

REGIONE SARDEGNA

Provincia di Sassari

COMUNI DI NULVI E PLOAGHE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI- PLOAGHE



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



PROGETTISTA:

HE **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.
	03/08/2018	/	1/66	A4	PLO	ENG	REL	0028	00

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

ERG Wind Sardegna 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 PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	2
PLO	ENG	REL	0028	00		

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	03/08/2018	Prima emissione	GG	MG	DG

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	3
PLO	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	12
3.5.	POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI	14
3.6.	SCHEMA ELETTRICO	14
3.7.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO	16
5.	FONTI DI EMISSIONE	18
5.1.	ELETTRODOTTO MT.....	18
5.2.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV	20
5.3.	GENERATORI EOLICI	20
6.	VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO.....	22
6.1.	VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO	22
6.2.	VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO	23
7.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI.....	24
7.1.	CAVI POSA ELICORDATA SEZIONE 120-240 MM ²	24
7.2.	CAVI POSA A TRIFOGLIO SEZIONE 400-630 MM ²	25
7.2.1.	CASO A – 1 TERNA DI CAVI.....	26
7.2.2.	CASO B – 2 TERNE DI CAVI.....	30
7.2.3.	CASO C – 3 TERNE DI CAVI.....	37
7.2.4.	CASO D – 4 TERNE DI CAVI	42
9.1.1.	CASO E – 6 TERNE DI CAVI.....	47
9.1.2.	CASO F – 7 TERNE DI CAVI	52
9.2.	RIEPILOGO DPA ELETTRODOTTI	58
10.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SSE DI UTENTE	59
11.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI	61
12.	CONCLUSIONI	62
13.	ALLEGATO A: DPA ELETTRODOTTI.....	63
14.	ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE.....	65

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	4
PLO	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 ubicato nei Comuni di Nulvi (SS) e Ploaghe (SS) costituito allo stato attuale da n. 51 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale di 0,85 MW, per una potenza complessiva di 43,35 MW.

Il progetto definitivo relativo al potenziamento consiste nella sostituzione di tutti gli aerogeneratori esistenti (n.51 unità 0.85 MW) con n. 27 nuovi aerogeneratori da 4,5 MW per complessivi 121,50 MW.

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la riduzione del numero di torri eoliche, dalle 51 esistenti alle 27 proposte, riducendo in maniera sensibile l'effetto selva.

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 produzione di energia sarà incrementata di più di quattro volte quella attuale, e con la medesima proporzione avverrà l'abbattimento di produzione di CO2 equivalente.

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 della normativa di riferimento, dei 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	5
PLO	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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	6
PLO	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.

Diversamente dall'attuale impianto, non saranno necessarie cabine elettriche prefabbricate a base torre, 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° 27 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 4,50 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 121,50 MW.

3.2. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori sono stati posizionati come descritto negli elaborati grafici di progetto ed in particolare:

- nel Comune di Nulvi saranno installati nuovi nove aerogeneratori da 4,5 MW, aventi le seguenti sigle, R-NU01, R-NU02, R-NU03, R-NU04 R-NUR05, R-NU06, R-NU07, R-NU08 e R-NU09;
- nel Comune di Ploaghe saranno installati diciotto nuovi aerogeneratori da 4,5 MW, aventi le seguenti sigle, R-PLG01, R-PLG02, R-PLG03, R-PLG04, R-PLG05, R-PLG06, R-PLG07, R-

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	7
PLO	ENG	REL	0028	00		

PLG08, R-PLG09, R-PLG10, R-PLG11, R-PLG12, R-PLG13, R-PLG14, R-PLG15, R-PLG16, R-PLG17 e R-PLG18.

Presso le postazioni degli aerogeneratori sono previste piazzole di montaggio 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 alla carta regionale tecnica.

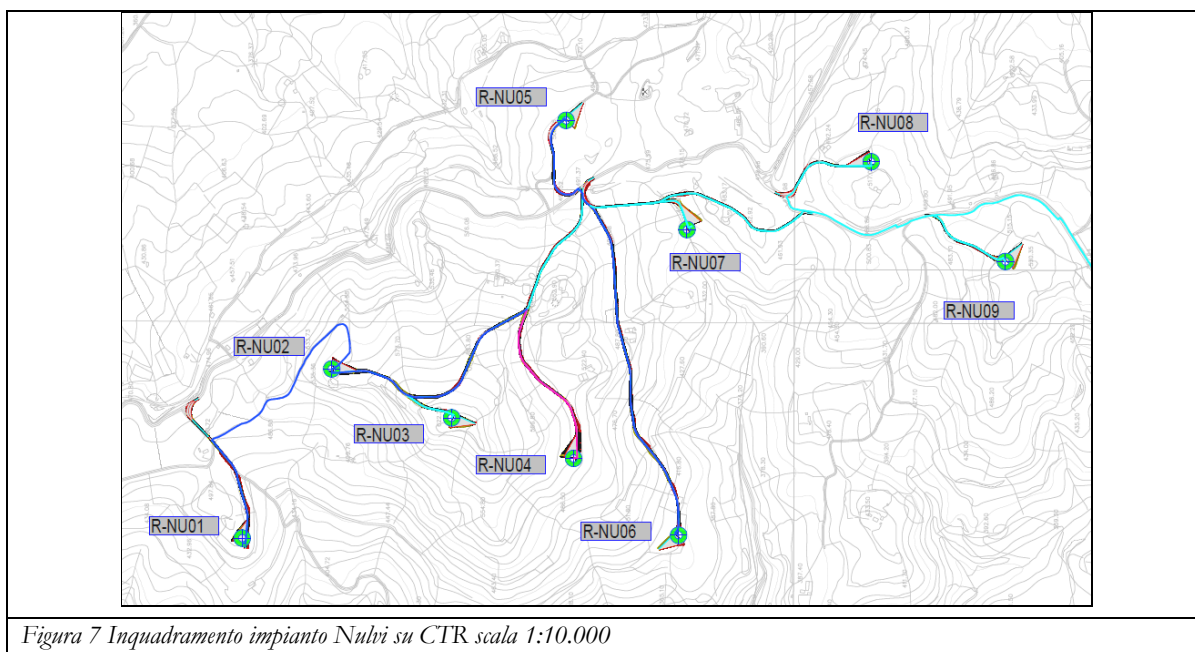


Figura 7 Inquadramento impianto Nulvi su CTR scala 1:10.000

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	8
PLO	ENG	REL	0028	00		

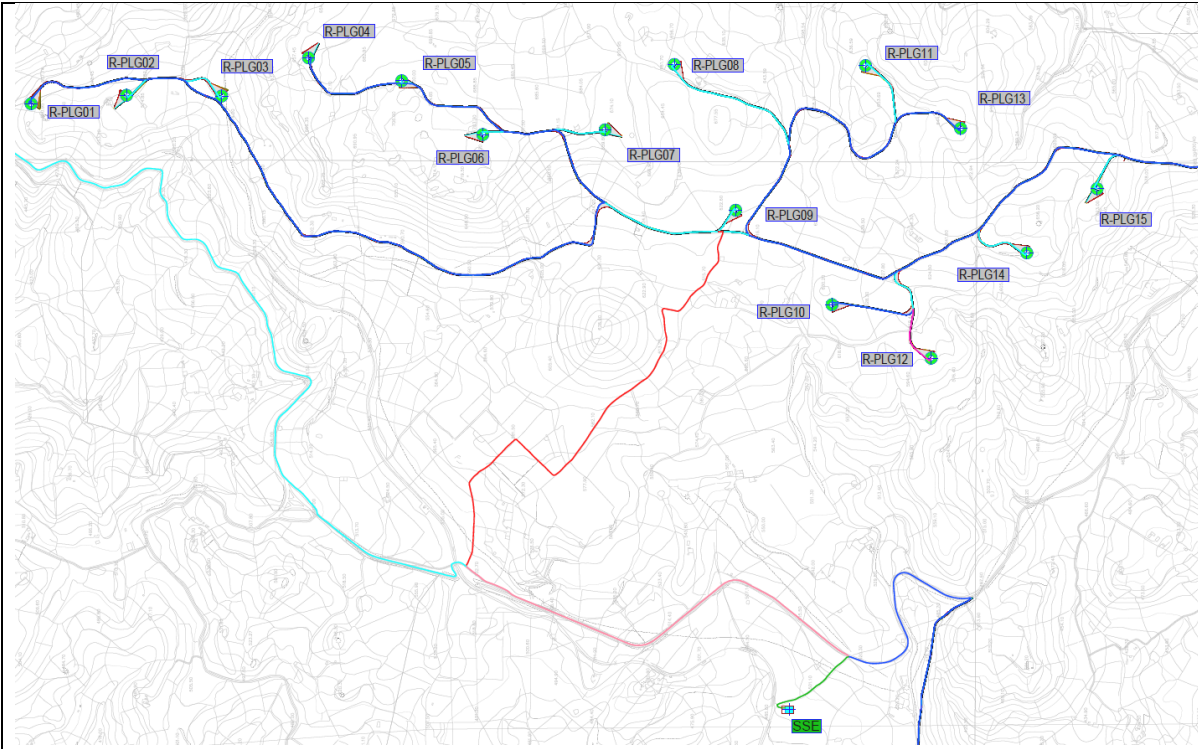


Figura 8 Inquadramento impianto Ploaghe Nord –Sud su CTR scala 1:10.000

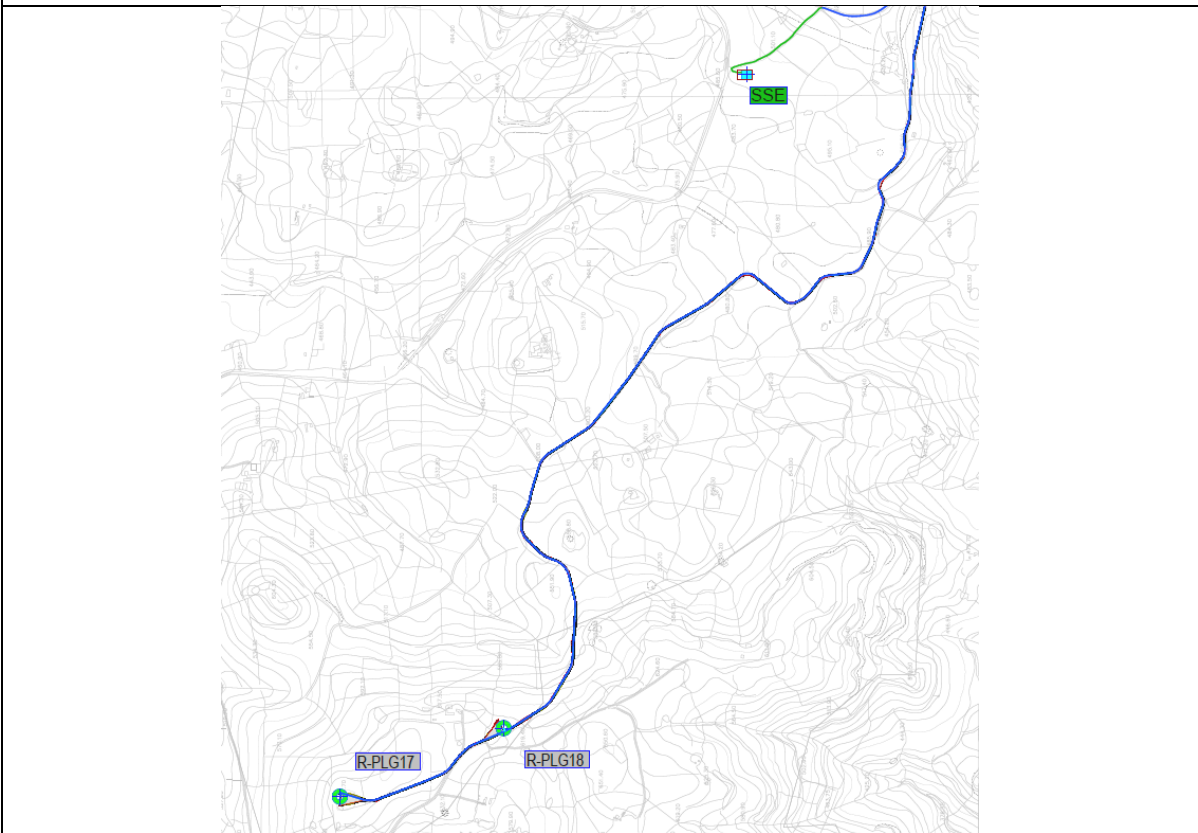


Figura 9 Inquadramento impianto Ploaghe Ovest su CTR scala 1:10.000

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	9
PLO	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 PLO-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 4,5 MW le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro di massimo 145 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;
- altezza massima complessiva pari a 180.00 m
- sostegno tubolare troncoconico in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore variabile da 107,50 m. a 114,0.

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

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estensamente 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.);

La turbina è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione notturna consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Le turbine di inizio e fine tratto avranno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	10
PLO	ENG	REL	0028	00		

diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene “catturato” per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare il stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°. Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

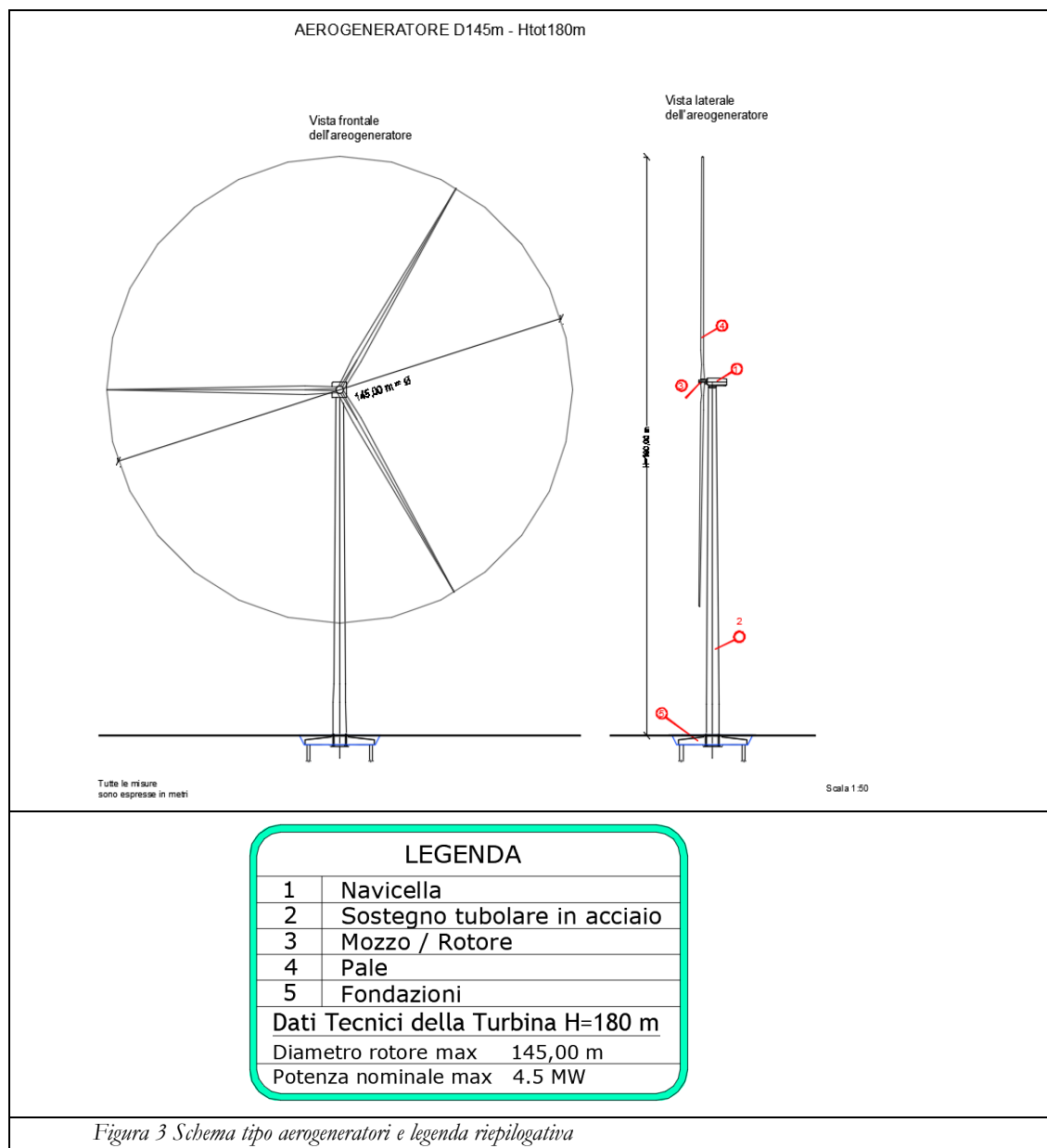
I sistemi frenanti sono progettati per una funzione “fail-safe”; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	11
PLO	ENG	REL	0028	00		

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi aerogeneratori.

La fase di decommissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione.

Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	12
PLO	ENG	REL	0028	00		

3.4. SOTTOSTAZIONE

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

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica esistente riceve le linee provenienti dagli aerogeneratori esistenti 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 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 43.35 MW ai futuri circa 121.50 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:

- 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 altresì dismesso 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	13
PLO	ENG	REL	0028	00		

- n. 3 TV induttivi
- n. 2 interruttori compatti tipo PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione linea trafo;
- n. 2 trasformatori AT/MT 150/30 kV della potenza di 70 MVA.

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

- n. 2 quadri MT generali 30kV (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 di riserva
- n. 1 trasformatore MT/mt 30/21 kV;
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

Verrà altresì realizzato un nuovo edificio presso la sottostazione, presso il quale verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/MT e MT/BT, nonché i quadri ausiliari.

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 entrambe capo alla medesima società proponente ERG WIND SARDEGNA, 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 PLO-ENG-REL-0027-00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	14
PLO	ENG	REL	0028	00		

3.5. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di circa 121.50 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 27 aerogeneratori di nuova installazione della potenza unitaria massima di 4,5 MW. Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono raggruppati fra di loro a gruppi di 2/3/4/5, costituendo così n.7 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

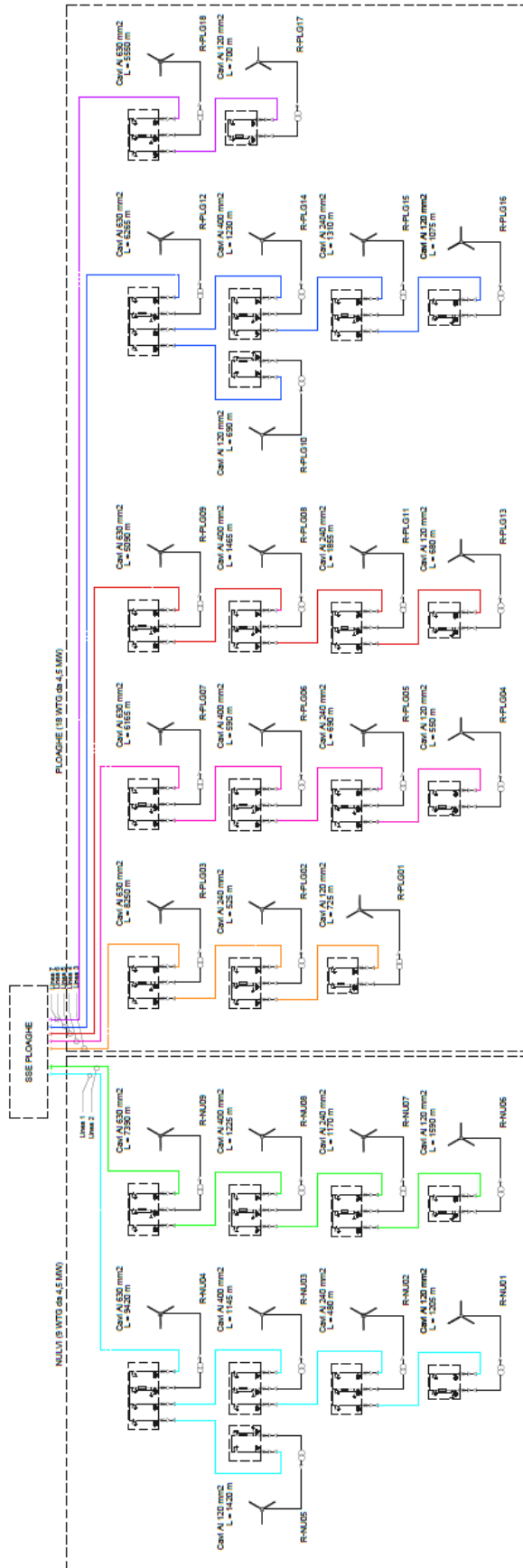
Sezione	Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
A	LINEA 1	R-NU01– R-NU02 R-NU03- R-NU04-R-NU05	22,5 MW	Nulvi
	LINEA 2	R-NU06 - R-NU07 – R-NU08 - R-NU09	18,0 MW	Ploaghe
	LINEA 4	R-PLG04– R-PLG05 R-PLG06-R-PLG07	18,0 MW	Ploaghe
B	LINEA 3	R-PLG01– R-PLG02-R-PLG03	13,5 MW	Ploaghe
	LINEA 5	R-PLG13– R-PLG11 R-PLG08-R-PLG09	18,0 MW	Ploaghe
	LINEA 6	R-PLG16– R-PLG15 R-PLG14-R-PLG10- R-PLG12	22,5 MW	Ploaghe
	LINEA 7	R-PLG17– R-PLG18	9,0 MW	Ploaghe

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 PLO-ENG-TAV-0086 e PLO-ENG-TAV-0091.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO		PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO		15
PLO	ENG	REL	0028	00			

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI E PLOAGHE 121.5 MW



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	16
PLO	ENG	REL	0028	00		

3.7. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

1. Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di distribuzione dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 150/30kV è articolato su n. 7 distinte linee elettriche, una per ciascun sottocampo, con un livello di tensione pari a 30 kV, le quali, una volta giunte in sottostazione, confluiscono sui quadri generali MT 30 kV delle rispettive sezioni A e B.
2. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo di nuova realizzazione, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm².
3. 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 crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore.
4. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo schermato, con conduttore in alluminio, con formazione a trifoglio elicordato, o equivalente. Nella tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	17
PLO	ENG	REL	0028	00		

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA 1	R-NU01	R-NU02	3x1x120	1205	4,5
	R-NU02	R-NU03	3x1x240	480	9
	R-NU03	R-NU04	3x1x400	1145	13,5
	R-NU05	R-NU04	3x1x120	1420	4,5
	R-NU04	SSE	3x1x630	9420	22,5
LINEA 2	R-NU06	R-NU07	3x1x120	1590	4,5
	R-NU07	R-NU08	3x1x240	1170	9
	R-NU08	R-NU09	3x1x400	1225	13,5
	R-NU09	SSE	3x1x630	7390	18
LINEA 3	R-PLG01	R-PLG02	3x1x120	725	4,5
	R-PLG02	R-PLG03	3x1x240	525	9
	R-PLG03	SSE	3x1x630	8250	13,5
LINEA 4	R-PLG04	R-PLG05	3x1x120	550	4,5
	R-PLG05	R-PLG06	3x1x240	690	9
	R-PLG06	R-PLG07	3x1x400	590	13,5
	R-PLG07	SSE	3x1x630	6165	18
LINEA 5	R-PLG13	R-PLG11	3x1x120	680	4,5
	R-PLG11	R-PLG08	3x1x240	1855	9
	R-PLG08	R-PLG09	3x1x400	1465	13,5
	R-PLG09	SSE	3x1x630	5090	18
LINEA 6	R-PLG16	R-PLG15	3x1x120	1075	4,5
	R-PLG15	R-PLG14	3x1x240	1310	9
	R-PLG14	R-PLG12	3x1x400	1230	13,5
	R-PLG10	R-PLG12	3x1x120	690	4,5
	R-PLG12	SSE	3x1x630	6265	22,5
LINEA 7	R-PLG17	R-PLG18	3x1x120	700	4,5
	R-PLG18	SSE	3x1x400	5550	9
POTENZA COMPLESSIVA					121,500

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 PLO-ENG-TAV-0071_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	18
PLO	ENG	REL	0028	00		

5. 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.

5.1. ELETTRODOTTO 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 miscela in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO		19
PLO	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]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV % cumulato	ΔV %	Potenza persa [kW]	Ap %
LINEA 1	R-NU01	R-NU02	3x1x120	1205	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,4013	0,157	1,479	0,23%	0,23%	10,028	0,22%
	R-NU02	R-NU03	3x1x240	480	9	182,54	428	2	0,838	358,70	51%	0,0792	0,053	2,958	0,10%	0,10%	7,917	0,09%
	R-NU03	R-NU04	3x1x400	1145	13,5	273,81	557	2	0,838	466,81	59%	0,1202	0,126	4,437	0,24%	0,24%	27,040	0,20%
	R-NU05	R-NU04	3x1x120	1420	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,4729	0,185	1,479	0,27%	0,27%	11,817	0,26%
	R-NU04	SSE	3x1x630	9420	22,5	456,34	725	2	0,838	607,61	75%	0,6961	0,933	7,395	2,51%	2,51%	434,910	1,93%
LINEA 2	R-NU06	R-NU07	3x1x120	1590	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,5295	0,207	1,479	0,30%	0,30%	13,231	0,29%
	R-NU07	R-NU08	3x1x240	1170	9	182,54	428	2	0,838	358,70	51%	0,1931	0,129	2,958	0,24%	0,24%	19,297	0,21%
	R-NU08	R-NU09	3x1x400	1225	13,5	273,81	557	2	0,838	466,81	59%	0,1286	0,135	4,437	0,26%	0,26%	28,929	0,21%
	R-NU09	SSE	3x1x630	7390	18	365,07	725	2	0,838	607,61	60%	0,5461	0,732	5,916	1,57%	1,57%	218,360	1,21%
	R-PLG01	R-PLG02	3x1x120	725	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,2414	0,094	1,479	0,14%	0,14%	6,033	0,13%
LINEA 3	R-PLG02	R-PLG03	3x1x240	525	9	182,54	428	2	0,838	358,70	51%	0,0866	0,038	2,958	0,11%	0,11%	8,659	0,10%
	R-PLG03	SSE	3x1x630	8250	13,5	273,81	725	2	0,838	607,61	45%	0,6097	0,817	4,437	1,32%	1,32%	137,121	1,02%
	R-PLG04	R-PLG05	3x1x120	550	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,1832	0,072	1,479	0,10%	0,10%	4,577	0,10%
	R-PLG05	R-PLG06	3x1x240	690	9	182,54	428	2	0,838	358,70	51%	0,1139	0,076	2,958	0,14%	0,14%	11,380	0,13%
	R-PLG06	R-PLG07	3x1x400	590	13,5	273,81	557	2	0,838	466,81	59%	0,0620	0,065	4,437	0,12%	0,12%	13,933	0,10%
LINEA 4	R-PLG07	SSE	3x1x630	6165	18	365,07	725	2	0,838	607,61	60%	0,4556	0,610	5,916	1,31%	1,31%	182,164	1,01%
	R-PLG13	R-PLG11	3x1x120	680	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,2264	0,088	1,479	0,13%	0,13%	5,659	0,13%
	R-PLG11	R-PLG08	3x1x240	1855	9	182,54	428	2	0,838	358,70	51%	0,3061	0,204	2,958	0,37%	0,37%	30,595	0,34%
	R-PLG08	R-PLG09	3x1x400	1465	13,5	273,81	557	2	0,838	466,81	59%	0,1538	0,161	4,437	0,31%	0,31%	34,597	0,26%
	R-PLG09	SSE	3x1x630	5090	18	365,07	725	6	0,745	540,10	68%	0,3762	0,504	5,916	1,08%	1,08%	150,400	0,84%
LINEA 5	R-PLG16	R-PLG15	3x1x120	1075	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,3580	0,140	1,479	0,20%	0,20%	8,946	0,20%
	R-PLG15	R-PLG14	3x1x240	1310	9	182,54	428	2	0,838	358,70	51%	0,2162	0,144	2,958	0,26%	0,26%	21,606	0,24%
	R-PLG14	R-PLG12	3x1x400	1230	13,5	273,81	557	2	0,838	466,81	59%	0,1292	0,135	4,437	0,26%	0,26%	29,047	0,22%
	R-PLG12	R-PLG11	3x1x120	690	4,5	91,27	290	4	0,745	216,04	42%	0,2298	0,090	1,479	0,13%	0,13%	5,742	0,13%
	R-PLG12	SSE	3x1x630	6265	22,5	456,34	725	6	0,745	540,10	84%	0,4630	0,620	7,395	1,67%	1,67%	289,248	1,29%
LINEA 6	R-PLG17	R-PLG18	3x1x120	700	4,5	91,27	290	2	0,838	243,04	38%	0,2331	0,091	1,479	0,13%	0,13%	5,825	0,13%
	R-PLG18	SSE	3x1x400	5550	9	182,54	557	6	0,745	414,94	44%	0,5828	0,611	2,958	0,78%	0,78%	58,251	0,65%
POTENZA COMPLESSIVA																	121,500	

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	20
PLO	ENG	REL	0028	00		

5.2. 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 proveniente dal parco eolico ai 150 kV della rete di trasmissione nazionale, nella quale il parco dovrà conferire l'energia prodotta. Tale elevazione avverrà attraverso due trasformatori di potenza, da 70 MVA, uno per ciascuna sezione dell'impianto.

La corrente nominale dell'impianto in AT sarà pari a circa 355 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 (di cui uno esistente), per l'alimentazione dei servizi ausiliari della stazione, della potenza nominale fino a 100 kVA.

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

5.3. GENERATORI EOLICI

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

- un generatore elettrico della potenza nominale pari a 4,5 MW alla tensione di 0,69kV;
- un trasformatore BT/MT 0,69/30kV della potenza di 5MVA;
- scomparti MT per la connessione in entra-esce 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	21
PLO	ENG	REL	0028	00		

nella rete di vettoriamento tramite un collegamento in entra-esce, 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 compresa tra 107,5 m e 114,0 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 180 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	22
PLO	ENG	REL	0028	00		

6. 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.

6.1. 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 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 PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	23
PLO	ENG	REL	0028	00		

6.2. 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	24
PLO	ENG	REL	0028	00		

7. 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 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 (mm²)	120	240	630
Tipo posa	Cordato a elica visibile	Cordato a elica visibile	Trifoglio
Profondità posa (m)	1,10	1,10	1,10

7.1. 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	25
PLO	ENG	REL	0028	00		

riferimento al 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.

7.2. 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 terne cavi MT posata a trifoglio;
- CASO B: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terne cavi MT posata a trifoglio;
- CASO C: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 3 terne cavi MT posata a trifoglio.
- CASO D: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 6 terne cavi MT posata a trifoglio.

Tali casistiche sono riferite alle sezioni costituite da cavi di sezione 630 mm², della tipologia ARP1H5(AR)E o equivalente, ossia cavi unipolari, in quanto, come già detto al paragrafo precedente, per i cavi di sezioni inferiori è previsto l'utilizzo di cavi tripolari elicordati i cui campi

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	26
PLO	ENG	REL	0028	00		

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 in posa a trifoglio, posati ad una profondità di 1,10 m.

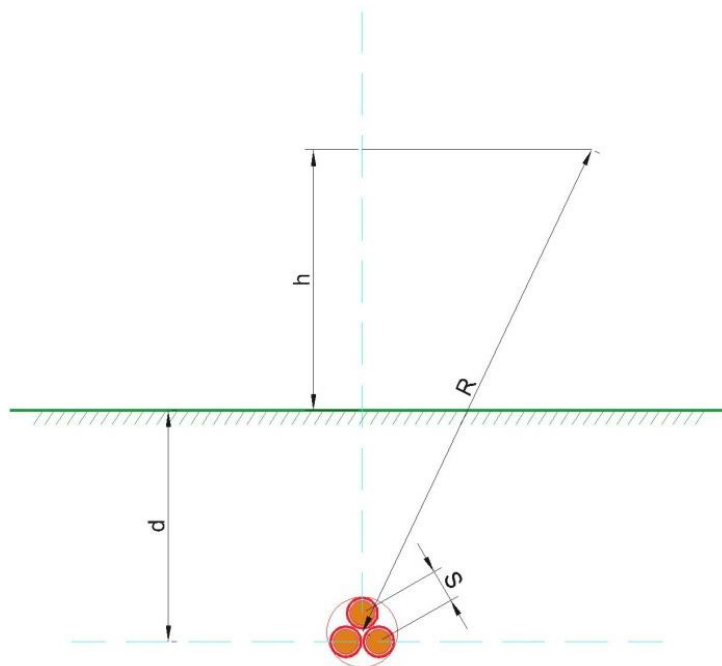
Si procederà adesso, per ognuno dei casi precedentemente introdotti, ad una valutazione specifica del campo magnetico.

7.2.1. 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 $3 \mu\text{T}$. 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	27
PLO	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, è stato preso in esame il caso di una terna 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.

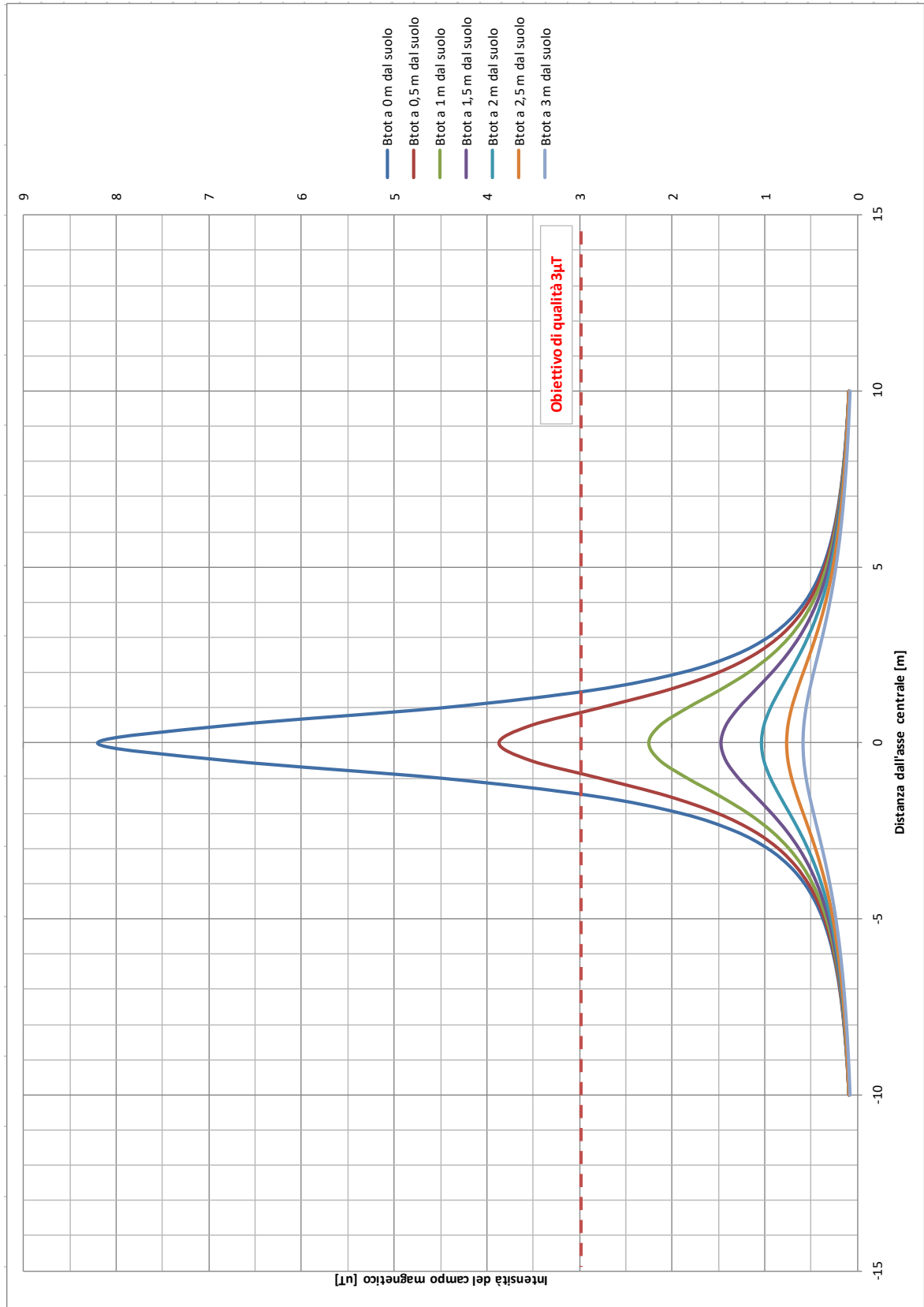
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO		PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO		28
PLO	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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	29
PLO	ENG	REL	0028	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	30
PLO	ENG	REL	0028	00		

Ricordando che il vincolo 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, pari a $2,25 \mu\text{T}$, inferiore al limite fissato.

Per il caso A in esame, risulta pertanto abbondantemente rispettato il valore limite di esposizione pari a $100 \mu\text{T}$ lungo tutto il percorso dei cavi, così pure l'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$.

7.2.2. Caso B – 2 terne di cavi

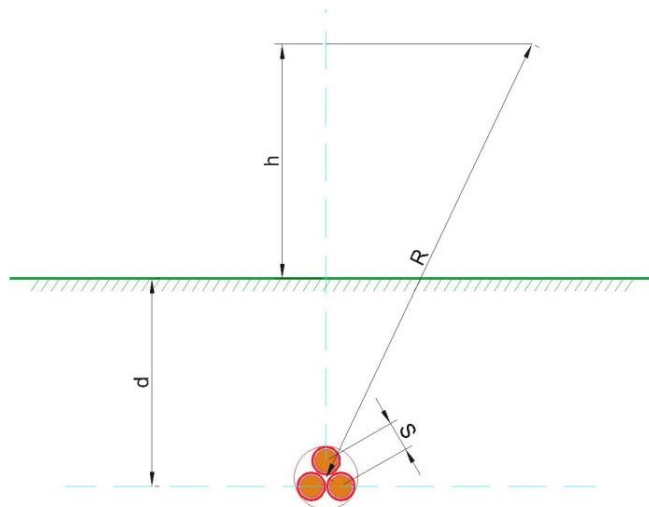
Per tener conto della presenza di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che tenesse conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	31
PLO	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.

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

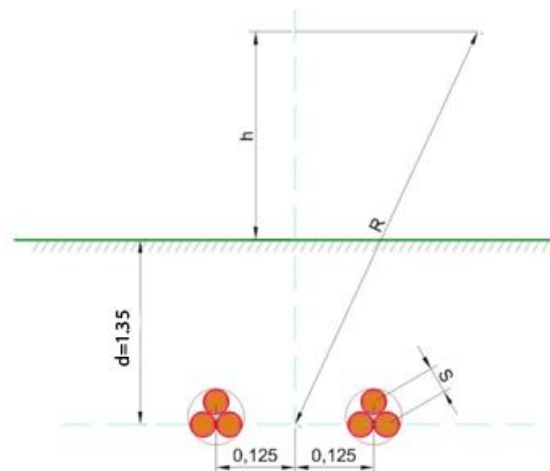
dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	32
PLO	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, è stato preso in esame il caso con la compresenza nello stesso scavo di due 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	33
PLO	ENG	REL	0028	00		

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.

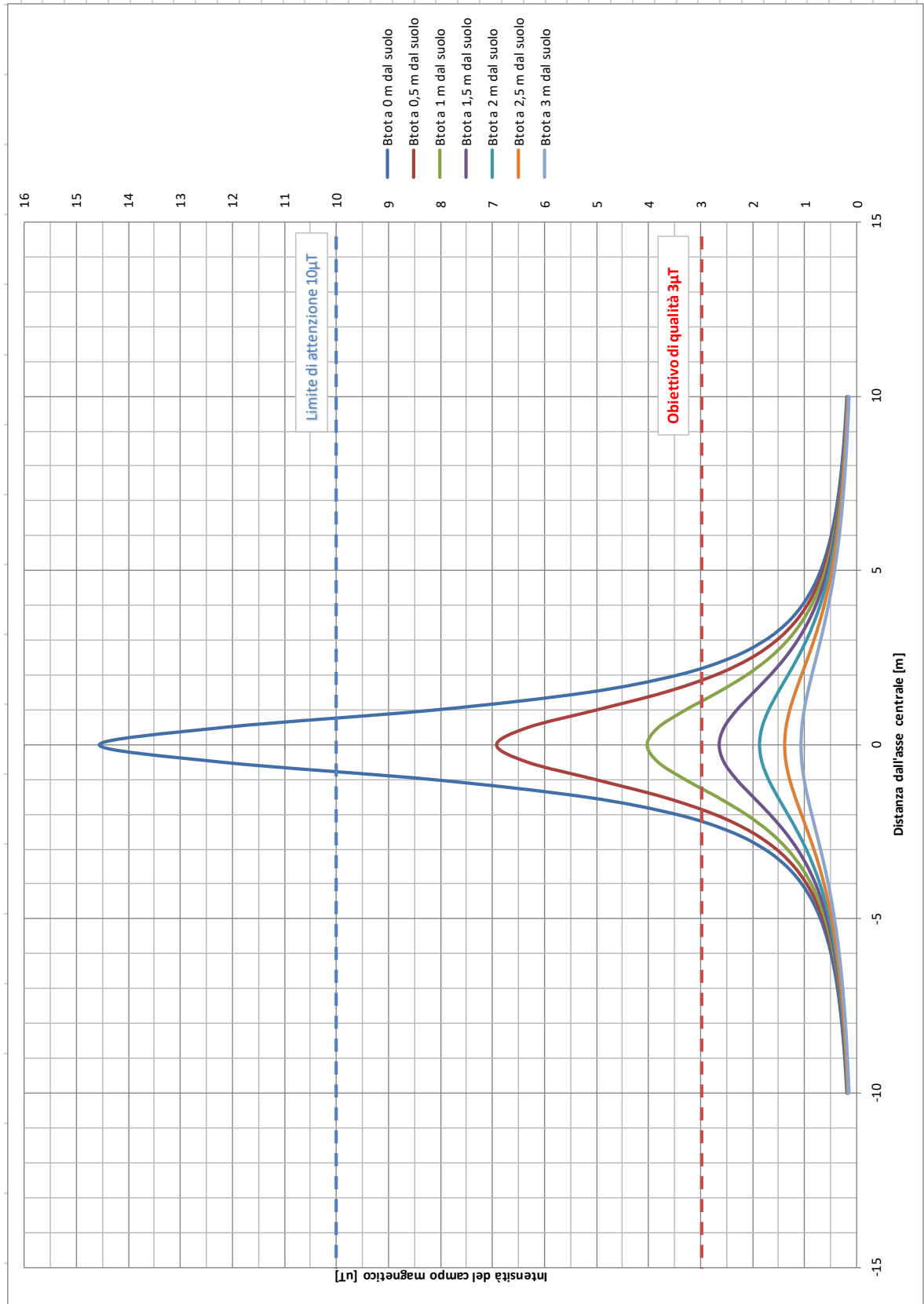
Distanza dall'asse centrale [m]	B _{tot} a 1 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 2 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 3 m dal suolo [μT]
-10,00	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15
-9,50	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
-9,00	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18
-8,50	0,23	0,23	0,22	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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	34
PLO	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

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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	35
PLO	ENG	REL	0028	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	36
PLO	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.

Infatti, 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 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

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 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.

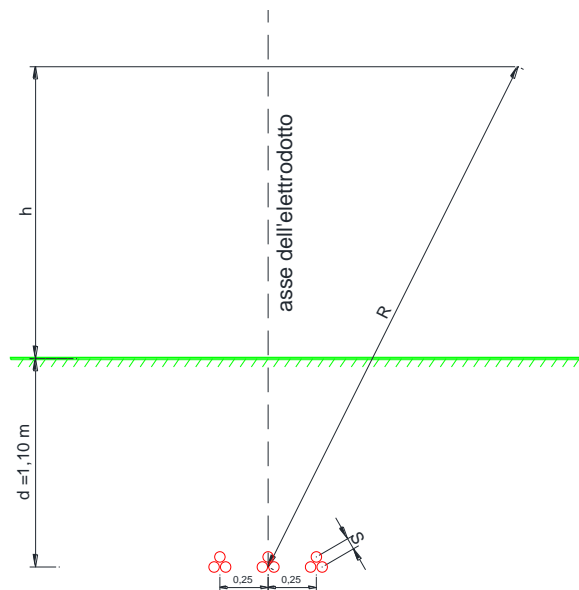
CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	37
PLO	ENG	REL	0028	00		

7.2.3. Caso C – 3 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto costituito da tre 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:

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



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, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] (specifiche 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	-0,250 m

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	38
PLO	ENG	REL	0028	00		

distanza terna 2 dall'asse y	0 m
distanza terna 3 dall'asse y	+ 0,250 m
Sezione terne	3x1x630 mm ²
Portata cavo nominale	725 A
Portata cavo corretta	574 A

Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso della compresenza nello stesso scavo di tre 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.

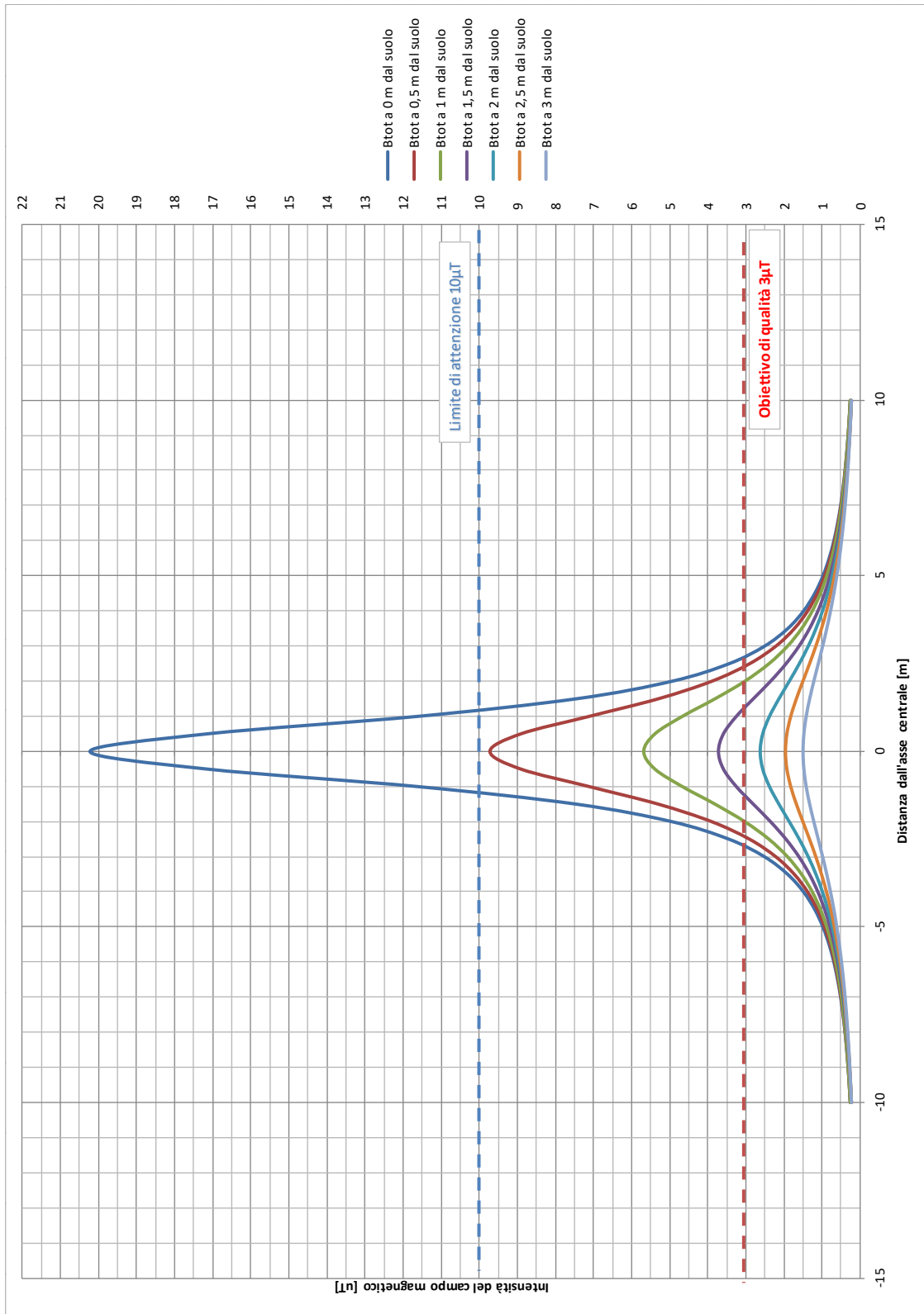
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	39
PLO	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	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22
-9,5	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24
-9	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
-8,5	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28
-8	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31
-7,5	0,42	0,40	0,38	0,37	0,35
-7	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
-6,5	0,54	0,52	0,49	0,46	0,43
-6,00	0,63	0,59	0,56	0,52	0,48
-5,50	0,73	0,69	0,64	0,59	0,54
-5,00	0,86	0,80	0,73	0,67	0,61
-4,50	1,03	0,94	0,85	0,76	0,68
-4,00	1,25	1,12	0,99	0,88	0,77
-3,50	1,53	1,34	1,16	1,01	0,87
-3,00	1,90	1,61	1,36	1,15	0,98
-2,50	2,39	1,95	1,60	1,32	1,10
-2,00	3,02	2,36	1,86	1,49	1,22
-1,50	3,81	2,81	2,13	1,66	1,33
-1,00	4,67	3,25	2,38	1,81	1,42
-0,50	5,39	3,59	2,56	1,91	1,48
0,00	5,69	3,72	2,62	1,95	1,50
0,50	5,39	3,59	2,56	1,91	1,48
1,00	4,67	3,25	2,38	1,81	1,42
1,50	3,81	2,81	2,13	1,66	1,33
2,00	3,02	2,36	1,86	1,49	1,22
2,50	2,39	1,95	1,60	1,32	1,10
3,00	1,90	1,61	1,36	1,15	0,98
3,50	1,53	1,34	1,16	1,01	0,87
4,00	1,25	1,12	0,99	0,88	0,77
4,50	1,03	0,94	0,85	0,76	0,68
5,00	0,86	0,80	0,73	0,67	0,61
5,50	0,73	0,69	0,64	0,59	0,54
6,00	0,63	0,59	0,56	0,52	0,48
6,50	0,54	0,52	0,49	0,46	0,43
7,00	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
7,50	0,42	0,40	0,38	0,37	0,35
8,00	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31
8,50	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28
9,00	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
9,50	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24
10,00	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22

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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	40
PLO	ENG	REL	0028	00		



Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT ,

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	41
PLO	ENG	REL	0028	00		

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 5,68 μT , superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100 μT .

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 μT .

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 2,1 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,88 μT .

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 3 terne (caso C), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 4,2 m, centrata sull'asse del cavo (DPA pari a 2,1 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.

Infatti, 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 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, 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.

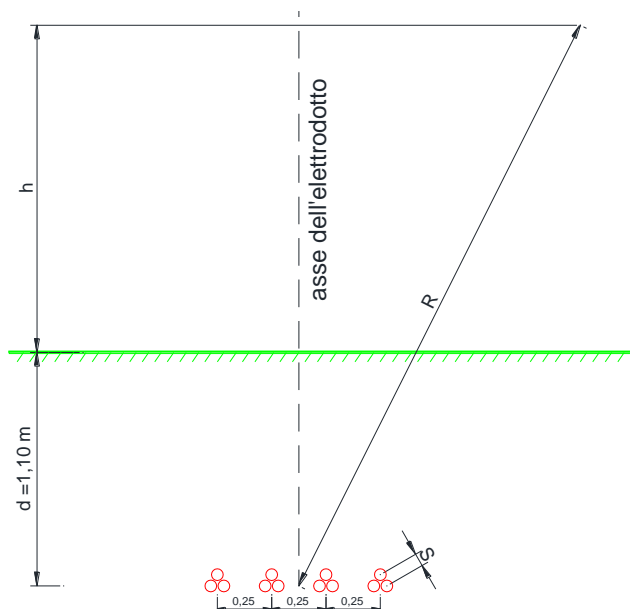
CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	42
PLO	ENG	REL	0028	00		

7.2.4. Caso D – 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, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a Ii [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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	43
PLO	ENG	REL	0028	00		

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.

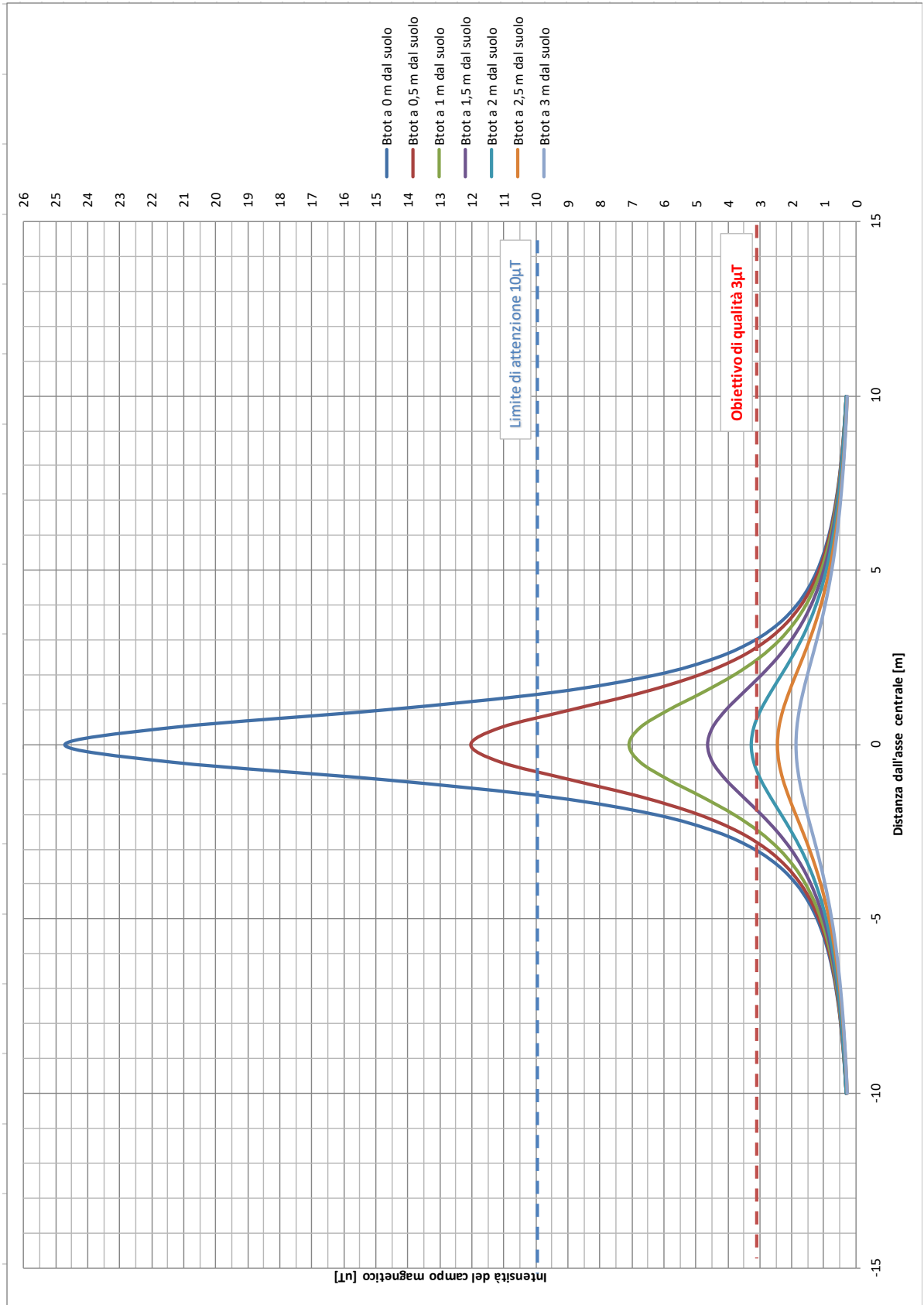
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO		PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO		44
PLO	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	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	45
PLO	ENG	REL	0028	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	46
PLO	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 cavo (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 transitanti 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.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	47
PLO	ENG	REL	0028	00		

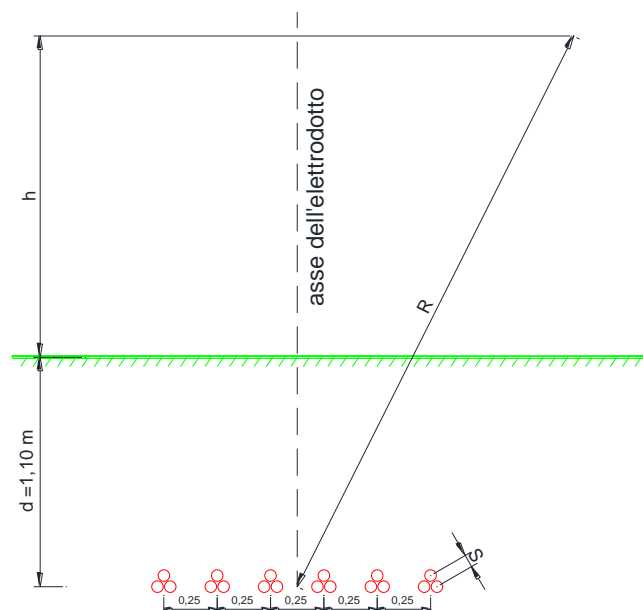
Data la natura non programmabile della fonte eolica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati

9.1.1.Caso E – 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:

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



dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	48
PLO	ENG	REL	0028	00		

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] (specificata 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 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.

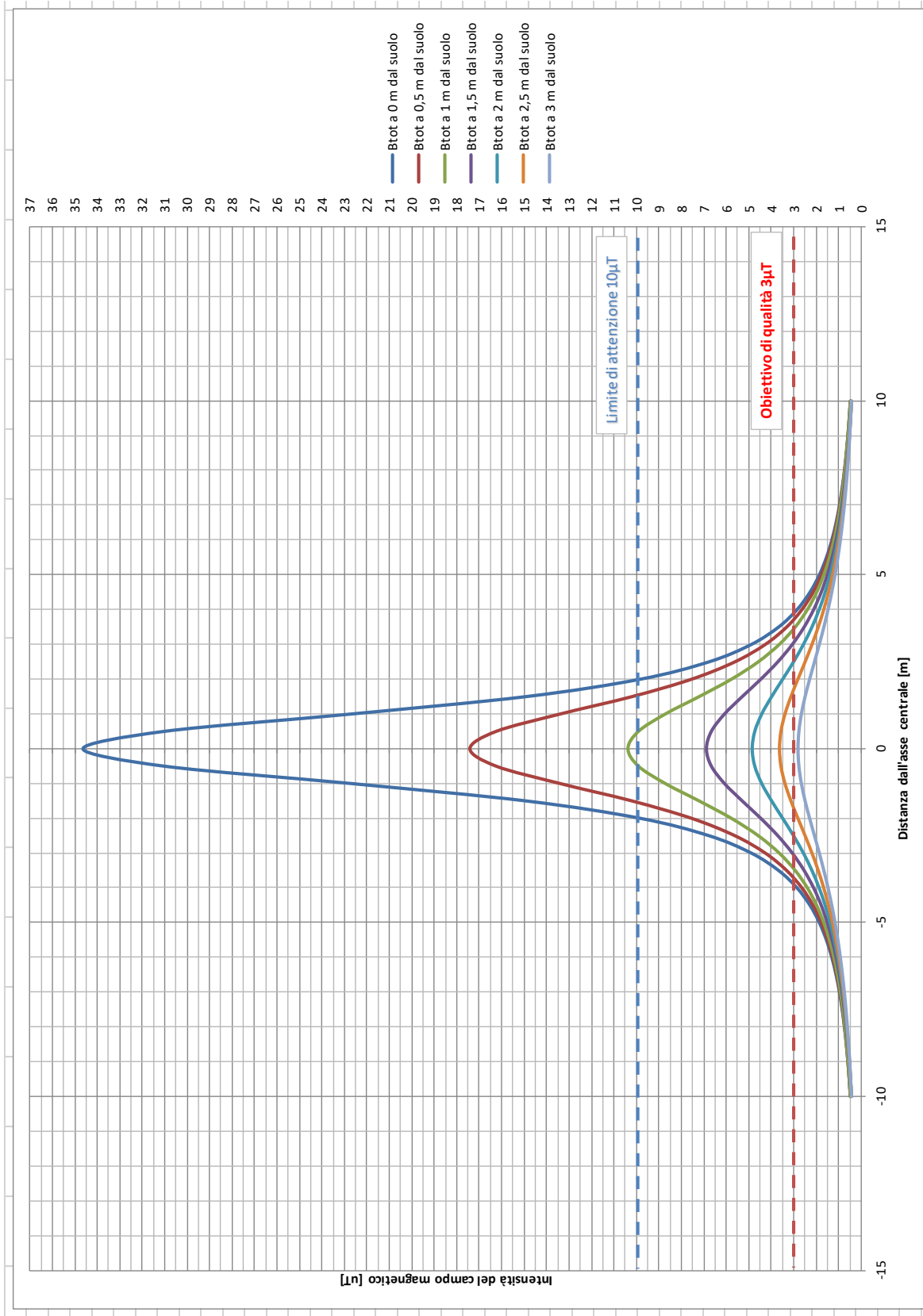
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	49
PLO	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	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	50
PLO	ENG	REL	0028	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	51
PLO	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 transitanti 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 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	52
PLO	ENG	REL	0028	00		

precedentemente illustrati.

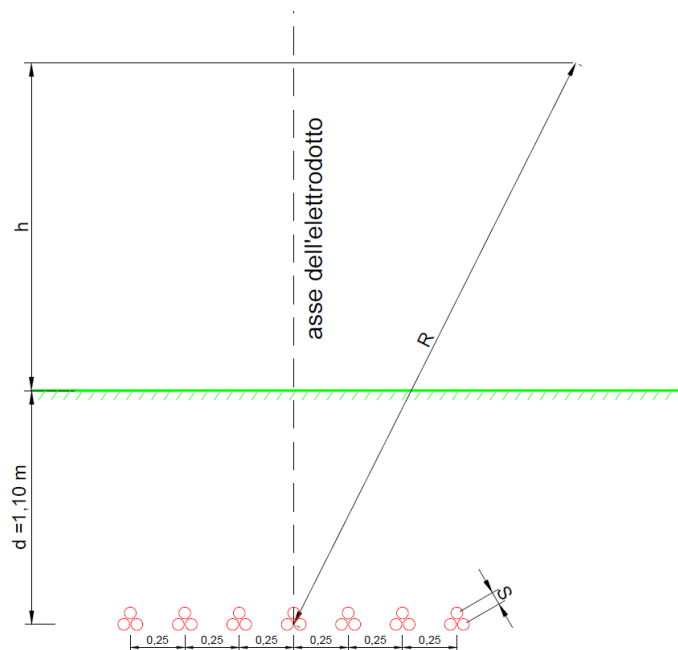
9.1.2. Caso F – 7 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto costituito da sette 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:

$$\begin{aligned}
 B = & 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} \\
 & * \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_4 * I_4}{(x - x_4)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} \\
 & * \frac{S_5 * I_5}{(x - x_5)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_6 * I_6}{(x - x_6)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} \\
 & * \frac{S_7 * I_7}{(x - x_7)^2 + (y - d)^2}
 \end{aligned}$$

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	53
PLO	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 fra le terne	0,250 m
Sezione terne cavi 1-6	3x1x630 mm ²
Sezione terna 7	3x1x300 mm ² (cavi esistenti)
Portata cavo nominale cavi 1-6	725 A
Portata cavo corretta cavi 1-6	540 A
Portata cavo nominale cavi 7	486 A (cavi esistenti)
Portata cavo corretta cavi 7	362 A (cavi esistenti)

Ai fini del calcolo relativo a sette terne di cavi, è stato preso in esame l'unico caso riscontrato nell'intero impianto, ossia la compresenza nello stesso scavo di sei terne di cavi della sezione di 630 mm² relativi ai sottocampi 1-6 oggetto di repowering, affiancati ad ulteriore una terna di cavi preesistenti, di sezione pari a 300 mm² relativi sottocampo 7 già esistente.

Tale occorrenza si verifica esclusivamente nel tratto di viabilità in ingresso alla sottostazione

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	54
PLO	ENG	REL	0028	00		

elettrica di utente, su un area di proprietà della società proponente ERG WIND SARDENA.

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.

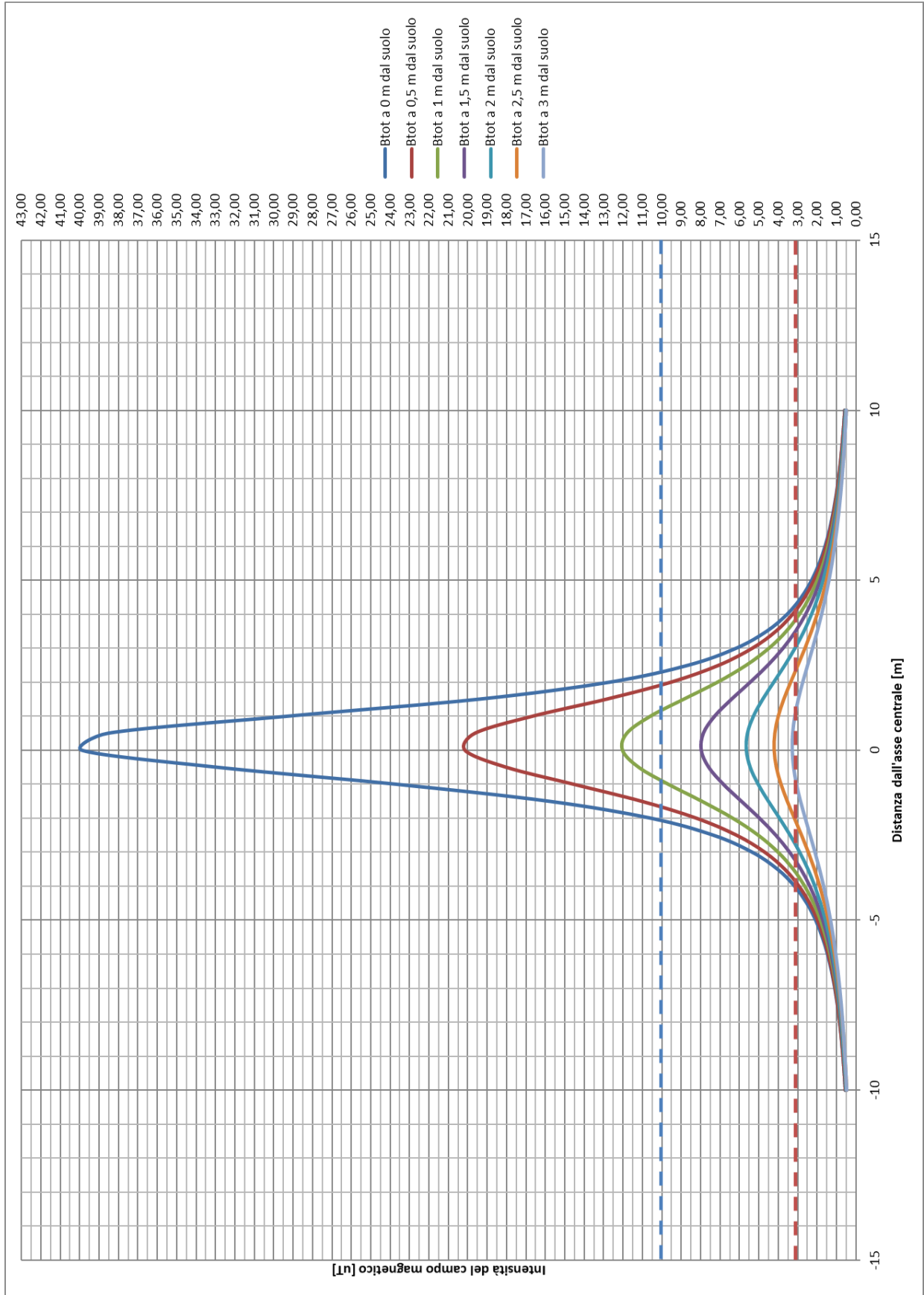
La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	55
PLO	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	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47
-9,5	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51
-9	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56
-8,5	0,71	0,69	0,67	0,64	0,61
-8	0,80	0,77	0,74	0,71	0,67
-7,5	0,90	0,86	0,83	0,79	0,75
-7	1,02	0,97	0,93	0,88	0,83
-6,5	1,16	1,11	1,05	0,98	0,92
-6,00	1,34	1,27	1,19	1,11	1,03
-5,50	1,56	1,47	1,36	1,26	1,15
-5,00	1,84	1,71	1,57	1,43	1,30
-4,50	2,20	2,00	1,81	1,63	1,46
-4,00	2,65	2,38	2,11	1,87	1,65
-3,50	3,24	2,84	2,47	2,14	1,86
-3,00	4,02	3,42	2,90	2,46	2,10
-2,50	5,04	4,13	3,39	2,81	2,35
-2,00	6,36	4,97	3,94	3,18	2,60
-1,50	7,95	5,91	4,52	3,54	2,84
-1,00	9,69	6,84	5,05	3,87	3,05
-0,50	11,21	7,59	5,46	4,10	3,20
0,00	12,04	7,97	5,66	4,22	3,26
0,50	11,81	7,86	5,60	4,18	3,24
1,00	10,60	7,28	5,29	4,01	3,13
1,50	8,88	6,41	4,81	3,72	2,95
2,00	7,14	5,45	4,24	3,37	2,73
2,50	5,66	4,54	3,67	2,99	2,48
3,00	4,49	3,75	3,14	2,63	2,22
3,50	3,60	3,11	2,67	2,30	1,98
4,00	2,92	2,59	2,28	2,00	1,76
4,50	2,40	2,18	1,95	1,75	1,55
5,00	2,00	1,84	1,68	1,53	1,38
5,50	1,69	1,58	1,46	1,34	1,22
6,00	1,45	1,36	1,27	1,18	1,09
6,50	1,25	1,18	1,12	1,04	0,97
7,00	1,09	1,04	0,98	0,93	0,87
7,50	0,95	0,92	0,87	0,83	0,78
8,00	0,84	0,81	0,78	0,75	0,71
8,50	0,75	0,73	0,70	0,67	0,64
9,00	0,67	0,65	0,63	0,61	0,58
9,50	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53
10,00	0,55	0,54	0,52	0,51	0,49

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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	56
PLO	ENG	REL	0028	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	57
PLO	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 calpestio, pari a $12,04 \mu\text{T}$, 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 3,6 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a $2,88 \mu\text{T}$.

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 7 terne (caso D), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 7,2 m, centrata sull'asse del cavo (DPA pari a 3,6 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 40-60%. Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

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.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	58
PLO	ENG	REL	0028	00		

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.

9.2. 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	630 mm ²	1 (caso A)	0 m
		2 (caso B)	1,3 m
		3 (caso C)	2,1 m
		4 (caso D)	2,6 m
		6 (caso E)	3,5 m
		7 (caso F)	3,6 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	59
PLO	ENG	REL	0028	00		

10. 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 stazione elettrica, ricade per intero all'interno della fascia di rispetto derivante dalle sbarre AT,

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	60
PLO	ENG	REL	0028	00		

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 della adiacente stazione elettrica (SSE Terna).

Un 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	61
PLO	ENG	REL	0028	00		

11. 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 107,5m, 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	62
PLO	ENG	REL	0028	00		

12. 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 elicoidali (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 (sezione 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.

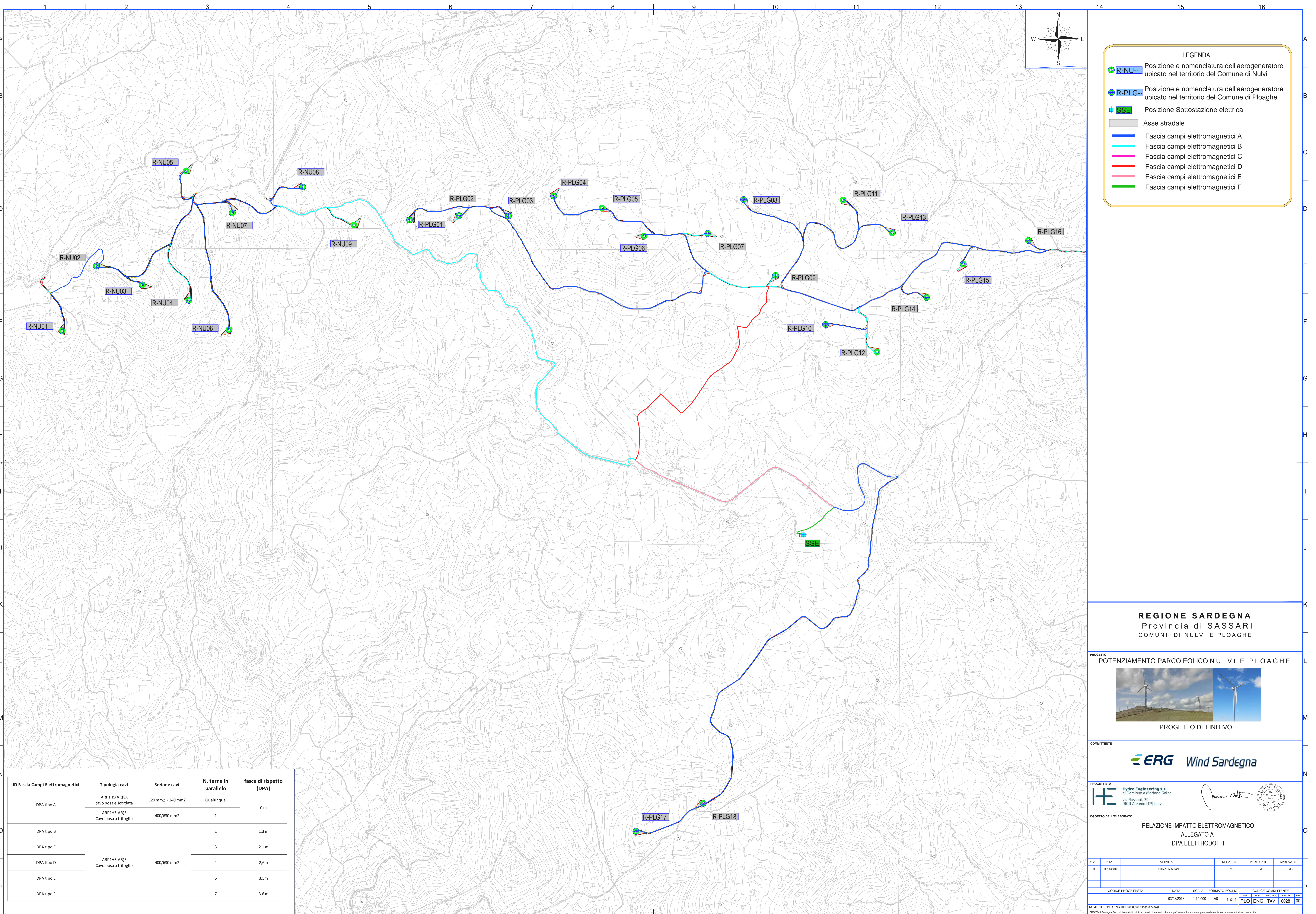
- **Sottostazione elettrica di utente:** i campi elettromagnetici risultano più intensi in prossimità delle apparecchiature AT, ma trascurabili all'esterno dell'area della sottostazione. È stata individuata la fascia di rispetto, ricadente per lo più nelle aree di pertinenza della SSEU e all'interno della limitrofa SSE Terna 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 NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	63
PLO	ENG	REL	0028	00		

13. ALLEGATO A: DPA ELETTRODOTTI



LEGENDA

- R-NU-- Posizione e nomenclatura dell'aerogeneratore ubicato nel territorio del Comune di Nuovi
- R-PLG-- Posizione e nomenclatura dell'aerogeneratore ubicato nel territorio del Comune di Ploaghe
- # SSE Posizione Sottostazione elettrica
- ▬ Asse stradale
- ▬ Fascia campi elettromagnetici A
- ▬ Fascia campi elettromagnetici B
- ▬ Fascia campi elettromagnetici C
- ▬ Fascia campi elettromagnetici D
- ▬ Fascia campi elettromagnetici E
- ▬ Fascia campi elettromagnetici F

ID Fascia Campi Elettromagnetici	Tipologia cavi	Sezione cavi	N. terne in parallelo	fasce di rispetto (DPA)
DPA tipo A	ARP1H5[AR]EX Cavo posa elicoidata	120 mm ² - 240 mm ²	Qualunque	0m
	ARP1H5[AR]E Cavo posa a trifoglio	400/630 mm ²	1	
DPA tipo B	ARP1H5[AR]E Cavo posa a trifoglio	400/630 mm ²	2	1,3m
DPA tipo C			3	2,1m
DPA tipo D			4	2,6m
DPA tipo E			6	3,5m
DPA tipo F			7	3,6m

REGIONE SARDEGNA
Provincia di **SASSARI**
COMUNI DI **NUOVI E PLOAGHE**

PROGETTO
POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NUOVI E PLOAGHE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE
ERG Wind Sardegna

PROGETTISTA
HE Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Gallo
via Rossotti, 39
09031 Alcamo (TP) Italy

[Signature]

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

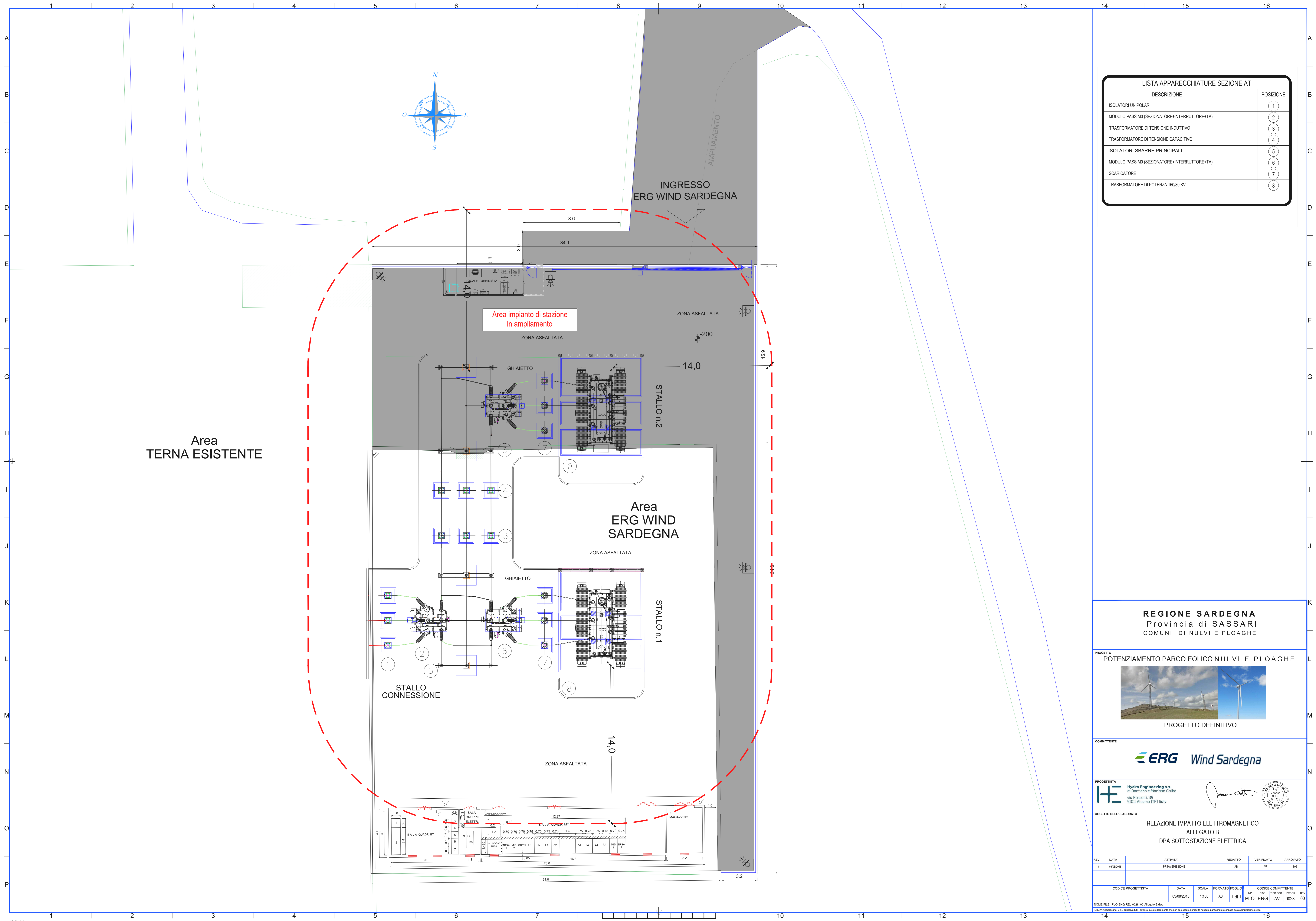
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	03/08/2018	PRIMA EMISSIONE	AC	VF	MG

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO FOGLIO	CODICE COMMITTENTE
	03/08/2018	1:10.000	A0 1 di 1	ERG PLO ENG TAV 0028 00

NOTE FILE: PLO-ENG-REL-0028_00-Allegato A.dwg
ERG Wind Sardegna S.p.A. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto, copiato, distribuito o usato senza permesso scritto dalla PLO-ENG TAV 0028 00

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO	65
PLO	ENG	REL	0028	00		

14. ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE



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

REGIONE SARDEGNA
 Provincia di SASSARI
 COMUNI DI NULVI E PLOAGHE

PROGETTO
POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI E PLOAGHE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

PROGETTISTA

Hydro Engineering s.r.l.
 Di. Diamantina di Mariano Galbo
 Via Rossotti, 39
 91011 Alcamo (TP) Italy

OGGETTO DELL'ELABORATO

**RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
 ALLEGATO B
 DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA**

REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	03/08/2018	PRIMA EMISSIONE	AB	VF	MG

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO FOGLIO	CODICE COMMITTENTE
	03/08/2018	1:100	A0 1 di 1	PLO ENG TAV 0028 00

Nome file: PLO-ENG-REL-0028_00- Allegato B.dwg
 ERG Wind Sardegna S.p.A. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto, copiato, parzialmente o integralmente senza la sua autorizzazione scritta.