

**REGIONE PUGLIA
CITTÀ METROPOLITANA DI BARI
COMUNE DI ALTAMURA**



Committente: **R2R**
GRUPPO a2a
R2R S.r.l. (gruppo a2a)
Piazza Manifattura n. 1
38068 - Rovereto (TN)

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO SERRA DI MELE

Documento: STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: R2R-WSDM-RA10

ID PROGETTO:	R2R-WSDM	SEZIONE:	A	TIPOLOGIA:	T	FORMATO:	A4
--------------	----------	----------	---	------------	---	----------	----

Elaborato: STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

FOGLIO:	1 di 21	SCALA:	-	Nome file:	YDUOL75_R2R-WSDM-RA10
---------	---------	--------	---	------------	-----------------------

A cura di:

iat CONSULENZA E PROGETTI
www.iatprogetti.it



I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

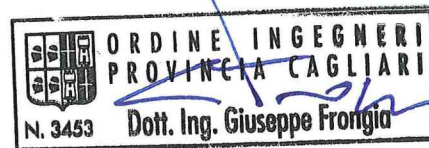
Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia
(coordinatore e responsabile)
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Pian. Terr. Andrea Cappai
Ing. Gianfranco Corda
Ing. Paolo Desogus
Pian. Terr. Veronica Fais
Ing. Gianluca Melis
Ing. Fabrizio Murru
Ing. Andrea Onnis
Pian. Terr. Eleonora Re
Ing. Elisa Roych
Ing. Marco Utzeri



Contributi specialistici:

Ing. Antonio Dedoni (studio acustico)
IPOOL S.r.l. (monitoraggio acustico)
Dott. Geol. Francesca Lobina (Geologia)
Dott. Agr. Barnaba Marinosci (Agronomia)

Dott. Biol. Leonardo Beccarisi (Vegetazione)
Dott. Fabio Mastropasqua (Fauna e VINCA)
Nostoi S.r.l. (Archeologia)





Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Nov.2023	Prima emissione	FM	GF	R2R

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 2 di 24	

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	5
3	OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08.....	8
3.1	Descrizione generale aerogeneratori	8
3.2	Descrizione linee a 36 kV.....	11
4	CALCOLO DPA AEROGENERATORI	14
5	CALCOLO DPA CAVIDOTTI A 36 KV	15
5.1	Valutazione DPA cavidotti di connessione impianto – cabina colletttrice	15
	Risultati di calcolo	16
5.2	16	
	<i>5.2.1 Cavidotto composto da una terna da 185 mm²</i>	<i>16</i>
	<i>5.2.2 Cavidotto composto da due terne da 400 mm²</i>	<i>17</i>
	<i>5.2.3 Cavidotto composto da tre terne 3x1x400 mm²</i>	<i>18</i>
	<i>5.2.4 Cavidotto composto da quattro terne da 3x1x630 mm²</i>	<i>19</i>
6	CALCOLO DPA CABINA COLLETRICE D’IMPIANTO A 36 KV.....	20
7	PRESENZA DI PERSONE NELL’IMPIANTO	21
8	CONCLUSIONI	22
9	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	24
9.1	Norme legislative	24
9.2	Norme tecniche.....	24
9.3	Guide ENEL	24
9.4	Altri riferimenti bibliografici	24

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 3 di 24	

1 INTRODUZIONE

La Società R2R S.r.l. (gruppo a2a) ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, mediante l'installazione di 6 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6,6 MW, per una potenza complessiva di 39,6 MW, sito nel Comune di Altamura, nella Città Metropolitana di Bari (di seguito anche "Parco Eolico Serra di Mele").

Secondo quanto previsto dalla soluzione di connessione con Codice Pratica 202101372, rilasciata da Terna SpA in data 06/07/2022, poi accettata in data 03/11/2022, l'impianto si collegherà in antenna alla sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Matera Nord – Altamura All.", previa realizzazione: dei raccordi di entra – esce della direttrice RTN a 150 kV "Pellicciari – Gravina – Altamura" ad una futura SE di Trasformazione a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Genzano – Matera", del potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV "CP Matera Nord – Altamura All." e dell'intervento 520-P previsto dal Piano di Sviluppo Terna.



Gli interventi relativi all'installazione degli aerogeneratori ricadono nel territorio comunale di Altamura, in un'area compresa tra le località *Capo di Salci* e *Serra di Mele*, mentre le relative opere di connessione alla RTN interessano anche la località *Lama di Nebbia* dove è in progetto la realizzazione di un'area di pertinenza del Produttore (di seguito anche "area cabina utente") in adiacenza all'area in cui sorgerà la Stazione RTN 150/36 kV.

Gli aerogeneratori saranno raggruppati in n. 2 blocchi di potenza (sottocampi) per mezzo di cavidotti interrati che convogliano l'energia prodotta dall'impianto verso la cabina collettiva, prevista all'interno dell'area cabina utente assieme ad un edificio integrato dedicato al controllo dell'impianto, che si collegherà in antenna alla sezione a 36 kV della nuova stazione di Terna.



La presente relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del D.M. 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), fornisce una valutazione previsionale dei campi elettromagnetici associati all'esercizio delle opere impiantistiche relative alla messa in esercizio delle infrastrutture elettriche necessarie, stimando quantitativamente i valori delle fasce di rispetto (distanza di prima approssimazione - DPA) dalle opere previste dal progetto.

La determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle opere elettromeccaniche che insistono sulla porzione di territorio interessata dal progetto è stata condotta in accordo con i seguenti criteri:

- sono stati considerati i dati caratteristici delle linee e si è assunta come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa "corrente in servizio normale" così come definita all'interno della norma CEI 11-60 per le parti aeree e la CEI 11-17 per le linee in cavo;
- le linee sono schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- delimitazione delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 µT (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità);

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 4 di 24	

- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto arrotondando all'intero più vicino le dimensioni espresse in metri.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 5 di 24	

2 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

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



- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore, in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al D.M. 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003) da applicare nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 2.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T) valutata alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 6 di 24	

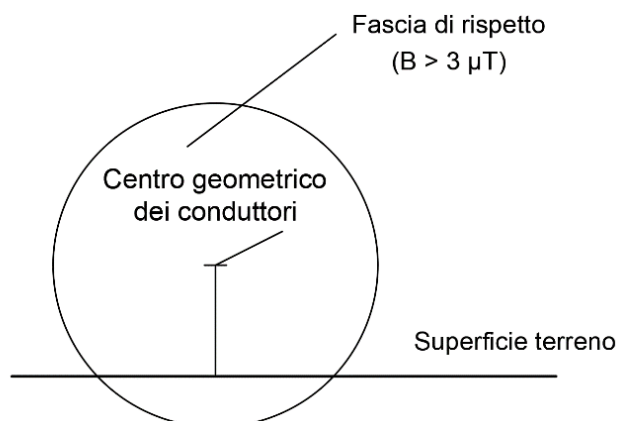


Figura 2.1 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad utilizzi che comportino una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliere.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu T$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17).

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 2.2).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia). Per le cabine elettriche rappresenta la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi).

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu T$.

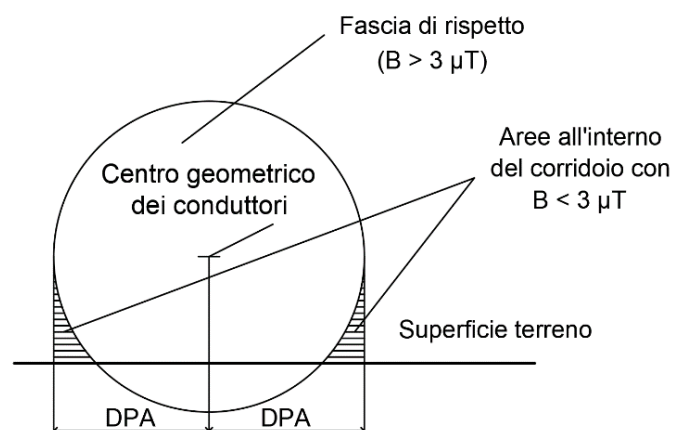




Figura 2.2- Calcolo della DPA per un elettrodotto

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 7 di 24	

Elettrodotta: insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);



Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

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

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e comunque inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i..

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 8 di 24	

3 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

Per quanto riguarda l'assoggettamento alla disciplina del D.M. 29.05.08, le opere da realizzare nell'impianto in esame si riferiscono a:



- 1. Aerogeneratori;
- 2. Linee a 36 kV;
- 3. Cabina colletttrice.

3.1 Descrizione generale aerogeneratori

L'impianto eolico in progetto, da realizzarsi in territorio comunale di Altamura (BA), sarà composto da n. 6 aerogeneratori della potenza nominale unitaria di 6.6 MW per una potenza complessiva di 39.6 MW. Il modello tipo di aerogeneratore scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è il modello Siemens Gamesa SG170 da 6,6 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro del rotore pari a 170 m e altezza massima fuori terra (altezza al *tip*) pari a 200 m.





Figura 3.1 - Aerogeneratore Siemens Gamesa SG170-6.6

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 9 di 24	

Le caratteristiche principali della macchina eolica in progetto sono di seguito elencate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore di macchina e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza massima fino all'asse del rotore pari a 115 m;
- altezza complessiva massima fuori terra (altezza al tip) pari a 200 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,7 m;
- area spazzata massima: 22.698 m²;
- controllo della potenza attraverso la regolazione automatica dell'angolo di calettamento delle pale (pitch control);
- velocità del vento di stacco (cut-in wind speed) di circa 3 m/s;
- velocità del vento di stallo (cut-out wind speed) 25 m/s;
- vita media prevista di 30 anni.

La relativa curva di potenza della macchina di progetto è illustrata in Figura 3.3.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 10 di 24	

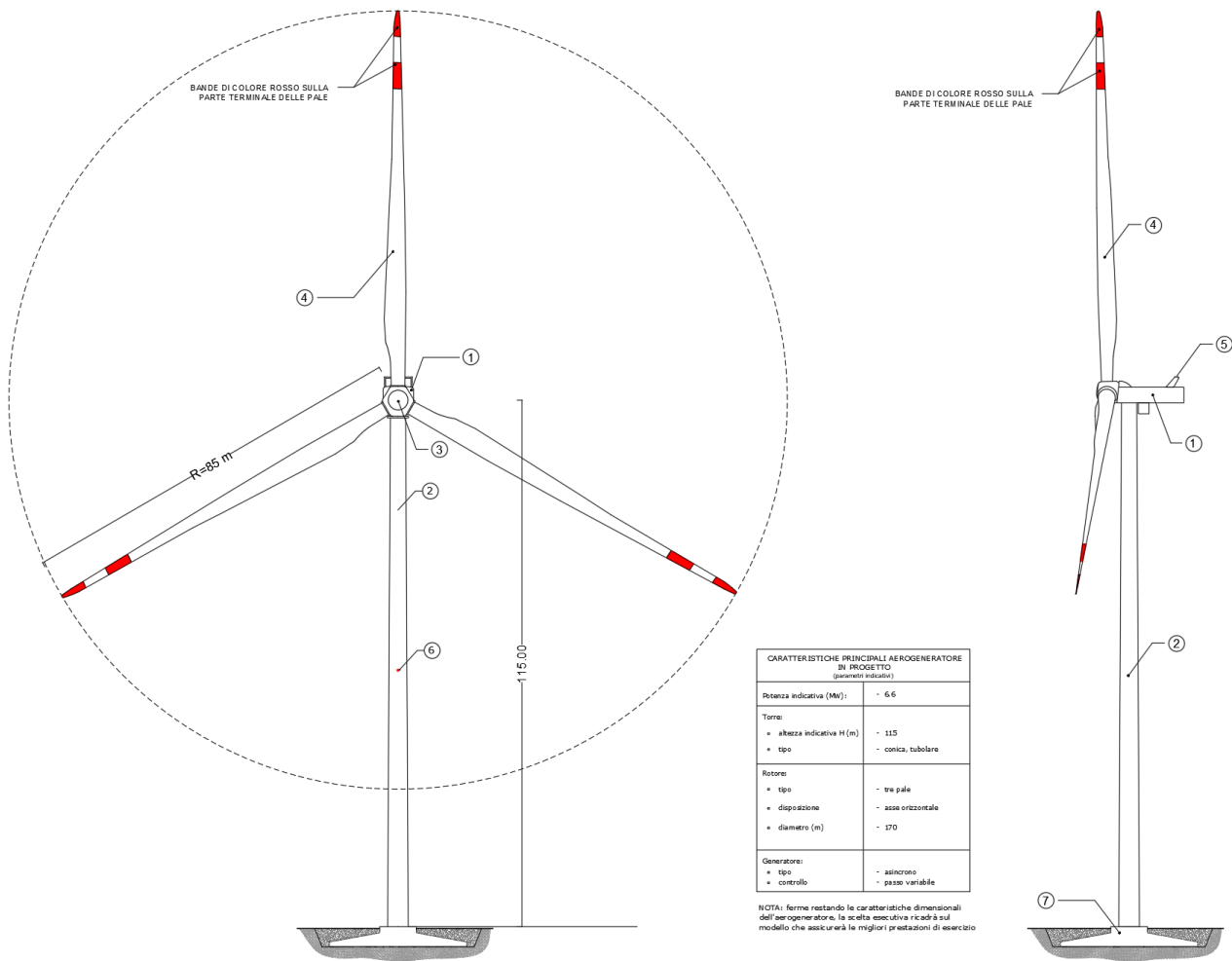




Figura 3.2 – Aerogeneratore tipo con altezza al mozzo (1) 115 m, e diametro rotore (4) di 170 m

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 11 di 24	

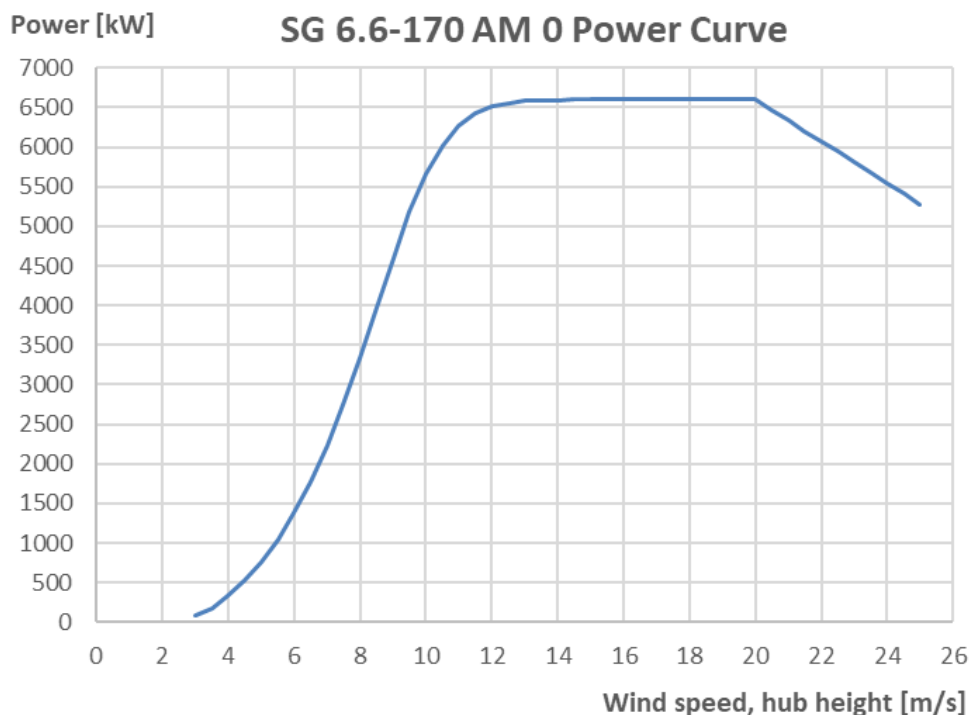




Figura 3.3 – Curva di potenza aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,6 MW

3.2 Descrizione linee a 36 kV

Gli aerogeneratori verranno interconnessi tra loro mediante collegamenti in entra-esce a mezzo di cavi interrati a 36 kV che si svilupperanno all'interno dell'area dell'impianto per attestarsi, infine, alla cabina colletttrice di impianto prevista all'interno dell'area di pertinenza del produttore in adiacenza alla futura Stazione RTN 150/36 kV.

I cavidotti di distribuzione dell'energia prodotta dall'impianto saranno costituiti da cavi unipolari a 36 kV ARE4H5EE-36 kV che presentano le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche costruttive;
 - Conduttore: corda rotonda, rigida, compatta di alluminio - CEI EN 60228 classe 2
 - Semiconduttore interno: miscela semiconduttiva estrusa
 - Isolamento: miscela estrusa di polietilene reticolato (XLPE)
 - Semiconduttore esterno: miscela semiconduttiva estrusa
 - Barriera longitudinale: nastro semiconduttivo "water blocking"
 - Schermo o barriera radiale: nastro di alluminio con applicazione longitudinale (spessore nominale = 0,20 mm)
 - Prima guaina: miscela di polietilene estruso (colore naturale)


COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 12 di 24	

- Seconda guaina: miscela di polietilene estruso (colore rosso)
- Costruzione e requisiti: EC 60502-2;
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;
- Tensione nominale U_0/U : 20,8/36 kV
- Tensione massima U_m : 42 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C (per massimo 5 sec)
- Temperatura minima di posa: -25°C.
- Norme di riferimento: HD 620; IEC 60840; CEI 20-68.

La tipologia di cavo in esame è indicata per impianti eolici e risulta adatta per la posa con interrimento diretto in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

In particolare, i cavi verranno posati direttamente interrati riempiendo la trincea con il materiale di risulta dello scavo, utilizzando come protezione meccanica un nastro monitore di segnalazione e protezione, e riducendo notevolmente il materiale di risulta eccedente. Facoltativamente si potranno posare su un eventuale letto di sabbia al fine di garantire una maggior protezione agli urti e allo schiacciamento.

Le sezioni tipiche di posa dei cavi sono riportate in Figura 3.4 in accordo con l'elaborato grafico *YDUOL75_R2R-WSDM-TE6 - Sezioni tipo vie cavo*.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICOMAGNETICI	PAGINA 13 di 24	

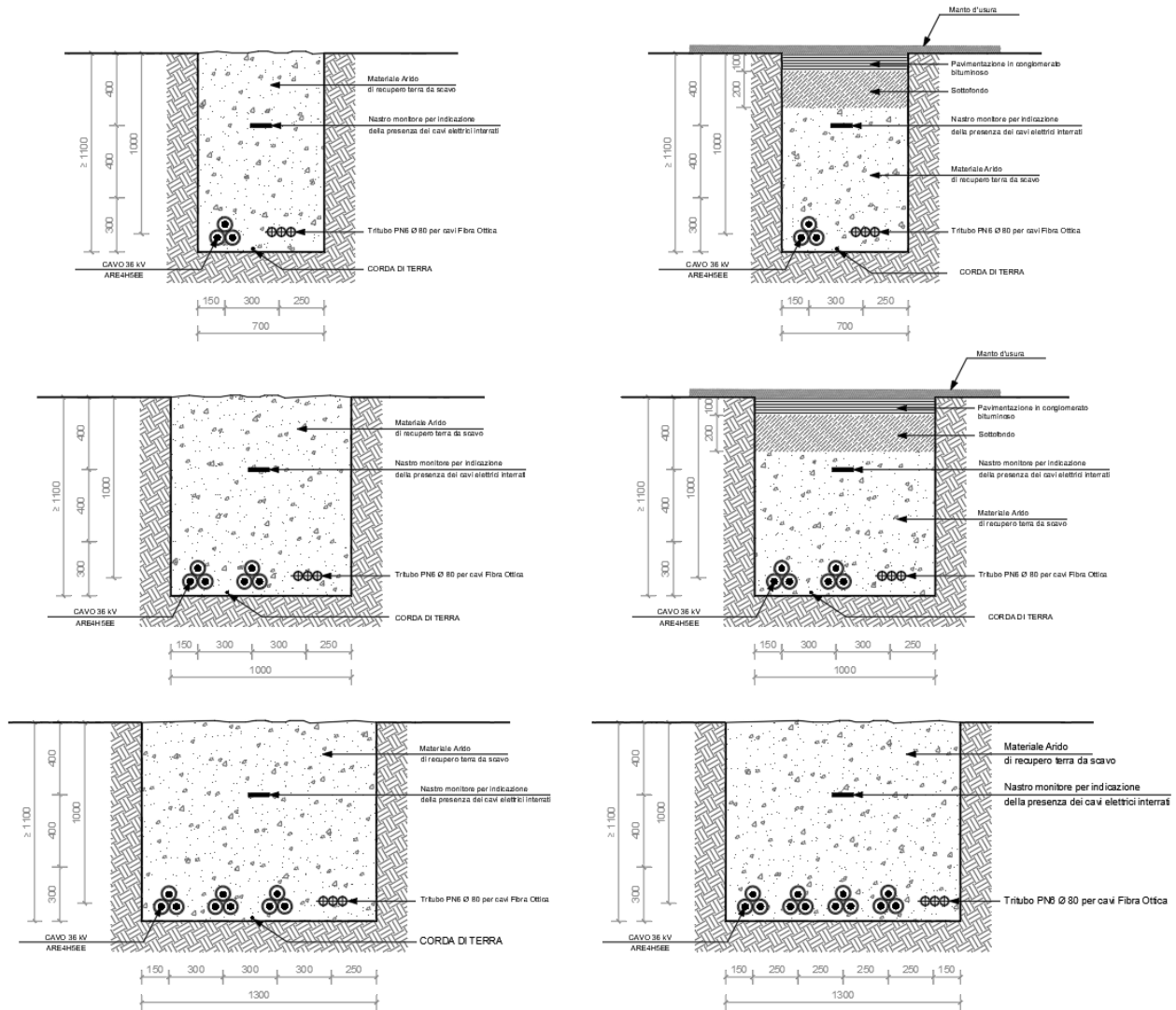




Figura 3.4 – Sezioni tipo cavidotti in progetto

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 14 di 24	

4 CALCOLO DPA AEROGENERATORI

I componenti principali dell'aerogeneratore in cui si ha emissione di campi elettromagnetici sono:

- il generatore elettrico;
- le linee di connessione dalla navicella fino al quadro a 36 kV a base torre.

Nella valutazione del campo magnetico si considera il cavidotto di collegamento al generatore elettrico nell'ipotesi che questo sia attraversato dalla corrente in condizioni di massima potenza, il cui valore si può ottenere dalla seguente relazione (3):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{6600}{\sqrt{3} \cdot 36 \cdot 0,94} = 112,6 \text{ A} \quad (3)$$

Considerando i conduttori sulla parete del sostegno dell'aerogeneratore, il campo generato si può calcolare mediante la relazione (4), ottenuta dalla norma CEI 106-11, che risulta valida per una terna di conduttori disposti in piano o in verticale (a bandiera) con distanza tra i conduttori adiacenti pari a S [m] e percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Pertanto l'induzione magnetica B [μT] calcolata in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale (con $R \gg S$) sarà data dalla seguente equazione (4):

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad (4)$$



Dalla relazione (4) si può ricavare la distanza R corrispondente ad un valore di B pari a $3 \mu\text{T}$ (soglia obiettivo di qualità D.P.C.M. 8 luglio 2003) come:

$$R = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad (5)$$

Per S pari a 0,1 m risulta:

$$R = 0,34 \cdot \sqrt{0,1 \cdot 146} = 1,1 \text{ m} \quad (6)$$

Di conseguenza verrà assunta una DPA di 1,5 m misurata a partire dalle pareti esterne della torre.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 15 di 24	

5 CALCOLO DPA CAVIDOTTI A 36 KV



Nella valutazione delle DPA per le opere strumentali all'impianto eolico in progetto si fa riferimento ai valori di DPA elaborati con riferimento alla norma CEI 106-11 e con il software Magnetic Induction Calculation (MAGIC) della società Be Shielding s.r.l, che raccoglie diversi moduli di calcolo dei campi magnetici associabili alle varie tipologie di sorgenti. La modellizzazione delle sorgenti fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed è bidimensionale per le linee elettriche e tridimensionale per le cabine elettriche.

I valori di DPA sono altresì determinati con riferimento alla Guida ENEL "Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" facendo riferimento alla portata in corrente in servizio normale o alla portata dell'elettrodotto in progetto fornendo la fascia di rispetto con un'approssimazione ≤ 1 m, arrotondando comunque valori trovati al mezzo metro superiore.

5.1 Valutazione DPA cavidotti di connessione impianto – cabina colletttrice

Ai fini dell'interconnessione degli aerogeneratori ed il successivo collegamento con la cabina colletttrice saranno utilizzati cavi unipolari (ARE4H5EE-36 kV) di varie sezioni e posati con interrimento diretto o entro tubi corrugati a doppia parete interrati con resistenza allo schiacciamento di 750N ad una profondità di 1,1 m, con una quota maggiore di 1 m all'estradosso.

Nella distribuzione interna all'impianto sono previste varie configurazioni con terne multiple di cavi. Nei casi in cui si verificano tali configurazioni, si indicano i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1 m dal suolo tramite il software MAGIC.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 16 di 24	

5.2 Risultati di calcolo

5.2.1 Cavidotto composto da una terna da 185 mm²

In Figura 5.1 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto interrato costituito da una terna di cavi con formazione 3x1x185 mm² (caso peggiore) disposti a trifoglio e attraversati dalla corrente nominale della sezione sopracitata pari a 164 A.

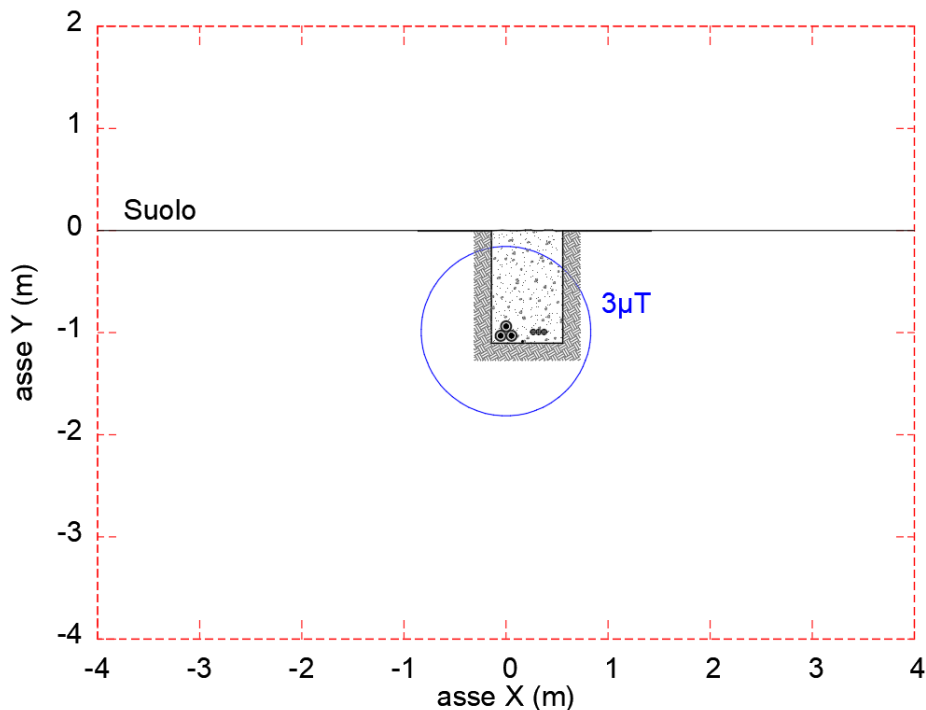




Figura 5.1 - Curva Equilivello 3μT – 1 terna di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con una terna di cavi a 36 kV di sezione pari a 185 mm² e attraversati da una corrente di 164 A, pari alla portata della sezione più alta presente per la tipologia di cavidotto in esame (cavidotto tipo A), la curva di equilivello a 3 μT rimane confinata al di sotto del suolo. Pertanto per tale tipologia di cavo non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno.

In seguito, si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 5.1 - Sezione Tipo "1C" - 1 terna di cavi interrati a 36 kV

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x185	164	1,00	0,05

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 www.iatprogetti.it		TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 17 di 24

5.2.2 Cavidotto composto da due terne da 400 mm²

In Figura 5.2 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto a 36 kV interrato costituito da due terne di cavi con formazione 3x1x400 mm² disposti a trifoglio e attraversati dalla corrente nominale della sezione sopracitata pari a 352 A.

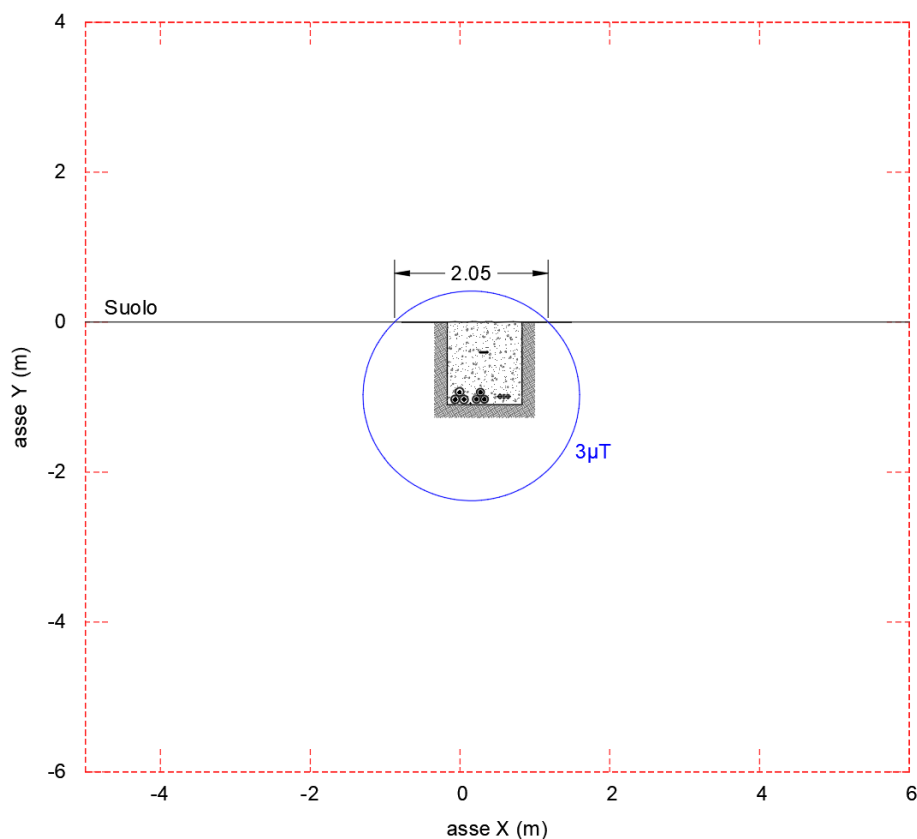




Figura 5.2 - Curva Equilivello 3μT – 2 terne di cavi a 36 kV

Per il caso in esame si può notare come i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m dal suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 2,0 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto (tale valore di distanza corrisponde alla fascia di rispetto). Pertanto, per le tratte in cui sono presenti due terne di conduttori si assumerà una fascia di rispetto pari a 3 m.

In seguito, si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 5.2 - Sezione Tipo "2C" - 2 terne di cavi interrati a 36 kV

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x400	352	1,00	0,05

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 18 di 24	

5.2.3 Cavidotto composto da tre terne 3x1x400 mm²

In Figura 5.2 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto a 36 kV interrato costituito da tre terne di cavi da 3x1x400 mm² disposti a trifoglio e attraversati dalla corrente nominale della sezione sopracitata pari a 352 A. L'ipotesi di considerare il cavidotto composto da terne della sezione più grande prevista all'interno della sezione tipo di scavo in esame (400 mm²) è puramente cautelativo.

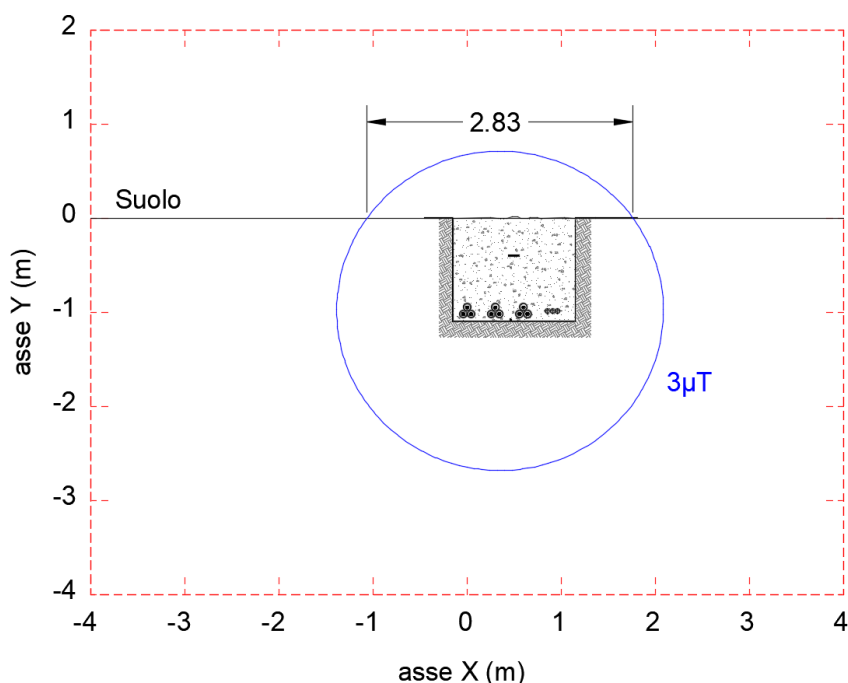



Figura 5.3 - Curva Equilivello 3μT – 3 terne di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con tre terne di cavi a 36 kV attraversati da una corrente di 352 A, i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m dal suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 2,8 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto. Tale valore di distanza corrisponde alla fascia di rispetto. Pertanto, per le tratte in cui sono presenti tre terne di conduttori si assumerà una fascia di rispetto pari a 3 m.

In seguito, si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 5.3 - Sezione Tipo "3C" - 3 terne di cavi interrati a 36 kV

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x400	352	1,00	0,05

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 19 di 24	

5.2.4 Cavidotto composto da quattro terne da 3x1x630 mm²

In Figura 5.4 Figura 5.2 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto a 36 kV interrato costituito da quattro terne di cavi con formazione 3x1x630 mm² disposti a trifoglio e attraversati dalla corrente nominale della sezione sopracitata pari a 457 A.

L'ipotesi di considerare il cavidotto composto da terne della sezione più grande prevista all'interno della sezione tipo di scavo in esame (630 mm²) è puramente cautelativo.

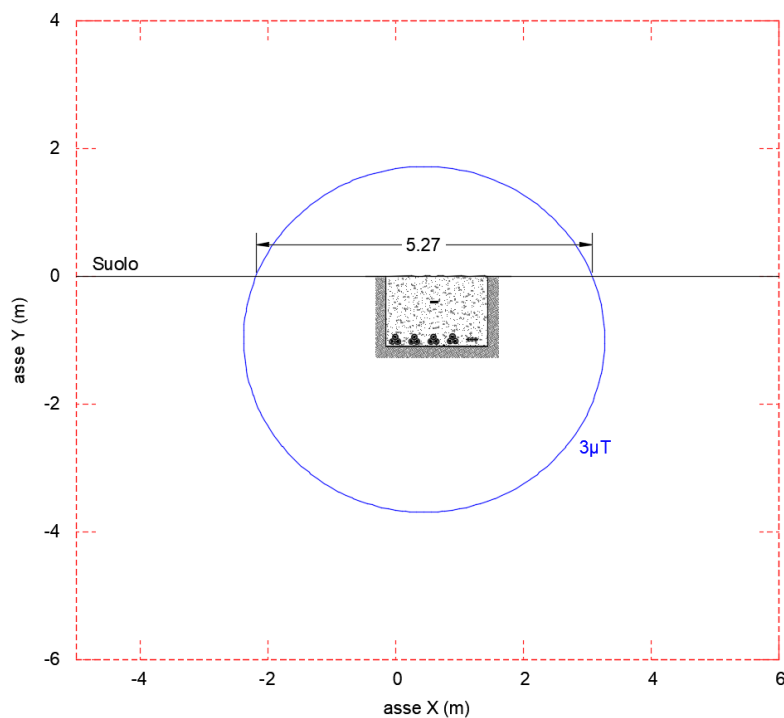




Figura 5.4 - Curva Equilivello 3μT – 4 terne di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con quattro terne di cavi a 36 kV attraversati da una corrente di 457 A, i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m dal suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 5,3 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto. Pertanto, per le tratte in cui sono presenti quattro terne di conduttori si assumerà una fascia di rispetto pari a 6 m.

Si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 5.4 - Sezione Tipo "4C" - 4 terne di cavi interrati a 36 kV

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x630	457	1,00	0,05

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 20 di 24	

6 CALCOLO DPA CABINA COLLETRICE D'IMPIANTO A 36 KV

Nel caso della cabina colletttrice delle linee di sottocampo, prevista in località *Lama di Nebbia* all'interno della area indicata come area cabina utente, tenuto conto che la corrente di riferimento delle linee a 36 kV è molto inferiore rispetto alla corrente considerata per il calcolo delle DPA, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m.

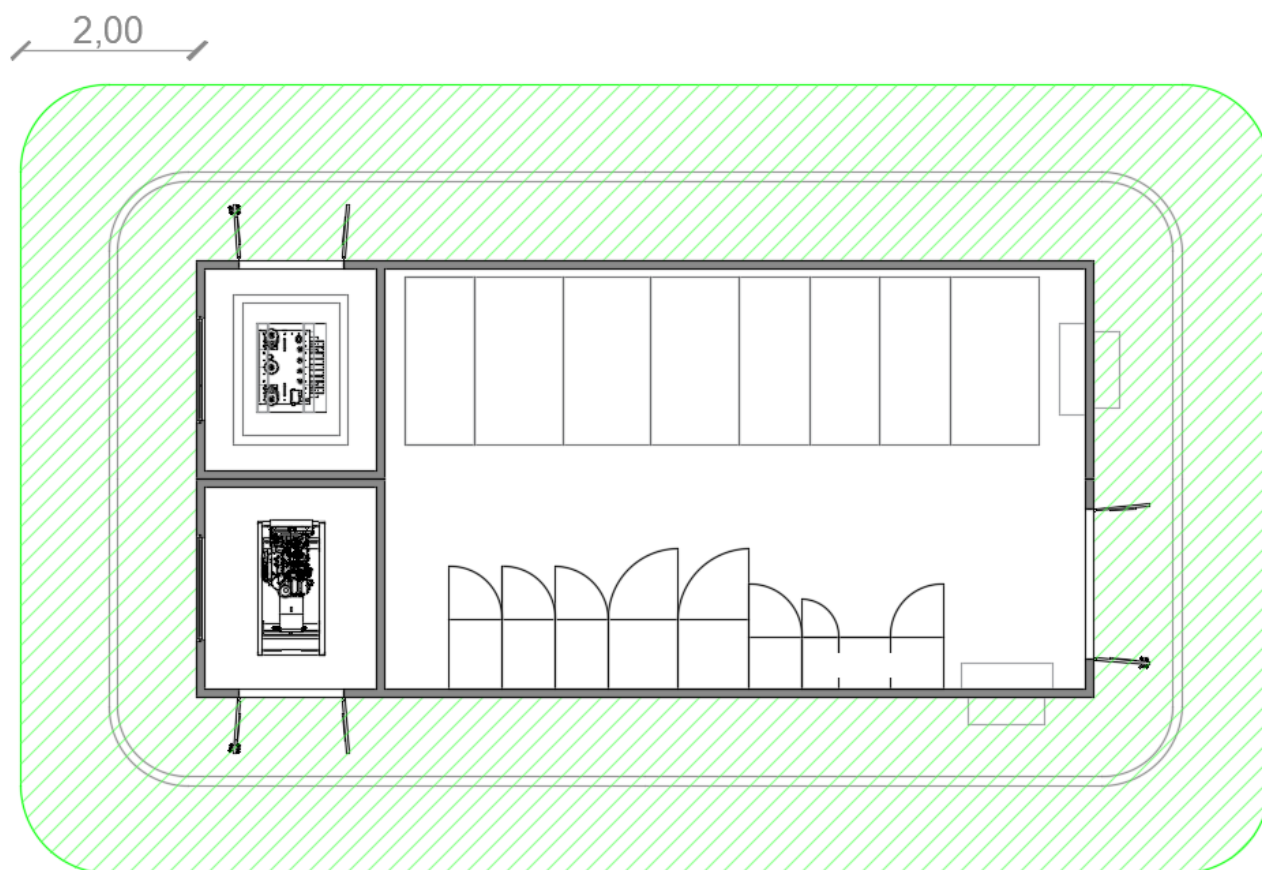




Figura 6.1- DPA (in m) per la cabina colletttrice d'impianto 36 kV

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 21 di 24	

7 PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO



L'impianto in progetto verrà telecontrollato a distanza e non richiede presenza costante di personale negli edifici durante il normale funzionamento. I locali tecnici dell'impianto saranno pertanto non presidiati.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

I controlli, le verifiche, ispezioni e manovra impianti delle apparecchiature elettromeccaniche saranno eseguite in conformità alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici riguarda la cabina colletttrice. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione avviene fuori servizio e con gli impianti in sicurezza, quindi in assenza di tensione e corrente e quindi anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, la presenza di persone nell'impianto non configura rischi specifici da esposizione ai CEM.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 22 di 24	

8 CONCLUSIONI

Il presente studio previsionale per la valutazione dei campi elettromagnetici ha valutato le fasce di rispetto per gli elementi dell'impianto di produzione eolico in progetto della potenza complessiva di 39,6 MW.

La presente relazione ha valutato le distanze di prima approssimazione per gli elementi dell'impianto eolico in progetto considerando le parti di impianto, assoggettabili al DM 29.05.08 costituite da:

- aerogeneratori;
- cavidotti interrati per la connessione dell'impianto con la nuova Stazione RTN 150/36 kV;
- cabina colletttrice.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto per i diversi componenti di impianto si è giunti alle seguenti conclusioni:



- per gli aerogeneratori viene assunta una DPA di 1,5 m misurata a partire dalle pareti esterne della torre;
- per le linee di distribuzione dell'energia elettrica la fascia di rispetto dagli elettrodotti varia a seconda del numero e della sezione (corrente nominale) delle terne dei cavi posate nello stesso scavo; in particolare per le tipologie di cavidotti e modalità di posa impiegate nel progetto si sono individuate le fasce di rispetto riportate in Tabella 8.1:

Tabella 8.1 - DPA e fascia di rispetto in funzione del numero di terne di cavi



N. terne/sezione posate nello stesso scavo	$B \leq 3\mu T$	DPA	Fascia di Rispetto
1 terna da 185 mm ²	-	-	-
2 terne da 400 mm ²	2,0	1,5	3,0
3 terne da 400 mm ²	2,8	1,5	3,0
3 terne da 630 mm ²	5,3	3,0	6,0

- per la cabina colletttrice, vista l'assenza di correnti elevate e in prospettiva di futuri ampliamenti, si è valutata cautelativamente una DPA di 2 m misura dalle pareti della cabina

All'interno delle succitate DPA, alcune ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere, e non sono presenti insediamenti abitativi o altri recettori sensibili.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 23 di 24	

In conclusione, per quanto sopra esposto e secondo i criteri di valutazione adottati, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RA10
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 24 di 24	

9 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

9.1 Norme legislative

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”. G. U. n. 55 del 7 marzo 2001.
- DPCM 8 luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti” - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003.
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).

9.2 Norme tecniche

- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche.
- 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.
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

9.3 Guide ENEL

- Enel. Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

9.4 Altri riferimenti bibliografici

- M. Bruni e altri. Modellistica previsionale applicata allo studio dei campi magnetici in prossimità di cabine di trasformazione elettrica (MT/BT). ARPA Emilia Romagna.
- G. Licitra, F. Francia, N. Colonna. Esposizione al campo magnetico generato da cabine elettriche MT/BT di U.O. Fisica Ambientale Dipartimento ARPAT di Livorno.
- Stefano Cheli, Federica Fratini, Mauro Salvadori. Enel. Aspetti tecnici e autorizzativi per l'installazione di cabine secondarie nel rispetto dei limiti normativi esposizione a campi elettromagnetici. Metodologia di valutazione semplificata della fascia di rispetto (DPA). Padova 19/06/09.