

REGIONI PUGLIA e CAMPANIA

Province di Foggia e Avellino

COMUNI DI Greci (AV) – Montaguto (AV) – Faeto (FG) –
Celle di San Vito (FG) – Orsara (FG)-Castelluccio
Valmaggiore (FG) – Troia (FG)

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO GRECI-MONTAGUTO



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

ERG Wind 4



PROGETTISTA:



GOLDER
Via Sante Bargellini, 4
00157 - Roma (RM)



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
	04/2019	/	1 di 39	A4	GRE	ENG	REL	0013	00

NOME FILE: GRE.ENG.REL.13.00_Relazione impatto elettromagnetico.doc

ERG Wind 4 2 S.r.l. si riserva 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 IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	2
GRE	ENG	REL	0013	00		

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	04/2019	PRIMA EMISSIONE	MGL	LSP	VBR

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	3
GRE	ENG	REL	0013	00		

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
3.1.	DESCRIZIONE GENERALE.....	7
3.2.	LAYOUT IMPIANTO	8
3.3.	AEROGENERATORI	12
3.4.	SOTTOSTAZIONE.....	13
3.5.	POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI	14
3.6.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO	15
4.	FONTI DI EMISSIONE	17
4.1.	CAVIDOTTI MT/AT	17
4.2.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE	18
4.3.	GENERATORI EOLICI	18
5.	VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO	20
5.1.	VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO	20
5.2.	VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO.....	21
6.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAI CAVIDOTTI.....	22
6.1.	CAVIDOTTI MT.....	22
6.1.1.	CASO A – 1 TERNA DI CAVI	23
6.1.2.	CASO B – 2 TERNE DI CAVI	24
6.1.3.	CASO C – 4 TERNE DI CAVI	28
6.2.	CAVIDOTTO AT	32
7.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE SSE	34
8.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI.....	38
9.	CONCLUSIONI	39

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	4
GRE	ENG	REL	0013	00		

1. PREMESSA

La società Golder è stata incaricata di redigere il progetto relativo al potenziamento di due impianti eolici esistenti con aerogeneratori ubicati nei comuni di Greci (AV) e di Montaguto (AV) in Regione Campania. Le relative opere di connessione si sviluppano, oltre che nei suddetti comuni, anche nei comuni di Faeto (FG), Orsara di Puglia (FG), Celle San Vito (FG), Castelluccio Valmaggiore (FG) e Troia (FG), in Regione Puglia.

Sebbene attualmente gli impianti siano entrambi connessi presso l'esistente stazione elettrica di trasformazione 150/20 kV "Celle San Vito", ubicata nel Comune di Celle San Vito (FG), al termine degli interventi di repowering i due impianti si collegheranno a due diverse sottostazioni elettriche: gli aerogeneratori ricadenti nel Comune di Greci verranno collegati alla SSE "Troia" 380/150 kV, presente nel comune di Troia (FG), mentre quelli realizzati nel territorio di Montaguto conserveranno l'attuale collegamento alla SSE di Celle San Vito, adeguando quest'ultima alla nuova potenza dell'impianto ed alle specifiche tecniche previste dal codice di rete.

Gli impianti esistenti sono di proprietà della società del Gruppo ERG Wind 4 Holding Italia Srl.

Nello specifico, gli impianti di Greci e Montaguto sono composti da aerogeneratori tripala modello Vestas V-47, con torre tralicciata, ciascuno di potenza nominale pari a 0,66 MW.

L'impianto di Greci risulta costituito da 25 aerogeneratori, per una potenza complessiva di 16,5 MW, mentre l'impianto di Montaguto è composto da 10 aerogeneratori per una potenza complessiva di 6,60 MW. Entrambi gli impianti, attualmente in esercizio, sono collegati tramite cavidotti interrati all'esistente stazione elettrica di Celle San Vito.

Il potenziamento dei due impianti sarà portato in autorizzazione come un unico impianto.

Il presente progetto consisterà dunque in:

- dismissione di 22 dei 25 aerogeneratori esistenti dell'impianto di Greci (potenza in dismissione pari a 14,52 MW) e di tutti i 10 aerogeneratori dell'impianto di Montaguto (potenza in dismissione pari a 6,60 MW) e delle relative opere accessorie, oltre che nella rimozione dei cavidotti attualmente in esercizio. Resteranno in esercizio esclusivamente tre aerogeneratori dell'impianto di Greci, individuati dalle sigle GR11, GR12 e GR13, caratterizzati da una connessione in antenna, separata rispetto al resto delle macchine di impianto, che saranno sottoposti ad un intervento di reblading seguendo un iter autorizzativo separato. Il numero complessivo degli aerogeneratori da dismettere, pertanto, è pari a 32 per una potenza complessiva in dismissione pari a 21,12 MW.
- Realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 10 aerogeneratori di grande taglia e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 43,8 MW. In particolare, l'impianto sarà costituito da:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	5
GRE	ENG	REL	0013	00		

- n.6 aerogeneratori nel territorio comunale di Greci, della potenza unitaria di 4,5 MW (per una potenza complessiva di 27 MW), diametro del rotore massimo di 145 m ed altezza massima complessiva di 180 m;
- n.4 aerogeneratori nel territorio comunale di Montaguto, della potenza unitaria di 4,2 MW (per una potenza complessiva di 16,8 MW), diametro del rotore massimo di 117 m e altezza massima complessiva di 180 m.
- La costruzione di nuovi cavidotti interrati MT in sostituzione di quelli attualmente in esercizio. Il tracciato di progetto, completamente interrato, seguirà per la maggior parte il percorso esistente. L'unica eccezione riguarderà il nuovo tracciato necessario per il collegamento degli aerogeneratori di Greci alla SSE utente di nuova realizzazione nel Comune di Troia.
- L'adeguamento della sottostazione elettrica esistente di Celle San Vito alla nuova configurazione elettrica ed alle specifiche di rete, per garantire la connessione alla RTN degli aerogeneratori di Montaguto.
- La realizzazione di una nuova cabina di sezionamento lungo il tracciato dei cavidotti MT che collegano l'impianto di Greci alla nuova sottostazione, in modo da garantire maggiore facilità nella manutenzione delle linee e ridurre le perdite elettriche.
- La costruzione di una nuova sottostazione elettrica utente per la connessione alla RTN degli aerogeneratori di Greci. La SSE di progetto rappresenterà il punto di arrivo dei cavi MT e di partenza del cavo di collegamento AT verso la sottostazione Terna esistente.
- La posa di un nuovo cavidotto interrato AT tra la sottostazione lato utente e la SSE Terna esistente.
- L'adeguamento della sottostazione elettrica Terna esistente in cui avverrà il collegamento degli impianti (tale intervento non ricompreso nel presente progetto).

L'installazione di pochi ma più moderni aerogeneratori in sostituzione di diverse turbine di vecchissima concezione comporterà non solo un incremento dei rendimenti energetici degli impianti, ma anche un considerevole miglioramento degli impatti ambientali connessi a questo tipo di installazioni.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine previste rispetto a quelle in esercizio porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media.

La presente relazione tecnica specialistica ha come 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 fornirà dapprima una descrizione della normativa vigente in merito, per passare poi all'analisi dei campi magnetici generati dagli aerogeneratori, dalla sottostazione

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	6
GRE	ENG	REL	0013	00		

elettrica di collegamento alla RTN e dai cavidotti MT che collegano sia gli aerogeneratori fra loro che gli impianti alla sottostazione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento 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 dello 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 e da stazioni 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.
- Enel distribuzione: “Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTRIMAGNETICO	7
GRE	ENG	REL	0013	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.

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 e della torre di sostegno dell'aerogeneratore.

Questo comporterà una minore introduzione di strutture a servizio dell'impianto in progetto, diversamente da come è avvenuto in passato (in particolare per gli impianti in dismissione) e quindi un minore impatto dell'impianto sul paesaggio circostante. All'interno della torre saranno installati:

- il cavo BT dal generatore eolico al trasformatore
- il trasformatore MT-BT
- il sistema di rifasamento del trasformatore
- la cella MT di arrivo linea e di protezione del trasformatore
- il quadro di BT di alimentazione dei servizi ausiliari
- il quadro di controllo locale.

L'impianto Eolico sarà costituito da n. 10 aerogeneratori, n. 6 di potenza massima 4,5 MW e n. 4 di potenza massima 4,2 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 43,8 MW.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- dismissione impianti eolici esistenti;
- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente nel Comune di Celle San Vito per l'impianto di Montaguto e tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna da realizzare nel Comune di Troia per l'impianto di Greci.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	8
GRE	ENG	REL	0013	00		

3.2. LAYOUT IMPIANTO

Nel suo insieme la disposizione delle macchine sul terreno dipende, oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, anche da fattori legati alla presenza di vincoli ostativi, alla natura del sito, all'orografia, all'esistenza o meno delle strade, piste, sentieri, alla presenza di fabbricati e, non meno importante, da considerazioni relative all'impatto paesaggistico dell'impianto nel complesso.

Un elemento fondamentale nella scelta del layout di progetto è stato il massimo utilizzo delle aree già occupate dall'impianto esistente, prediligendo aree in grado di minimizzare i movimenti terra e postazioni facilmente raggiungibili dalla viabilità pubblica esistente e/o già realizzata in occasione della costruzione dell'impianto attualmente in esercizio.

Il layout definitivo dell'impianto eolico è quindi quello che risulta il più adeguato non solo sotto l'aspetto produttivo, ma anche dal punto di vista vincolistico, orografico e dell'impatto visivo.

Come riscontrabile negli elaborati di progetto, gli aerogeneratori sono contraddistinti dalle sigle:

- R-MA02, R-MA03, R-MA04, R-MA05 per i n.4 aerogeneratori ricadenti nel comune di Montaguto;
- R-GR01, R-GR02, R-GR03, R-GR04, R-GR05, R-GR06 per i n.6 aerogeneratori ubicati nel comune di Greci.

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

La connessione degli aerogeneratori di Montaguto è prevista nel Comune di Celle San Vito, presso la stessa stazione elettrica di collegamento degli aerogeneratori in esercizio alla RTN. Le turbine di Greci, invece, si conetteranno alla rete tramite una nuova SSE ubicata nel Comune di Troia.

A seguire si riporta il layout dell'impianto sovrapposto su ortofoto.

Per maggiori dettagli si rimanda alla cartografia di progetto (GRE. ENG. TAV.0001.00).

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	9
GRE	ENG	REL	0013	00		

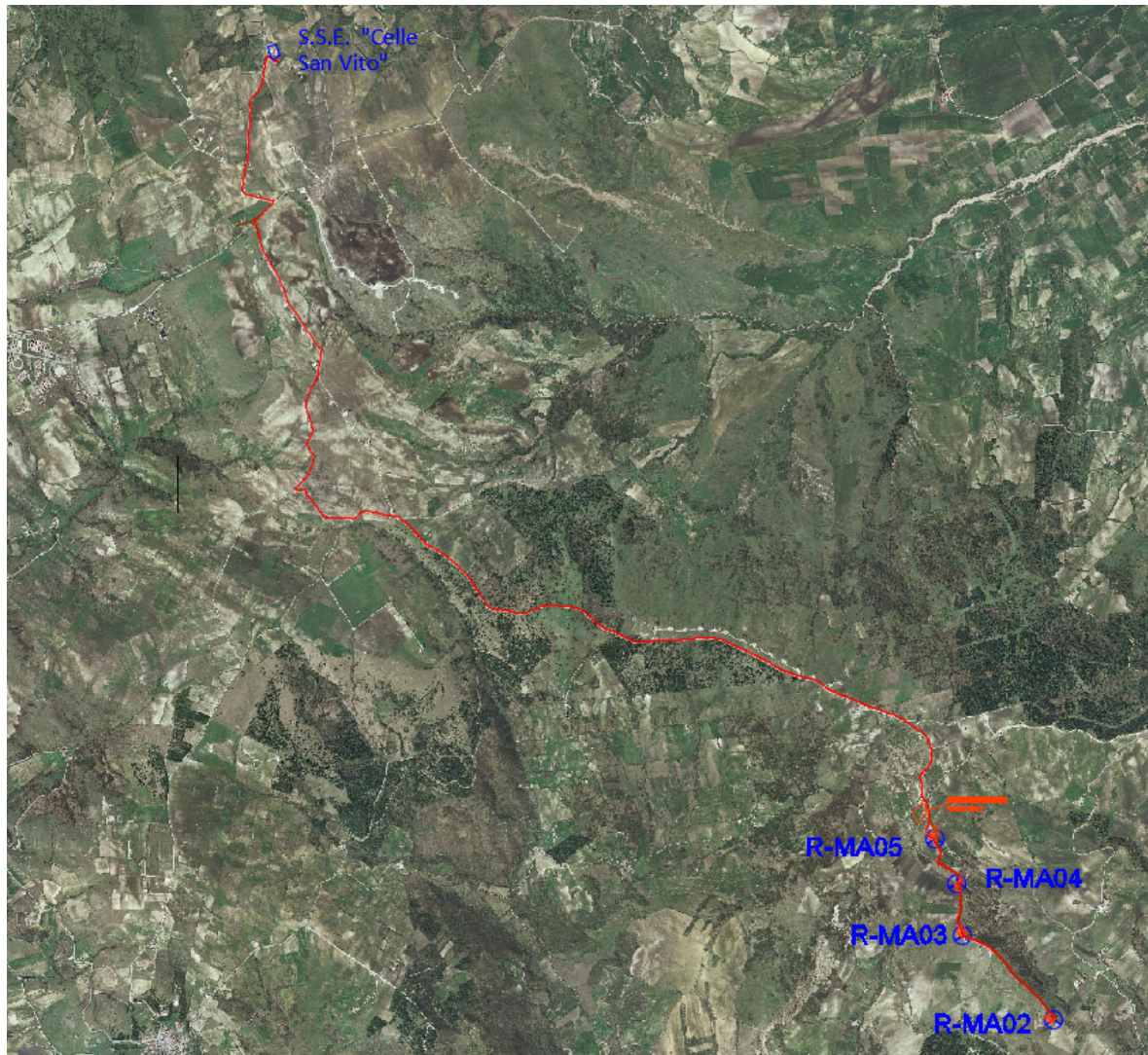


Figura 1 – Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori del Comune di Montaguto con individuazione (in rosso) del tracciato dei cavidotti

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	10
GRE	ENG	REL	0013	00		

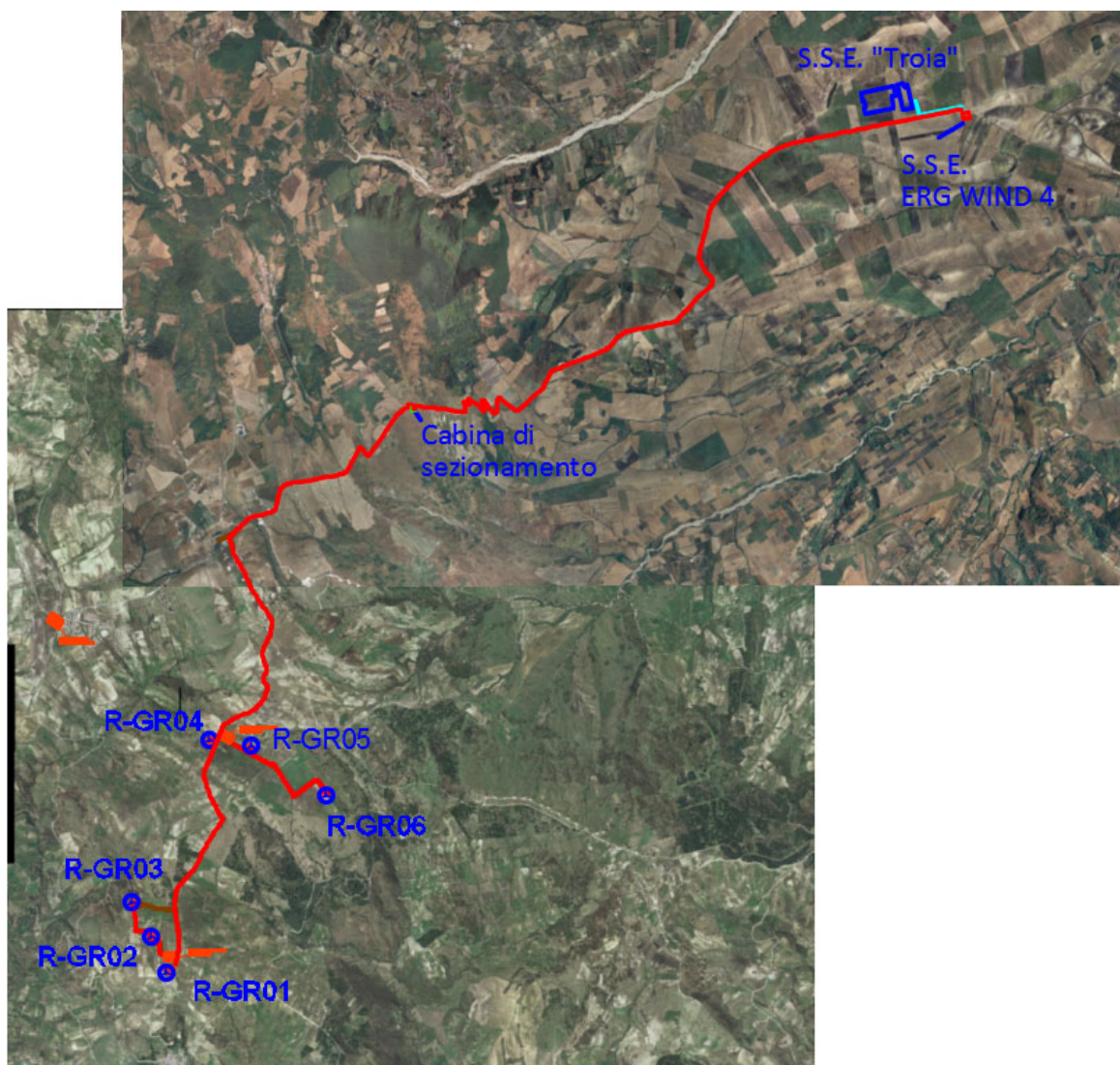


Figura 2 – Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori di Greci con individuazione (in rosso) del tracciato dei cavidotti

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	11
GRE	ENG	REL	0013	00		

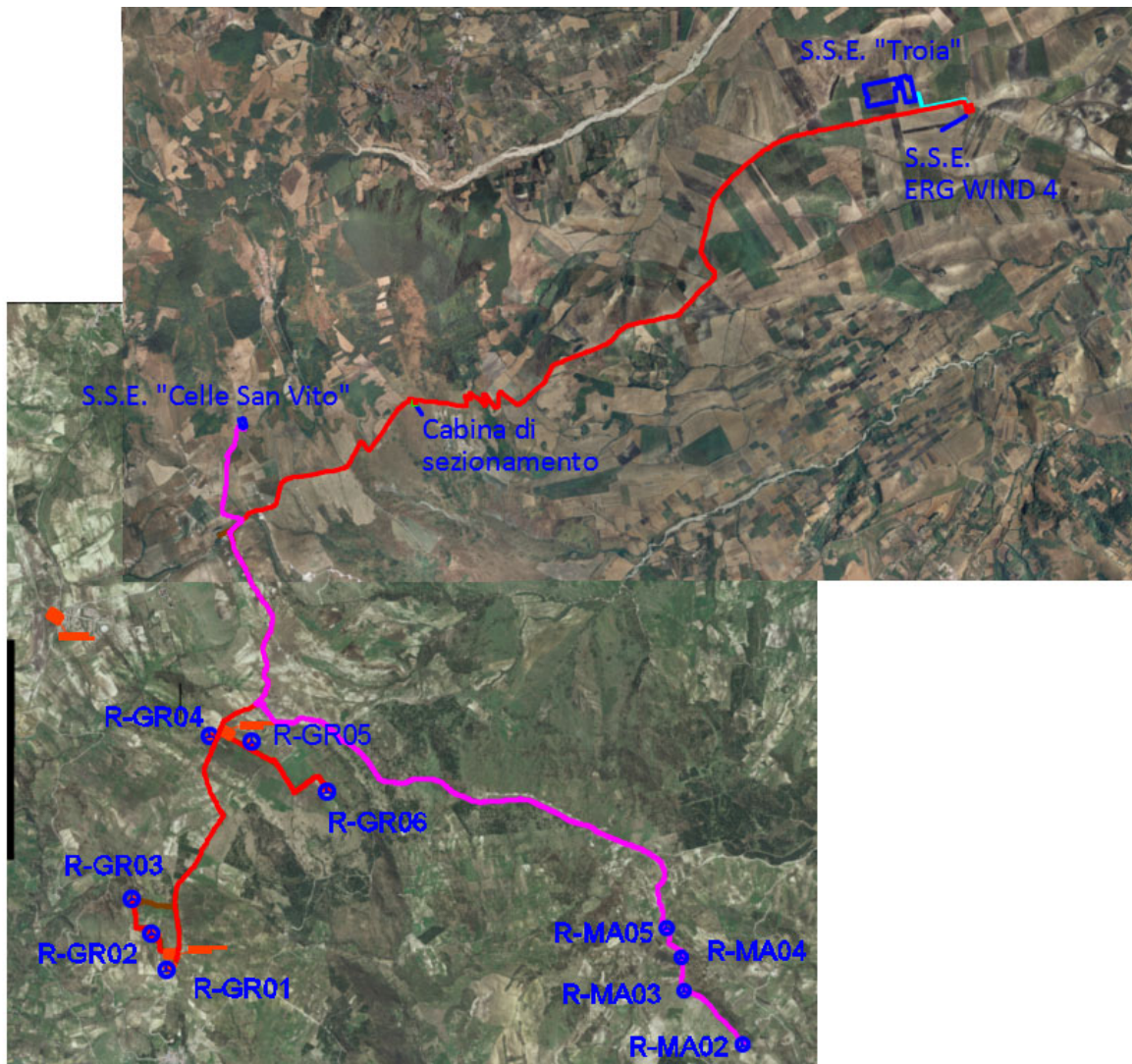


Figura 3 – Inquadramento su ortofoto del layout di impianto. In rosso il tracciato dei cavidotti degli aerogeneratori di Greci, in magenta quello delle turbine di Montaguto

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	12
GRE	ENG	REL	0013	00		

3.3. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella e dal rotore.

Nel dettaglio, le pale sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore.

Il mozzo, a sua volta, è collegato alla trasmissione attraverso un supporto in acciaio con cuscinetti a rulli a lubrificazione continua.

La trasmissione è collegata al generatore elettrico con l'interposizione di un freno di arresto.

Tutti i componenti sopra menzionati, ad eccezione del rotore e del mozzo, sono ubicati all'interno di una cabina, detta navicella, realizzata in carpenteria metallica di ghisa-acciaio e ricoperta in vetroresina. Questa, a sua volta, è sistemata su un supporto-cuscinetto in maniera da essere facilmente orientata secondo la direzione del vento.

Oltre ai componenti citati è presente un sistema di controllo che esegue il controllo sia della potenza ruotando le pale intorno al proprio asse principale, sia dell'orientamento della navicella, detto dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore è tripala a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e mozzo rigido in acciaio.

La torre è di forma tubolare tronco-conica in acciaio. La struttura internamente è rivestita in materiale plastico ed è provvista di scala a pioli in alluminio per la salita.

Le indicazioni tecniche dell'aerogeneratore descritto sono generiche e non riferite ad una specifica tipologia di prodotto in commercio.

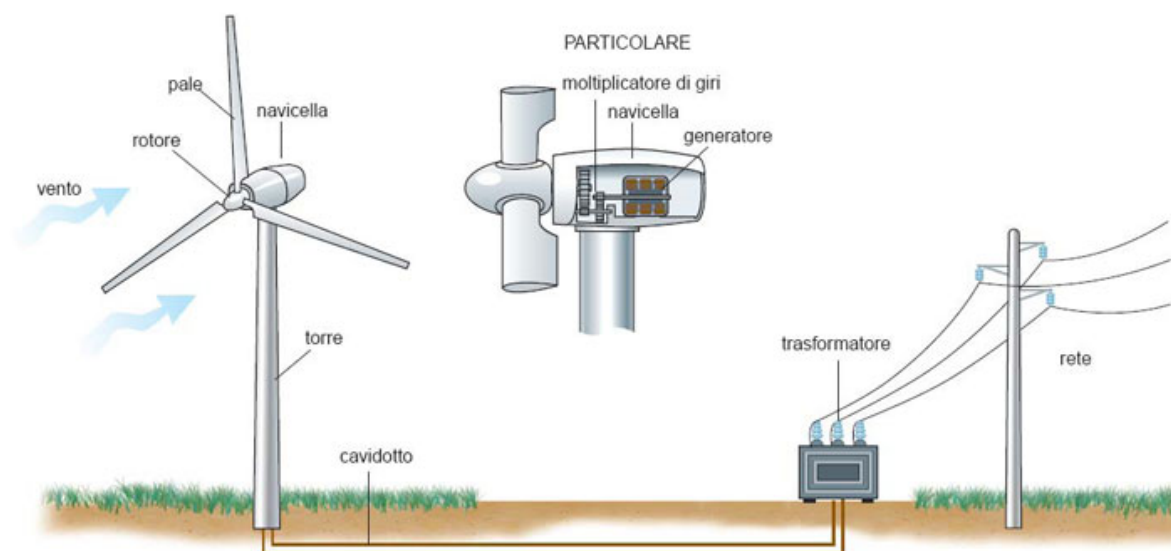


Figura 4 – Elementi tipici di un aerogeneratore.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	13
GRE	ENG	REL	0013	00		

Le caratteristiche dimensionali massime delle turbine di progetto sono sintetizzate nella tabella a seguire:

IMPIANTO	Max TIP [m]	Diametro rotore massimo [m]	Potenza massima del singolo aerogeneratore [MW]
GRECI	180	145	4,5
MONTAGUTO	180	117	4,2

3.4. SOTTOSTAZIONE

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso le Sottostazioni Elettriche di Utente, di cui una esistente sita nel Comune di Celle San Vito (FG) e l'altra da realizzare nel Comune di Troia (FG). Entrambe le sottostazioni saranno connesse alla Rete di Trasmissione Nazionale.

La sottostazione di Celle San Vito allo stato attuale riceve le linee provenienti dagli aerogeneratori esistenti a tensione di esercizio pari a 20 kV, 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 150/20 kV della potenza di 25/33 MVA.

Dal trasformatore si diparte poi 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.

A seguito del repowering verrà mantenuto l'edificio esistente presso la sottostazione, nel quale sono ubicati i quadri MT ed 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.

Si prevedono, quindi, i seguenti adeguamenti della stazione elettrica per renderla funzionale alle nuove potenze di esercizio e conforme agli attuali allegati del codice di rete, in particolare al nuovo allegato A17:

- Installazione di sistemi di bilanciamento della potenza reattiva capacitiva prodotta dalla rete MT di parco, che ad impianto fermo, in caso di potenze reattive scambiate superiori a 0,5 MVAR, garantiscano un grado di compensazione al punto di connessione compreso fra il 110% e il 120% della potenza reattiva prodotta dalla rete MT a Vn. Tipicamente tali sistemi di bilanciamento saranno rappresentati da reattanze shunt.
- Eventuali sistemi di bilanciamento delle perdite induttive dei trasformatori a carichi elevati eventualmente non coperte dalle capability degli aerogeneratori, in funzione delle necessità della rete locale Terna. Tipicamente tali sistemi di bilanciamento saranno rappresentati da banchi di condensatori.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	14
GRE	ENG	REL	0013	00		

- Adeguamento generale del sistema di collegamento MT interno alla stazione elettrica.

Una nuova sottostazione di utente MT/AT verrà invece realizzata nel comune di Troia per consentire il raccordo alla sottostazione Terna esistente "Troia" 380/150 kV, ubicata nel medesimo comune e permettere il collegamento alla RTN degli aerogeneratori di Greci.

La sottostazione di consegna comprenderà un montante AT per la parte di impianto ricadente nel comune di Greci che sarà composto principalmente da:

- ♦ un trasformatore di potenza MT/AT;
- ♦ una terna di scaricatori AT;
- ♦ una terna di TV induttivi AT;
- ♦ una terna di TA in AT;
- ♦ un interruttore tripolare AT;
- ♦ un'eventuale terna di TV capacitivi;
- ♦ un sezionatore tripolare;
- ♦ un'ulteriore terna di scaricatori;
- ♦ i terminali AT per la discesa in cavo verso la SSE di consegna.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che, a seconda del diverso utilizzo, ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc.

Inoltre, è prevista l'installazione di una cabina prefabbricata per l'eventuale fornitura di alimentazione di tutti i servizi ausiliari della sottostazione, ed una ulteriore cabina per il telecontrollo degli aerogeneratori.

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (150 kV) in sottostazione di trasformazione (con apparecchiature ridondanti);
- nel quadro MT in sottostazione;
- eventualmente sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

3.5. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di circa 43,80 MW, per i 10 aerogeneratori di progetto: n.6 con potenza unitaria massima di 4,5 MWp e n.4 con potenza unitaria massima di 4,2 MWp.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono raggruppati fra di loro in lotti di 2/3, costituendo così n.4 sottocampi, come specificato nel seguito.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	15
GRE	ENG	REL	0013	00		

Tabella 1 – Suddivisione in sottocampi degli aerogeneratori

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
1	R-MA02, R-MA03	8,4 MWp	Montaguto
2	R-MA04, R-MA05	8,4 MWp	Montaguto
3	R-GR01, R-GR02, R-GR03	13,5 MWp	Greci
4	R-GR04, R-GR05, R-GR06	13,5 MWp	Greci

3.6. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi descritta precedentemente, l'intero sistema di distribuzione dell'energia dagli aerogeneratori verso le SSEU è articolato su n.4 distinte linee elettriche con tensione di 20 kV (per la parte di impianto di Montaguto) o di 30 kV (per la parte di Greci), una per ciascun sottocampo.

Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo parte una linea elettrica di collegamento in cavo interrato MT 30 kV nel caso di Greci (20 kV nel caso di Montaguto), di sezione variabile a seconda del sottocampo considerato.

Analogamente, gli aerogeneratori sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV nel caso di Greci (20 kV nel caso di Montaguto), di sezione crescente a partire 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 di tipo unipolare (ad elica visibile) in alluminio o similari, direttamente interrati.

In generale, per tutte le linee elettriche si prevede la posa interrata dei cavi, con l'aggiunta di protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,20 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno adeguate 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.

Il tracciato di progetto dei cavidotti per gli aerogeneratori Greci, per alcuni tratti, risulta in comune con il percorso previsto per gli aerogeneratori di Montaguto. Nell'immagine seguente si riporta il tracciato di progetto dei cavidotti con indicazione del numero di cavi all'interno dello scavo.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	16
GRE	ENG	REL	0013	00		

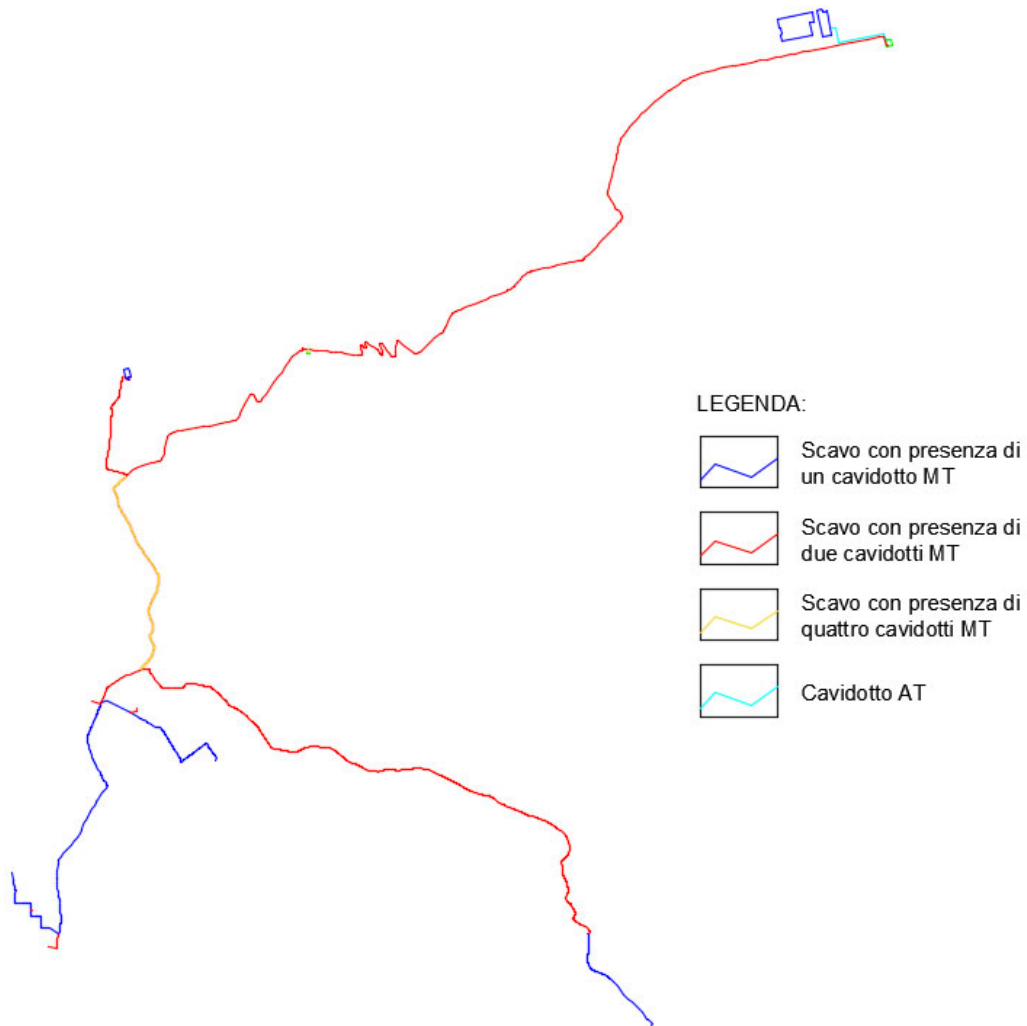


Figura 5 – Tracciato dei cavidotti di progetto con indicazione del numero di cavi all'interno dello scavo.

Per ridurre le perdite e facilitare la manutenzione della linea Mt, inoltre, è prevista la realizzazione lungo il percorso dei cavidotti di Greci di una cabina di sezionamento.

Per gli elementi di dettaglio sullo schema elettrico di progetto si rimanda all'elaborato GRE. ENG.TAV.0037-1.00

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	17
GRE	ENG	REL	0013	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:

- gli elettrodotti MT di interconnessione fra gli aerogeneratori del sottocampo;
- gli elettrodotti MT per il trasporto dell'energia prodotta dai sottocampi verso le SSE;
- 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. CAVIDOTTI MT/AT

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.

I cavi MT utilizzati per le linee elettriche interrato saranno del tipo ad elica visibile ARE4H5EX o similari.

I cavi verranno interrati ad una profondità di 1,20 m. La tensione di esercizio dei cavi è pari a 20 kV (Montaguto) o 30 kV (Greci). Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza trasportata e del numero di aerogeneratori collegati a valle di tale linea. Ciascun aerogeneratore di Greci ha una produzione nominale pari a 86 A alla tensione di 30 kV, mentre per le WTG di Montaguto si ha una produzione nominale pari a 121 A alla tensione di 20 kV.

Per quanto riguarda invece il cavidotto AT interrato, il cui tracciato è riportato negli elaborati di progetto, le caratteristiche generali saranno le seguenti:

- Tipologia di cavo ARE4H1H5E o similare;
- Tensione nominale di isolamento U_0/U 87/150 kV;
- Tensione massima permanente di esercizio (U_m) 170 kV;
- Norme di rispondenza IEC 60840;
- Sezione di 400 mmq (potenze fino a 100 MW);
- Conduttore in alluminio;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	18
GRE	ENG	REL	0013	00		

- Isolante in XLPE;
- Schermo a fili di rame;
- Guaina in PE.

Il cavo sarà direttamente interrato in formazione a trifoglio e racchiuso in uno strato di calcestruzzo magro, per poi procedere al ripristino dello scavo con opportuno rinterro, eventualmente eseguito con materiale risultante dallo scavo stesso

4.2. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE

Le stazioni di trasformazione MT/AT hanno lo scopo di elevare la tensione dai 20 kV (Montaguto) o 30 kV (Greci) 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.

La corrente nominale dell'impianto in AT, ad una tensione di 150 kV e alla frequenza di rete di 50 HZ, sarà pari a circa 110 A per la connessione di Greci mentre 68 A per la connessione di Montaguto

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 (o 4,5 MW, a seconda del sottocampo considerato) alla tensione di 0,69kV;
- un trasformatore BT/MT 0,69/30kV della potenza di 4,5/4,6 MVA;
- 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 dalle 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 d'impianto, pari a 20 kV (Montaguto) o 30 kV (Greci). La potenza così prodotta, con un livello di tensione compatibile con la rete, viene immessa nella rete di collegamento 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:

- 121,5 m per i sottocampi di Montaguto;
- 112 m per i sottocampi di Greci.

Sulla navicella viene installato il rotore, al quale sono connesse radialmente le pale rotoriche.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	19
GRE	ENG	REL	0013	00		

Pertanto, il singolo sistema raggiunge complessivamente altezze medie di 180 m.

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, 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 IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	20
GRE	ENG	REL	0013	00		

5. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

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

Nello specifico, si sono recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, nel quale sono fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità che permettono di proteggere la popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete che vengono generati dagli elettrodotti.

In aggiunta, si è tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (secondo la metodologia di calcolo indicata dall'APAT – Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), 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

Nell'ottica di limitare l'esposizione ai campi magnetici generati dagli elettrodotti, il DPCM 08/07/2003 fissa tre diverse soglie cui fare riferimento.

In particolare, nell'art. 3 del succitato decreto vengono indicate come soglie dell'induzione magnetica i valori riportati in tabella.

Tabella 2 – Soglie dell'induzione magnetica

Soglia	Valore limite dell'induzione magnetica
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 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.	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 IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	21
GRE	ENG	REL	0013	00		

5.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 08/07/2003 stabilisce che il valore limite dello stesso sia pari a 5 kV/m, da intendersi come valore efficace.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	22
GRE	ENG	REL	0013	00		

6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAI CAVIDOTTI

6.1. CAVIDOTTI MT

Quella che viene presentata nei seguenti 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.

Il progetto, come già specificato, prevede l'utilizzo di cavi in alluminio schermati in posa a trifoglio a elica visibile, del tipo ARE4H5EX o similari.

Si precisa che, qualora gli elettrodotti siano costituiti da cavi cordati con posa a trifoglio a elica visibile, le metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, affermano che non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

All'art. 3.2 dell'allegato APAT 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 distanze previste dal Decreto interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991”.

A puro titolo cautelativo, si è effettuata la valutazione del campo magnetico generato da un elettrodotto interrato ma posizionato a trifoglio semplice e non con elica visibile, caso ben più gravoso dal punto di vista delle emissioni magnetiche. Non sono stati presi però in considerazione gli effetti dovuti alla presenza di eventuali linee elettriche interrate o aeree già in esercizio non facenti parte dell'impianto di progetto.

Per la valutazione del campo magnetico generato dagli elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse modalità di posa che possono presentarsi e, sulla base di queste, effettuare la valutazione del campo magnetico.

Considerando i tracciati dei cavidotti proposti, le modalità di posa previste dal progetto sono:

- CASO A: n.1 terna di cavi MT nello stesso scavo;
- CASO B: n.2 terne di cavi MT nello stesso scavo;
- CASO C: n.4 terne di cavi MT nello stesso scavo;

Visto che i cavidotti di Greci trasporteranno una potenza maggiore rispetto a quelli di Montaguto ma saranno eserciti ad un livello di tensione superiore, per analizzare i Casi A e B occorre valutare

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	23
GRE	ENG	REL	0013	00		

la corrente massima che circola nei cavidotti, al fine di individuare il caso peggiore.

Considerando per Greci una potenza di 13,5 MW trasportata a 30 kV, mentre per Montaguto una potenza di 8,4 MW trasportata a 20 kV, si ottengono valori di corrente massima di 274 A nel primo caso e 256 A nel secondo. L'impatto elettromagnetico maggiore sarà quindi dovuto ai cavidotti relativi agli aerogeneratori di Greci.

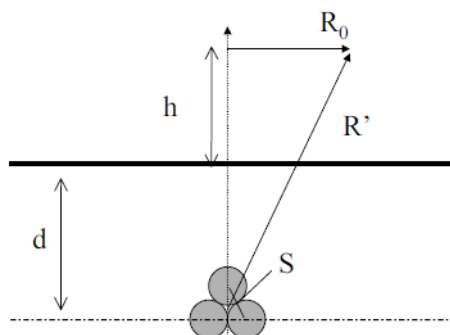
In tutti i casi si ipotizza una profondità di posa dei cavi pari a 1,2 m.

6.1.1. Caso A – 1 terna di cavi

In accordo alla CEI 106-11 art. 6.2.3 b), la formula approssimata per il calcolo dell'induzione magnetica B prodotta da conduttori unipolari disposti a semplice trifoglio è la seguente:

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

Nella quale S rappresenta la distanza tra le generatrici delle terne dei conduttori, I è la corrente che percorre i cavi, R è la generica distanza o raggio dal centro geometrico dei conduttori.



Attraverso la relazione seguente, che permette di calcolare il raggio rispetto all'asse della terna cui corrisponde un valore di induzione magnetica pari a 3 μT, è possibile definire il luogo dei punti con un valore di induzione magnetica superiore all'obiettivo di qualità:

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

Ipotizzando quanto segue:

- Sezione del cavo: 300 mmq;
- Diametro del cavo: 48 mm;
- Corrente massima che percorre il cavo: 397 A;

dalla precedente relazione si ricava un valore di R' pari a 1,24 m, pertanto la DPA approssimata sarà di 2 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	24
GRE	ENG	REL	0013	00		

6.1.2. Caso B – 2 terne di cavi

Per tener conto di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che prende in considerazione il 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.

Riprendendo quanto già detto in precedenza, per i cavi unipolari posati a trifoglio semplice si può ricorrere ad un'espressione approssimata del campo magnetico:

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

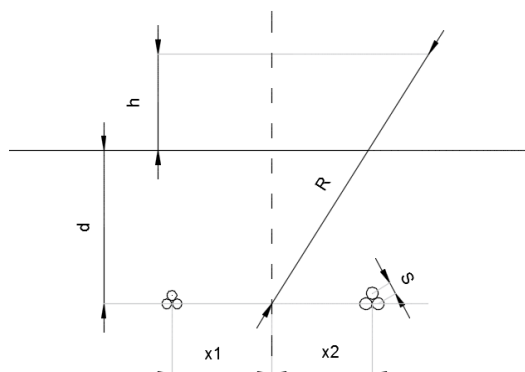
Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi generati dalle singole terne e calcolare, tramite il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

Fissando quindi l'asse centrale del sistema di terne come riportato in figura, il campo magnetico generato dalle due terne di elettrodotti è dato dalla seguente formula:

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

dove B [μ T] 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).

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	25
GRE	ENG	REL	0013	00		



Per quanto riguarda la corrente, 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 regola 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.

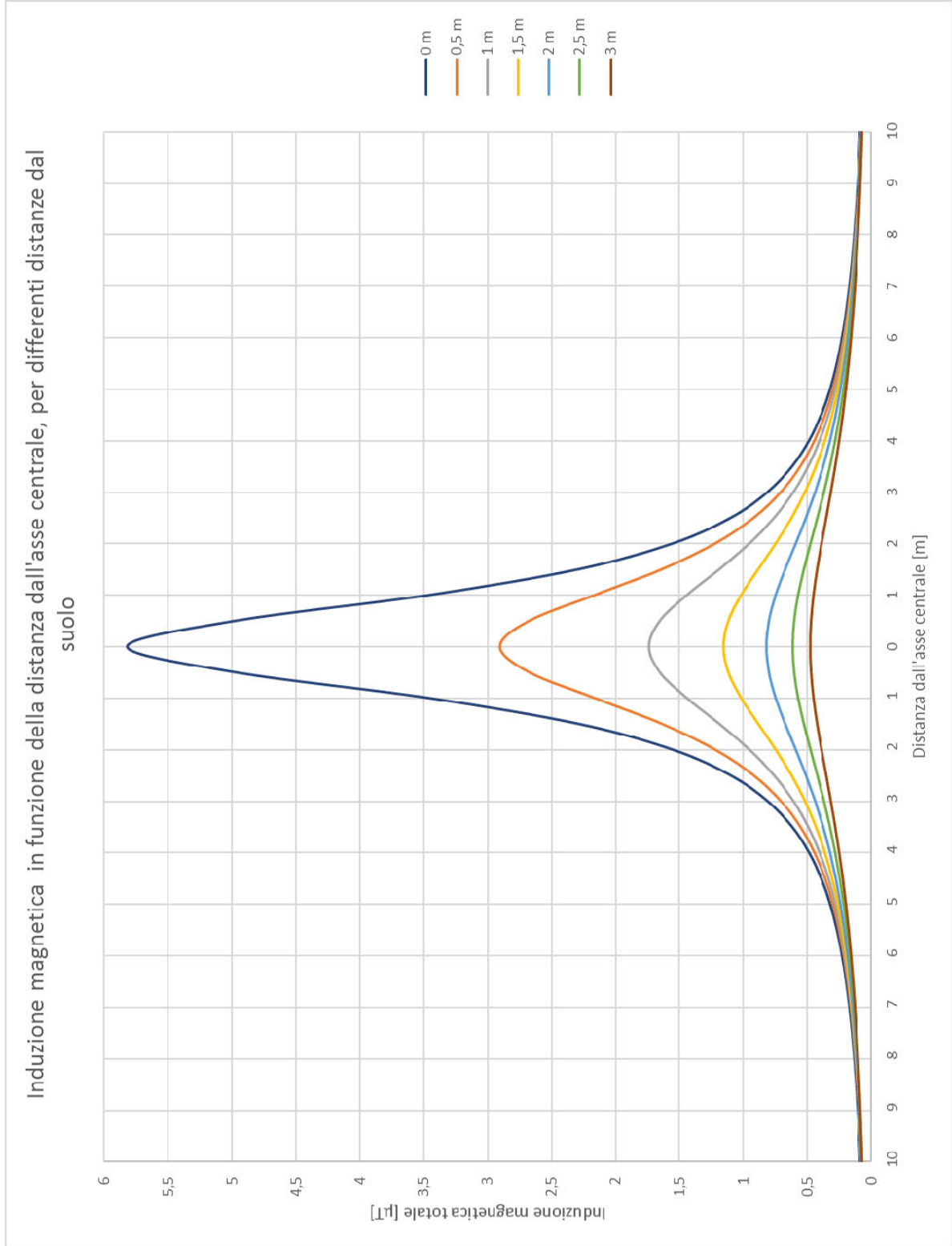
Profondità di posa dei cavi	1,20 m
Distanza terna 1 dall'asse y	-0,083 m
Distanza terna 2 dall'asse y	0,083 m
Sezione terne	3x1x300 mm ²
Corrente cavi	358 A

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 IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	26
GRE	ENG	REL	0013	00		

INDUZIONE MAGNETICA TOTALE [μT]							
Distanza dall'asse centrale [m]	Distanza dal livello del suolo						
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,083	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072
-9,5	0,092	0,090	0,089	0,086	0,084	0,081	0,078
-9	0,102	0,100	0,098	0,095	0,092	0,089	0,085
-8,5	0,114	0,112	0,109	0,106	0,102	0,098	0,094
-8	0,129	0,126	0,122	0,118	0,113	0,108	0,103
-7,5	0,146	0,142	0,138	0,133	0,127	0,120	0,114
-7	0,167	0,162	0,156	0,150	0,142	0,134	0,126
-6,5	0,193	0,187	0,179	0,170	0,160	0,151	0,141
-6	0,225	0,217	0,206	0,195	0,182	0,169	0,157
-5,5	0,266	0,254	0,240	0,224	0,208	0,192	0,176
-5	0,319	0,302	0,282	0,261	0,239	0,218	0,197
-4,5	0,388	0,364	0,336	0,306	0,276	0,248	0,222
-4	0,483	0,446	0,404	0,362	0,321	0,284	0,250
-3,5	0,616	0,557	0,493	0,431	0,374	0,325	0,282
-3	0,808	0,709	0,609	0,517	0,438	0,371	0,316
-2,5	1,097	0,922	0,760	0,622	0,511	0,422	0,352
-2	1,551	1,223	0,953	0,746	0,591	0,476	0,389
-1,5	2,288	1,639	1,188	0,882	0,674	0,528	0,423
-1	3,456	2,164	1,441	1,015	0,749	0,573	0,452
-0,5	4,973	2,677	1,652	1,116	0,802	0,604	0,470
0	5,818	2,906	1,737	1,154	0,822	0,615	0,477
0,5	4,973	2,677	1,652	1,116	0,802	0,604	0,470
1	3,456	2,164	1,441	1,015	0,749	0,573	0,452
1,5	2,288	1,639	1,188	0,882	0,674	0,528	0,423
2	1,551	1,223	0,953	0,746	0,591	0,476	0,389
2,5	1,097	0,922	0,760	0,622	0,511	0,422	0,352
3	0,808	0,709	0,609	0,517	0,438	0,371	0,316
3,5	0,616	0,557	0,493	0,431	0,374	0,325	0,282
4	0,483	0,446	0,404	0,362	0,321	0,284	0,250
4,5	0,388	0,364	0,336	0,306	0,276	0,248	0,222
5	0,319	0,302	0,282	0,261	0,239	0,218	0,197
5,5	0,266	0,254	0,240	0,224	0,208	0,192	0,176
6	0,225	0,217	0,206	0,195	0,182	0,169	0,157
6,5	0,193	0,187	0,179	0,170	0,160	0,151	0,141
7	0,167	0,162	0,156	0,150	0,142	0,134	0,126
7,5	0,146	0,142	0,138	0,133	0,127	0,120	0,114
8	0,129	0,126	0,122	0,118	0,113	0,108	0,103
8,5	0,114	0,112	0,109	0,106	0,102	0,098	0,094
9	0,102	0,100	0,098	0,095	0,092	0,089	0,085
9,5	0,092	0,090	0,089	0,086	0,084	0,081	0,078
10	0,083	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	27
GRE	ENG	REL	0013	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	28
GRE	ENG	REL	0013	00		

Analizzando i risultati ottenuti si evidenzia:

- Distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica superiore a 3 μT : 1,68 m;
- Fascia di rispetto al di sopra del terreno: 0,48 m;
- Distanza di Prima Approssimazione: 2,40 m, approssimata a 3 m;

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di 3 μT che il limite di attenzione di 10 μT 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 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.

6.1.3. Caso C – 4 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto composto da quattro terne di cavi disposte sullo stesso livello, come evidenziato in figura.



Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'asse centrale del sistema in corrispondenza della mezzeria tra le terne, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0.1 \sqrt{6} \sum \frac{S_i I_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto di coordinate (x,y) rispetto al centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), S_i [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	29
GRE	ENG	REL	0013	00		

i -esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] (specifica della terna i -esima). La terna i -esima è individuata dalle coordinate (x_i, y_i) .

Come nel paragrafo precedente, sono state calcolate, fissando vari valori di h , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

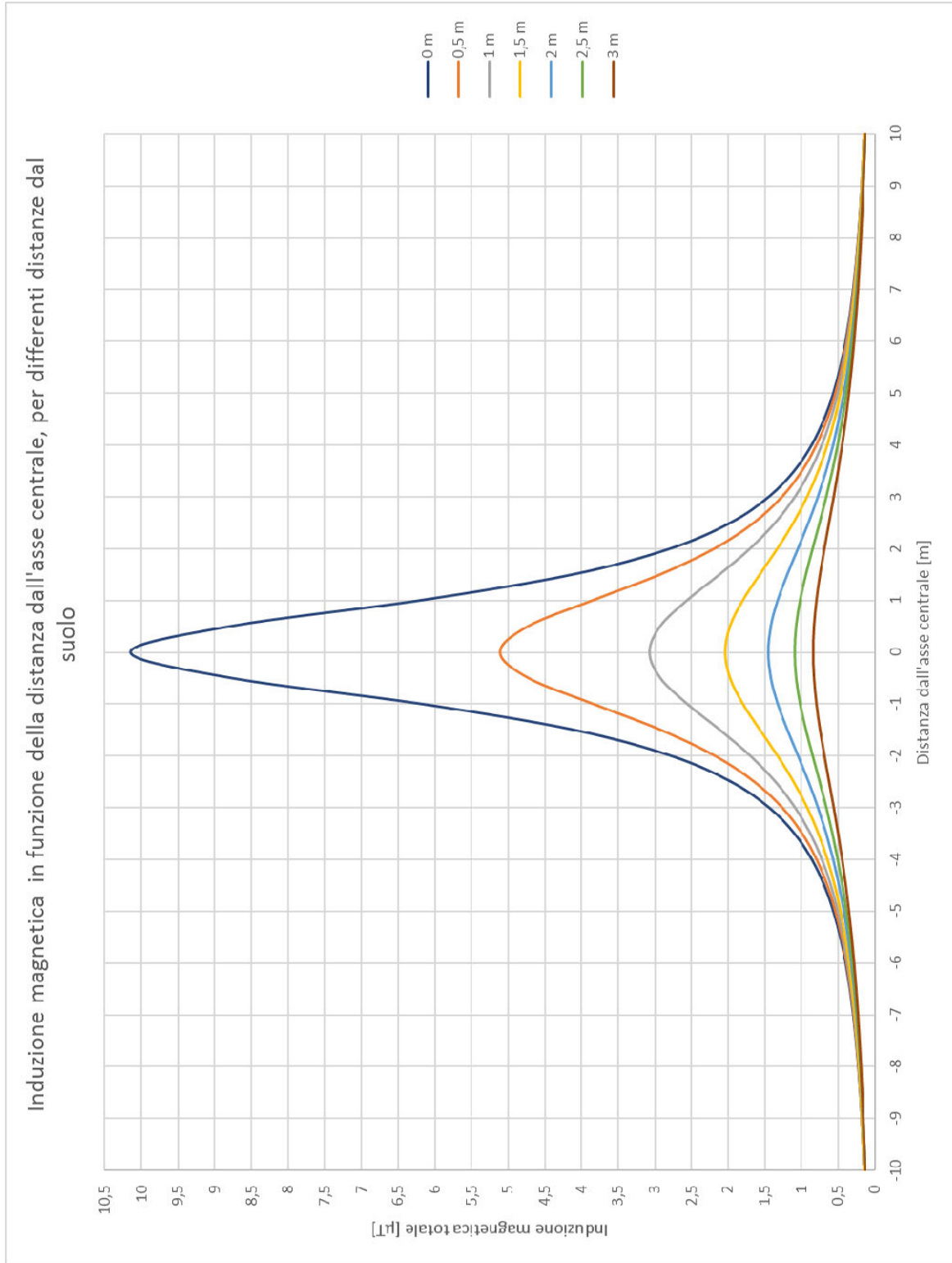
Profondità di posa dei cavi	1,20 m
Distanza terna 1 dall'asse y	-0,08 m
Distanza terna 2 dall'asse y	0,08 m
Distanza terna 3 dall'asse y	-0,249 m
Distanza terna 4 dall'asse y	0,249 m
Sezione terne	3x1x300 mm ²
Corrente cavi terne	318 A

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 IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	30
GRE	ENG	REL	0013	00		

INDUZIONE MAGNETICA TOTALE [μT]							
Distanza dall'asse centrale [m]	Distanza dal livello del suolo						
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,148	0,145	0,143	0,140	0,136	0,132	0,127
-9,5	0,163	0,161	0,157	0,153	0,149	0,144	0,139
-9	0,182	0,178	0,174	0,170	0,164	0,158	0,152
-8,5	0,203	0,199	0,194	0,188	0,181	0,174	0,167
-8	0,229	0,224	0,218	0,210	0,202	0,193	0,183
-7,5	0,260	0,253	0,245	0,236	0,225	0,214	0,203
-7	0,297	0,289	0,278	0,266	0,253	0,239	0,225
-6,5	0,343	0,332	0,318	0,302	0,285	0,268	0,250
-6	0,401	0,385	0,367	0,346	0,324	0,301	0,279
-5,5	0,473	0,453	0,427	0,399	0,370	0,341	0,313
-5	0,568	0,538	0,503	0,464	0,425	0,387	0,351
-4,5	0,693	0,649	0,598	0,544	0,491	0,441	0,395
-4	0,862	0,795	0,720	0,644	0,571	0,504	0,445
-3,5	1,100	0,993	0,878	0,767	0,666	0,577	0,501
-3	1,444	1,265	1,085	0,920	0,779	0,660	0,562
-2,5	1,965	1,647	1,354	1,107	0,908	0,750	0,626
-2	2,783	2,185	1,697	1,326	1,051	0,845	0,691
-1,5	4,107	2,924	2,112	1,567	1,196	0,937	0,751
-1	6,182	3,845	2,556	1,800	1,328	1,016	0,801
-0,5	8,773	4,727	2,922	1,976	1,421	1,070	0,834
0	10,147	5,114	3,068	2,042	1,456	1,090	0,846
0,5	8,773	4,727	2,922	1,976	1,421	1,070	0,834
1	6,182	3,845	2,556	1,800	1,328	1,016	0,801
1,5	4,107	2,924	2,112	1,567	1,196	0,937	0,751
2	2,783	2,185	1,697	1,326	1,051	0,845	0,691
2,5	1,965	1,647	1,354	1,107	0,908	0,750	0,626
3	1,444	1,265	1,085	0,920	0,779	0,660	0,562
3,5	1,100	0,993	0,878	0,767	0,666	0,577	0,501
4	0,862	0,795	0,720	0,644	0,571	0,504	0,445
4,5	0,693	0,649	0,598	0,544	0,491	0,441	0,395
5	0,568	0,538	0,503	0,464	0,425	0,387	0,351
5,5	0,473	0,453	0,427	0,399	0,370	0,341	0,313
6	0,401	0,385	0,367	0,346	0,324	0,301	0,279
6,5	0,343	0,332	0,318	0,302	0,285	0,268	0,250
7	0,297	0,289	0,278	0,266	0,253	0,239	0,225
7,5	0,260	0,253	0,245	0,236	0,225	0,214	0,203
8	0,229	0,224	0,218	0,210	0,202	0,193	0,183
8,5	0,203	0,199	0,194	0,188	0,181	0,174	0,167
9	0,182	0,178	0,174	0,170	0,164	0,158	0,152
9,5	0,163	0,161	0,157	0,153	0,149	0,144	0,139
10	0,148	0,145	0,143	0,140	0,136	0,132	0,127

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	31
GRE	ENG	REL	0013	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	32
GRE	ENG	REL	0013	00		

Analizzando i risultati ottenuti si evidenzia:

- Distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica superiore a 3 μ T: 2,23 m;
- Fascia di rispetto al di sopra del terreno: 1,03 m;
- Distanza di Prima Approssimazione: 3,83 m, approssimata a 4 m;

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di 3 μ T che il limite di attenzione di 10 μ 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 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.

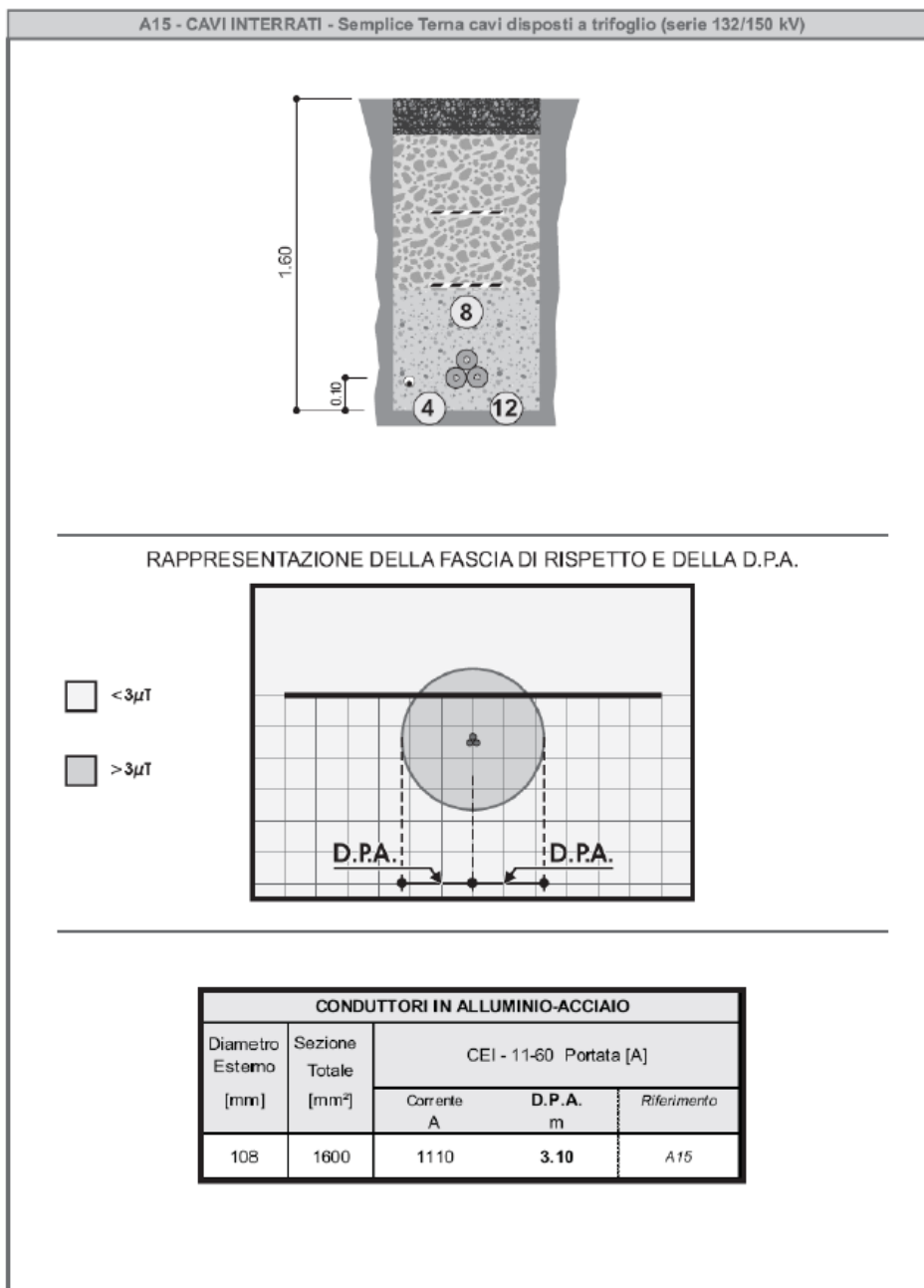
6.2. CAVIDOTTO AT

Analogamente ai cavidotti MT, il cavidotto di vettoriamento AT tra la sottostazione lato utente e la sottostazione Terna, necessario per collegare l'impianto di Greci alla RTN, è una potenziale sorgente di campi elettromagnetici.

Il cavidotto AT, il cui tracciato è evidenziato nella cartografia di progetto, sarà della tipologia ARE4H1H5E o similare, con tensione nominale d'isolamento U_0/U 87/150 kV. Il cavo sarà direttamente interrato in formazione a trifoglio e racchiuso in uno strato di calcestruzzo magro, per poi procedere al ripristino dello scavo con opportuno rinterro, eventualmente eseguito con materiale risultante dallo scavo stesso.

Considerate le modalità di posa del cavo, è possibile individuare la DPA del cavidotto secondo quanto presente nel documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", dove si riporta la DPA da applicare a cavidotti in AT analoghi a quello oggetto della presente relazione.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	33
GRE	ENG	REL	0013	00		



Si noti che la DPA di 3,10 m applicata al caso generale previsto dalle Linee Guida di Enel Distribuzione considera una corrente in portata nominale di 1110 A, valore nettamente superiore rispetto ai valori previsti per la connessione dell'impianto di Greci.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	34
GRE	ENG	REL	0013	00		

7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE SSE

Le stazioni di trasformazione AT/MT, che hanno il compito di elevare il livello di tensione da 20 kV (Montaguto) o da 30 kV (Greci) fino ai 150 kV della RTN, sono luoghi in cui viene riscontrata l'emissione di campi elettromagnetici.

Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSE 30/150 kV di Troia (cui si collegano gli aerogeneratori di Greci) e dalla SSE 20/150 kV di Celle San Vito (cui si collegano gli aerogeneratori di Montaguto), 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 AT a 150 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato a tensione nominale 30 kV (Greci) o 20 kV (Montaguto).

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee BT, trasformatori MT/BT, trasformatori AT/MT, apparecchiature BT, ecc.) sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche in letteratura.

Trattandosi di cabine primarie isolate in aria, il DM 29/05/08, allegato APAT, par. 5.2.2, non prevede di dover ricorrere al calcolo dei campi generati, dal momento che le DPA, e quindi le fasce di rispetto, ricadono generalmente 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 DM29-05-2008 – 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.


Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA Scheda A16	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	

Figura 6 – Distanze di prima approssimazione secondo le Linee guida Enel

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	35
GRE	ENG	REL	0013	00		

Sulla base di tali indicazioni normative, sono state individuate le fasce di rispetto presso le aree delle sottostazioni, riportate nelle figure sottostanti.

Si noti che la fascia di rispetto derivante dalle linee MT, per la configurazione particolare della stazione elettrica, ricade per intero all'interno della fascia di rispetto derivante dalle sbarre AT, pertanto non verrà rappresentata graficamente.

Buona parte della fascia di rispetto ricade all'interno dell'area di pertinenza della sottostazione, o all'interno delle adiacenti stazioni elettriche. Una porzione di tale fascia ricade invece nelle immediate vicinanze della perimetrazione della stessa, pertanto non interferente con le aree da sottoporre a tutela secondo il DPCM per il rispetto dell'obiettivo di qualità.



Figura 7 – Indicazione della DPA (in giallo) con sovrapposizione su ortofoto per la sottostazione di Celle San Vito

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	36
GRE	ENG	REL	0013	00		

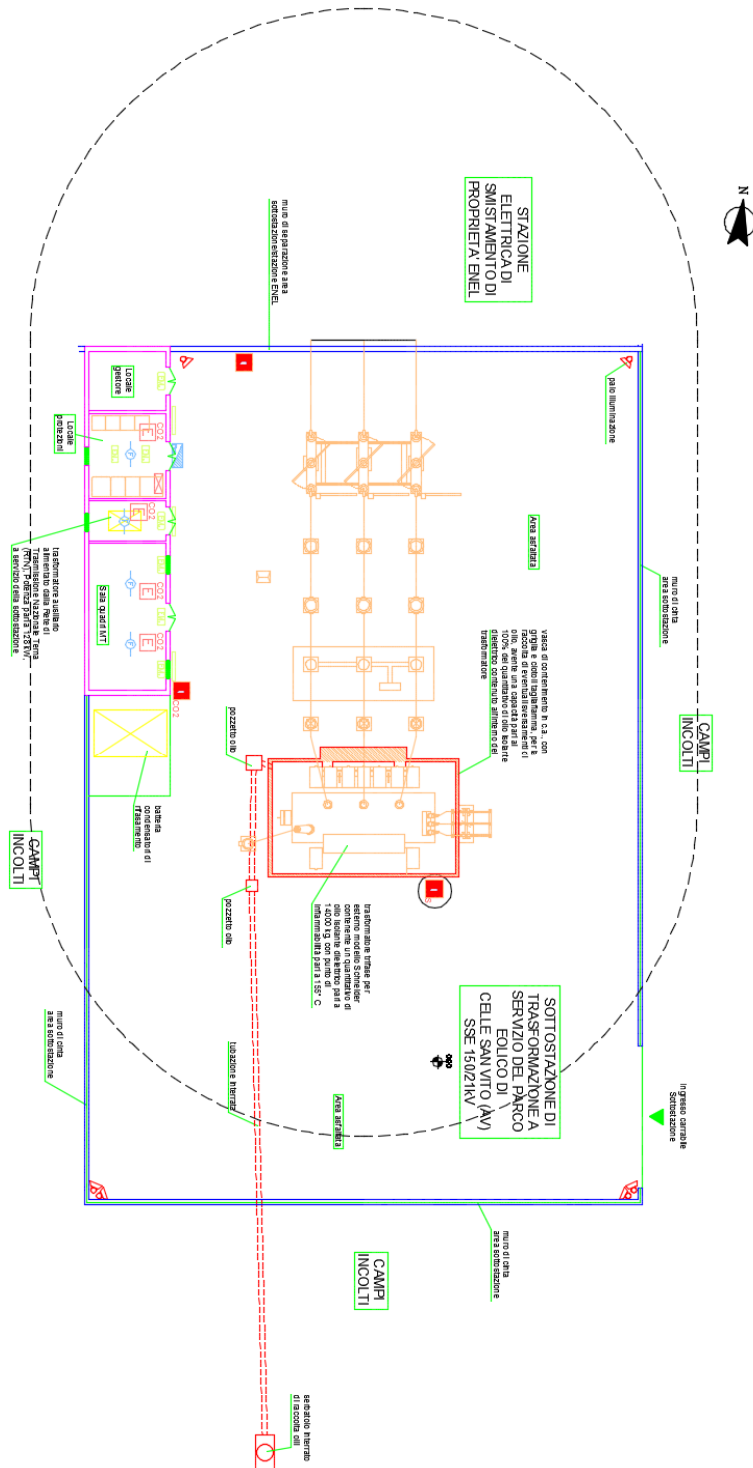


Figura 8 – Indicazione della DPA (in tratteggio) per la SSE di Celle San Vito

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	38
GRE	ENG	REL	0013	00		

8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI

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

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. Se si considera inoltre che per l'impianto di Greci la navicella viene installata ad una quota di 112 m, mentre nel caso di Montaguto tale altezza è di 121,5 m, ne consegue che al livello del suolo l'effetto delle sorgenti sopra citate può essere considerato nullo.

In aggiunta, la struttura dell'aerogeneratore, all'interno del 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 IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	39
GRE	ENG	REL	0013	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:

Cavidotti MT

Per quanto riguarda i cavidotti per il trasporto dell'energia sono emersi i seguenti risultati:

- Caso A – una terna nello stesso scavo: è stata valutata una DPA a livello del terreno di 2 m;
- Caso B – due terne nello stesso scavo: è stata valutata una DPA a livello del terreno di 3 m;
- Caso C – quattro terne nello stesso scavo: è stata valutata una DPA a livello del terreno di 4 m;

Cavidotto AT

Come riportato dalle Linee Guida di Enel Distribuzione, per la tipologia di cavidotto AT considerato si applica una DPA di 3,10 m.

Sottostazioni elettriche 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

I campi elettromagnetici sono trascurabili e dunque non è necessaria l'apposizione di alcuna fascia di rispetto.

Si precisa che le considerazioni e i calcoli dei paragrafi riportati nei paragrafi precedenti riguardano esclusivamente le opere elettriche a servizio dell'impianto eolico in oggetto, escludendo quindi eventuali

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO IMPIANTO EOLICO GRECI-MONTAGUTO RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	40
GRE	ENG	REL	0013	00		

altre linee aeree o interrate esterne allo stesso. Considerato ciò, è possibile affermare che le opere suddette, grazie anche alle soluzioni costruttive e di localizzazione adottate (le opere dell'impianto sono posizionate in zone pressoché disabitate), rispettano i limiti posti dalla L. 36/2001 e dal DPCM 8 luglio 2003 e sono quindi compatibili con l'eventuale presenza umana nella zona.