi | Sezione cavi | N. terne in parallelo | DPA |
|------------------------------------|---|-----------------------|-------|
| cavo interrato posa elicordata | 120 mm ² - 240 mm ² | Qualunque | 0 m |
| cavo interrato posa a trifoglio | 400 mm ² - 630 mm ² | 1 | 0 m |
| | | 2 | 1,3 m |
| | | 4 | 2,6 m |
| | | 6 | 3,5 m |

Si rimanda all'allegato A per l'individuazione planimetrica delle DPA relative agli elettrodotti

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 50 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SSE DI UTENTE

La stazione di trasformazione AT/MT è 150/30 kV una potenziale sorgente di campi elettromagnetici.

Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSEU 30/150 kV, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa distanza di prima approssimazione (DPA):

- Sbarre A.T. a 150 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 30 kV;

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di B.T., trasformatori M.T./B.T., trasformatori A.T./M.T., apparecchiature in B.T., ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Trattandosi di una cabina primaria isolata in aria, il D.M.29/05/08, allegato APAT, par. 5.2.2, non prevede di dover ricorrere al calcolo dei campi generati, in quanto le DPA, e quindi le fasce di rispetto, ricadono all'interno dell'area di pertinenza della stessa cabina.

Ad ulteriore conferma di quanto appena riportato, il gestore di rete ENEL Distribuzione S.p.a., nel documento "Linee Guida per l'applicazione del p.5.1.3 dell'Allegato al DM 29-05-2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" riporta le DPA da applicare per le sottostazioni di trasformazione analoghe a quella oggetto della presente relazione.

In particolare, nell'allegato A al sopracitato documento, vengono riportate le distanze minime da garantire dal centro sbarre AT e dal centro sbarre MT rispetto al perimetro dell'area della sottostazione. Tali distanze, per sistemi con caratteristiche analoghe a quelle della sottostazione in oggetto, risultano essere:

- circa 14 m dal centro sbarre AT
- circa 7 m dal centro sbarre MT.

Sulla base di tali indicazioni normative, sono state individuate le fasce di rispetto presso l'area della sottostazione, per il cui dettaglio si rimanda all'**Allegato B**.

Si noti che la fascia di rispetto derivante dalle linee MT, per la configurazione particolare della

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 51 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

stazione elettrica, ricade per intero all'interno della fascia di rispetto derivante dalle sbarre AT, pertanto non verrà rappresentata graficamente.

In particolare, tutta la fascia di rispetto ricade o all'interno dell'area di pertinenza della sottostazione, o all'interno delle adiacenti stazioni elettriche (SSE Terna e SSEU di altro produttore).

Una porzione minore della fascia di rispetto ricade invece sulla viabilità di accesso alla medesima SSEU, pertanto non interferente con le aree da sottoporre a tutela secondo il DPCM per il rispetto dell'obiettivo di qualità.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 52 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI

Le principali componenti dell'aerogeneratore che risultano essere fonte di campi elettromagnetici sono il generatore elettrico ed il trasformatore BT/MT.

Entrambe le sorgenti operano con correnti e tensioni di esercizio tali che i campi elettromagnetici prodotti risultano estinti nell'arco di pochi metri dalle sorgenti. Considerata inoltre la quota di installazione, superiore ad 115 m, ne consegue che al livello del suolo si possa considerare nullo l'effetto di tali sorgenti.

Inoltre, la struttura metallica dell'aerogeneratore, entro il quale tali apparecchiature sono collocate, funge da ulteriore schermatura per i campi elettrici, attenuandone ulteriormente l'intensità.

A maggior tutela, si ricorda che gli aerogeneratori sono posti, rispetto alle abitazioni e agli edifici civili in cui vi sia una permanenza prolungata, ad una distanza tale da poter considerare l'entità dei campi elettromagnetici generati assolutamente insignificante.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 53 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

9. 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:

- **Elettrodotti:**

- nel caso di cavi elicordati (sezioni 120-240 mm²) i campi elettromagnetici sono trascurabili, non è necessaria l'apposizione di alcuna fascia di rispetto;
- nel caso di cavi unipolari posati a trifoglio (sezioni 400-630 mm²) i campi elettromagnetici risultano di modesta entità, di poco superiori agli obiettivi di qualità, ma comunque inferiori ai limiti imposti dalla normativa. Sono state individuate differenti casistiche, in funzione del numero di terne parallele posate all'interno della stessa sezione di scavo, e per ciascuna di esse è stata determinata la DPA corrispondente.

In tutti i casi, l'entità delle DPA è tale da ricadere all'interno della carreggiata stradale lungo la quale giacciono i cavidotti, senza interferenze con luoghi da tutelare.

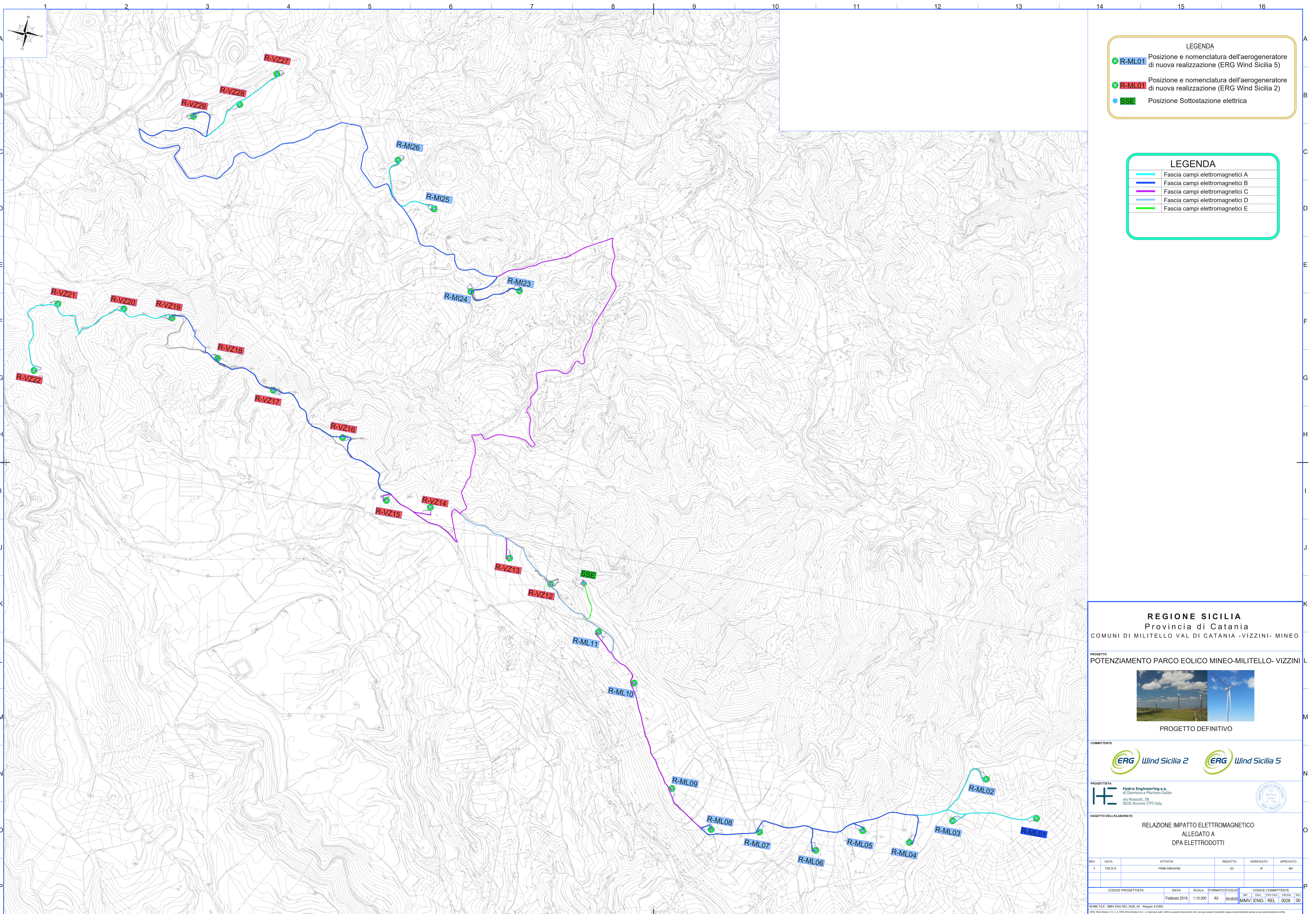
- **Sottostazione elettrica di utente:** i campi elettromagnetici risultano più intensi in prossimità delle apparecchiature AT, ma trascurabili all'esterno dell'area della sottostazione. È stata individuata la fascia di rispetto, ricadente per lo più nelle aree di pertinenza della SSEU e all'interno delle limitrofe SSE o della viabilità di accesso, senza interferenze con luoghi da tutelare.

- **Aerogeneratori:** campi elettromagnetici trascurabili, non è necessaria l'apposizione di alcuna fascia di rispetto.

A conclusione del presente studio, è possibile affermare che per tutte le sorgenti di campi elettromagnetici individuate, le emissioni risultano essere al di sotto dei limiti imposti dalla vigente normativa.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|--|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 54 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

10. ALLEGATO A: DPA ELETTRODOTTI



LEGENDA

- R-ML01 Posizione e nomenclatura dell'aerogeneratore di nuova realizzazione (ERG Wind Sicilia 5)
- R-ML01 Posizione e nomenclatura dell'aerogeneratore di nuova realizzazione (ERG Wind Sicilia 2)
- SSE Posizione Sottostazione elettrica

LEGENDA

- Fascia campi elettromagnetici A
- Fascia campi elettromagnetici B
- Fascia campi elettromagnetici C
- Fascia campi elettromagnetici D
- Fascia campi elettromagnetici E

REGIONE SICILIA
 Provincia di Catania
 COMUNI DI MILITELLO VAL DI CATANIA - VIZZINI - MINEO

PROGETTO
POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO-MILITELLO- VIZZINI



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

PROGETTISTA

Hydro Engineering s.s.
 di Damiano e Mariano Gallo
 via Risopoli, 39
 91031 Alcamo (TP) Italy

OGGETTO DELL'ELABORATO
**RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
 ALLEGATO A
 DPA ELETTRODOTTI**

| REV. | DATA | ATTIVITA' | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|----------|-----------------|---------|------------|-----------|
| 0 | FEB 2018 | PRIMA EMISSIONE | GG | VF | MG |

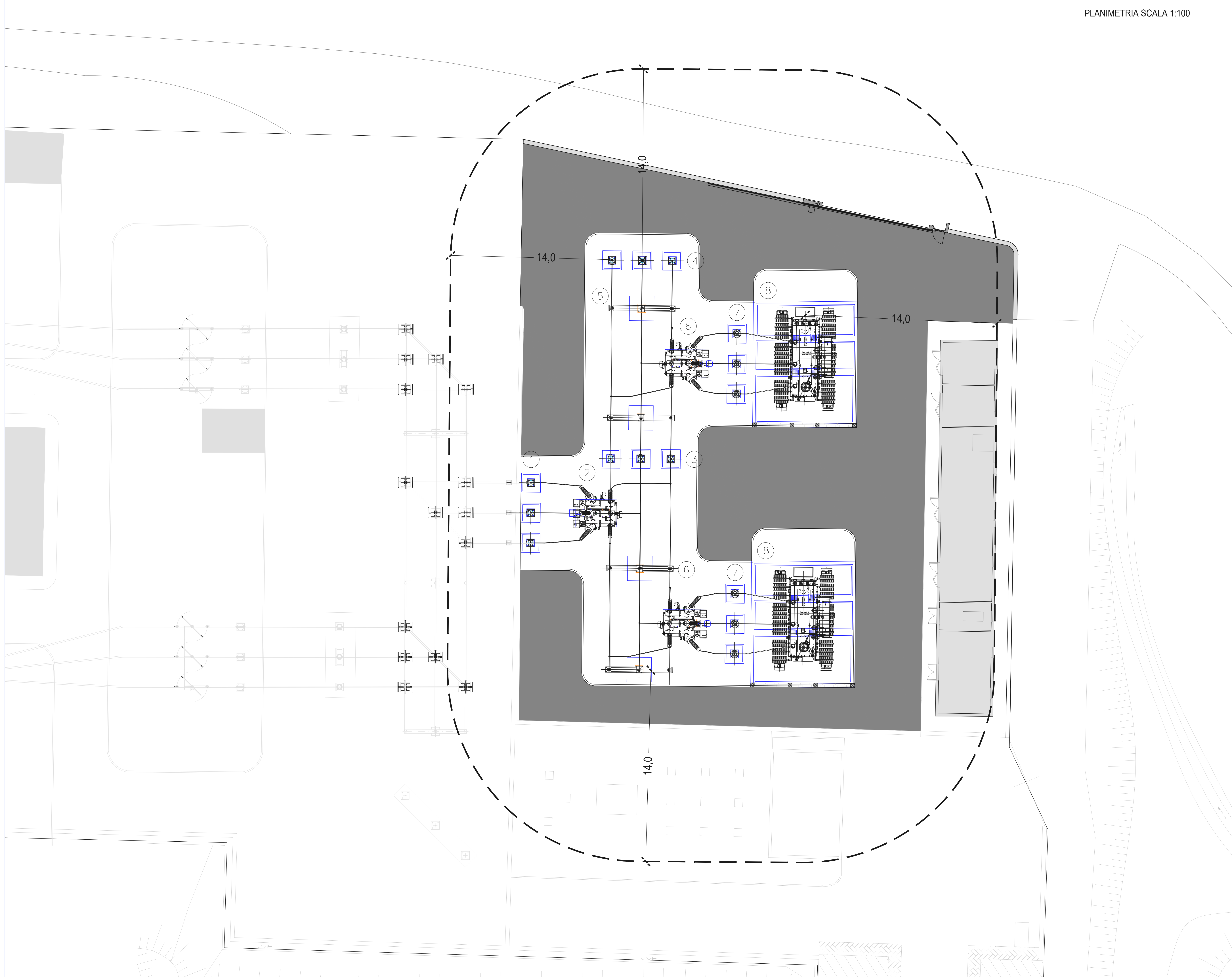
| CODICE PROGETTISTA | DATA | SCALA | FORMATO/FOGLIO | CODICE COMMITTENTE |
|--------------------|---------------|----------|----------------|---------------------|
| | Febbraio 2018 | 1:10.000 | A0 | MMV ENG REL 0028 00 |

NOME FILE: MMV-ENG-REL-0028_00 - Allegato A.DWG
 ERG Wind Sicilia 2 S.p.A. - ERG Wind Sicilia 5 S.p.A. e riservano 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 | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 56 |
| MMV | ENG | REL | 0028 | 00 | | |

**11. ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI
UTENTE**

PLANIMETRIA SCALA 1:100



| LISTA APPARECCHIATURE AREA PRODUTTORE | |
|--|-----------|
| DESCRIZIONE | POSIZIONE |
| ISOLATORI UNIPOLARI | 1 |
| MODULO PASS M0 (SEZIONATORE+INTERRUTTORE+TA) | 2 |
| TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO | 3 |
| TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO | 4 |
| ISOLATORI SBARRE PRINCIPALI | 5 |
| MODULO PASS M0 (SEZIONATORE+INTERRUTTORE+TA) | 6 |
| SCARICATORE | 7 |
| TRASFORMATORE DI POTENZA 150/30 KV | 8 |

| LEGENDA | |
|---------|---|
| | DELIMITAZIONE FASCIA DI RISPETTO CON B > 3 μT |

REGIONE SICILIA
 Provincia di Catania
 COMUNI DI MILITELLO VAL DI CATANIA - VIZZINI - MINEO

PROGETTO
 POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO-MILITELLO- VIZZINI



PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTISTA
HE Hydro Engineering s.s.
 di Damiana e Mariano Galbo
 via Risorgimenti, 39
 91033 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO
 RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
 ALLEGATO B
 DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

| REV. | DATA | ATTIVITA' | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|----------|-----------------|---------|------------|-----------|
| 0 | FEB 2018 | PRIMA EMISSIONE | GG | VF | MG |

| CODICE PROGETTISTA | DATA | SCALA | FORMATO | FUOGIO | CODICE COMMITTENTE |
|--------------------|---------------|-------|---------|----------|---------------------|
| | Febbraio 2018 | 1:100 | A1 | 60 di EG | MMV ENG REL 0028 00 |

NOI FILE: MMV-ENG-REL-0028_00 - Allegato B.DWG
 ERG Wind Sicilia 2 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 3 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 5 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 6 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 7 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 8 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 9 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 10 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 11 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 12 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 13 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 14 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 15 - S.r.l. - ERG Wind Sicilia 16 - S.r.l.