

REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI IRSINA

LOCALITÀ SAN MARCO FORGIONE

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI IRSINA COSTITUITO DA 8 AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 36,0 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

A – PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Nome file stampa:

EO.IRS01.PD.A.12.pdf

Codifica Regionale:

EO.IRS01.PD.A.12

Scala:

A4

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.IRS01.PD.A.12

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY GREEN S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16774521005



E-WAY GREEN S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16774521005
PEC: e-waygreensrl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY GREEN S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16774521005



CODICE

REV. n.

DATA REV.

REDAZIONE

VERIFICA

VALIDAZIONE

EO.IRS01.PD.A.12

00

04/2023

O. De Rosa

A. Bottone

A. Bottone

E-WAY GREEN S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-waygreensrl@legalmail.it tel. +39 0694414500



**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
SULL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	2 di 33

INDICE

1	PREMESSA	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA	7
4	METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	10
5	CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI	15
5.1	Aerogeneratori (interni al parco).....	15
5.2	Linea elettrica in cavo interrato MT a 36 kV (interno).....	16
5.2.1	Cavi MT a 36 kV (2 terne interno parco).....	17
5.2.2	Cavi MT a 36 kV (3 terne interno parco).....	20
5.3	Cabina di raccolta (di utenza).....	21
5.3.1	Quadri MT.....	23
5.3.2	Trasformatore MT/BT per servizi ausiliari.....	23
5.4	Linea elettrica in cavo interrato MT a 36 kV (esterno).....	24
6	CONCLUSIONI	28
7	ALLEGATO	28



**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
SULL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	3 di 33

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 Unifilare impianto EO con cavi in progetto</i>	8
<i>Figura 2 Impianto EO e tracciato fino alla SE</i>	9
<i>Figura 3 Calcolo delle fasce di rispetto nel caso di nuovo elettrodotto</i>	12
<i>Figura 4 DPA celle MT aerogeneratore</i>	15
<i>Figura 5 Rappresentazione cavo ARE4H5E</i>	16
<i>Figura 6 DPA - 2 terne MT (interno parco)</i>	18
<i>Figura 7 Esempio di buffer - 2 terne MT (interno parco)</i>	18
<i>Figura 8 Ortofoto con tratte a 2 terne (interno parco)</i>	19
<i>Figura 9 DPA - 3 terne MT (interno parco)</i>	20
<i>Figura 10 Esempio di buffer - 3 terne MT (interno parco)</i>	20
<i>Figura 11 Ortofoto con tratte a 3 terne (interno parco)</i>	21
<i>Figura 12 Pianta cabina di raccolta (CR) in progetto</i>	21
<i>Figura 13 DPA - cabina di raccolta di utenza</i>	22
<i>Figura 14 DPA - 4 terne MT (esterno parco)</i>	25
<i>Figura 15 Esempio di buffer - 4 terne MT (esterno parco)</i>	26
<i>Figura 16 Ortofoto con tratta a 4 terne (esterno parco)</i>	27
<i>Figura 17 QUADRO UNIONE - tavole con DPA</i>	28
<i>Figura 18 Tavola 1</i>	29
<i>Figura 19 Punto di interesse ALFA</i>	30
<i>Figura 20 Punto di interesse BETA</i>	30
<i>Figura 21 Tavola 2</i>	31
<i>Figura 22 Tavola 3</i>	32
<i>Figura 23 Punto di interesse GAMMA</i>	33



**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
SULL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	4 di 33

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 Limiti vigenti</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 2 Elenco tratte interne cavo interrato MT</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 3 Caratteristiche dimensionali cavi MT (interno parco).....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 4 Tratta esterna al parco in cavo interrato MT.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 5 Caratteristiche dimensionali cavi MT (esterno parco)</i>	<i>24</i>



**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
SULL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	5 di 33

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "San Marco Forgione", sito nel Comune di Irsina (MT).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 36,0 MW e costituito da:

- 8 aerogeneratori di potenza nominale 4,5 MW, diametro di rotore 163 m e altezza al mozzo 113 m (del tipo Vestas V163 o assimilabili);
- una cabina di raccolta e smistamento;
- linee elettriche a 36 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura;
- linee elettriche a 36 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione della cabina di raccolta e smistamento alla sezione a 36 kV del futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150/36 kV RTN situata nel Comune di Oppido Lucano (PZ).

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Green S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 16774521005.



**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
SULL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	6 di 33

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”;
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT (*Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i servizi Tecnici*);
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
- CEI 20-21 “Calcolo della portata di corrente” (IEC 60287);
- 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 I”;
- 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 II”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche. Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08. Enel Distribuzione S.p.A.

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	7 di 33

3 DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA

L'impianto eolico oggetto del presente studio sarà costituito da 8 aerogeneratori aventi potenza nominale pari a 4,5 MW ciascuno e sarà collegato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) mediante un collegamento in cavo MT a 36 kV.

In particolare, lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV denominata "Oppido";

previa realizzazione di:

- una nuova SE di Smistamento della RTN a 150 kV, denominata "Avigliano", da inserire in entra – esce alle linee RTN a 150 kV della RTN "Avigliano – Potenza" e "Avigliano – Avigliano C.S";
- due nuovi elettrodotti della RTN a 150 kV di collegamento tra la nuova SE suddetta e la SE RTN Vaglio;
- un nuovo elettrodotto a 150 kV tra la SSE Campomaggiore e la CP Tricarico, previsto dal Piano di Sviluppo Terna (Intervento 532-P).

Le opere elettriche di impianto, sulle quali rivolgere l'attenzione ai fini della presente valutazione sono:

- **Aerogeneratori** (interni al parco), contenenti sia il trasformatore BT/MT che le apparecchiature elettromeccaniche MT (quadri MT);
- **Linea elettrica in cavo interrato (interno)** MT a 36 kV, congiungente il parco fotovoltaico (entra-esce tra i vari aerogeneratori) con la cabina di raccolta (di utenza);
- **Cabina** di raccolta di utenza;
- **Linea elettrica in cavo interrato (esterno)** MT a 36 kV, congiungente la cabina di raccolta con la sezione a 36 kV della SE RTN "OPPIDO".

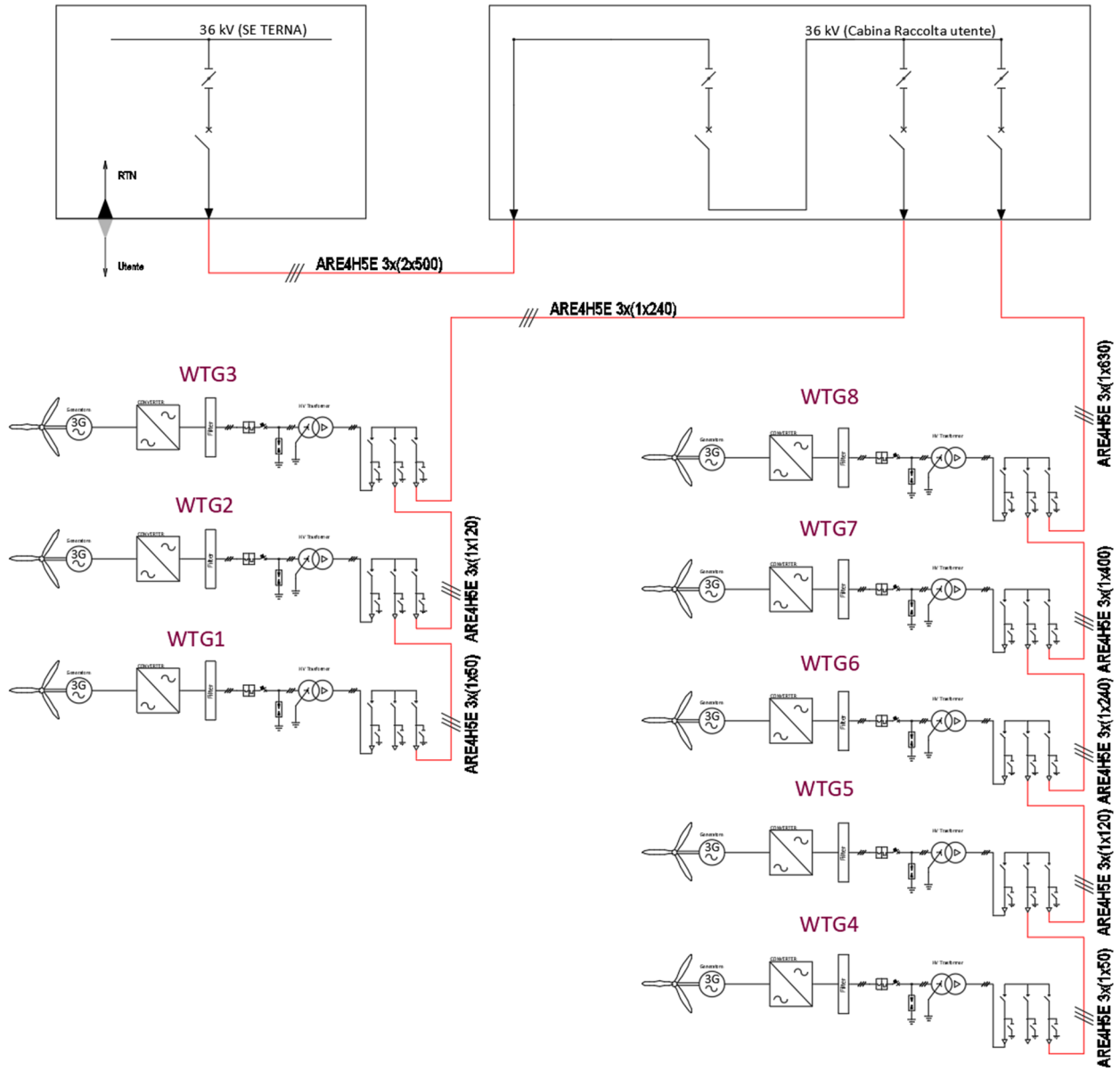


Figura 1 Unifilare impianto EO con cavi in progetto

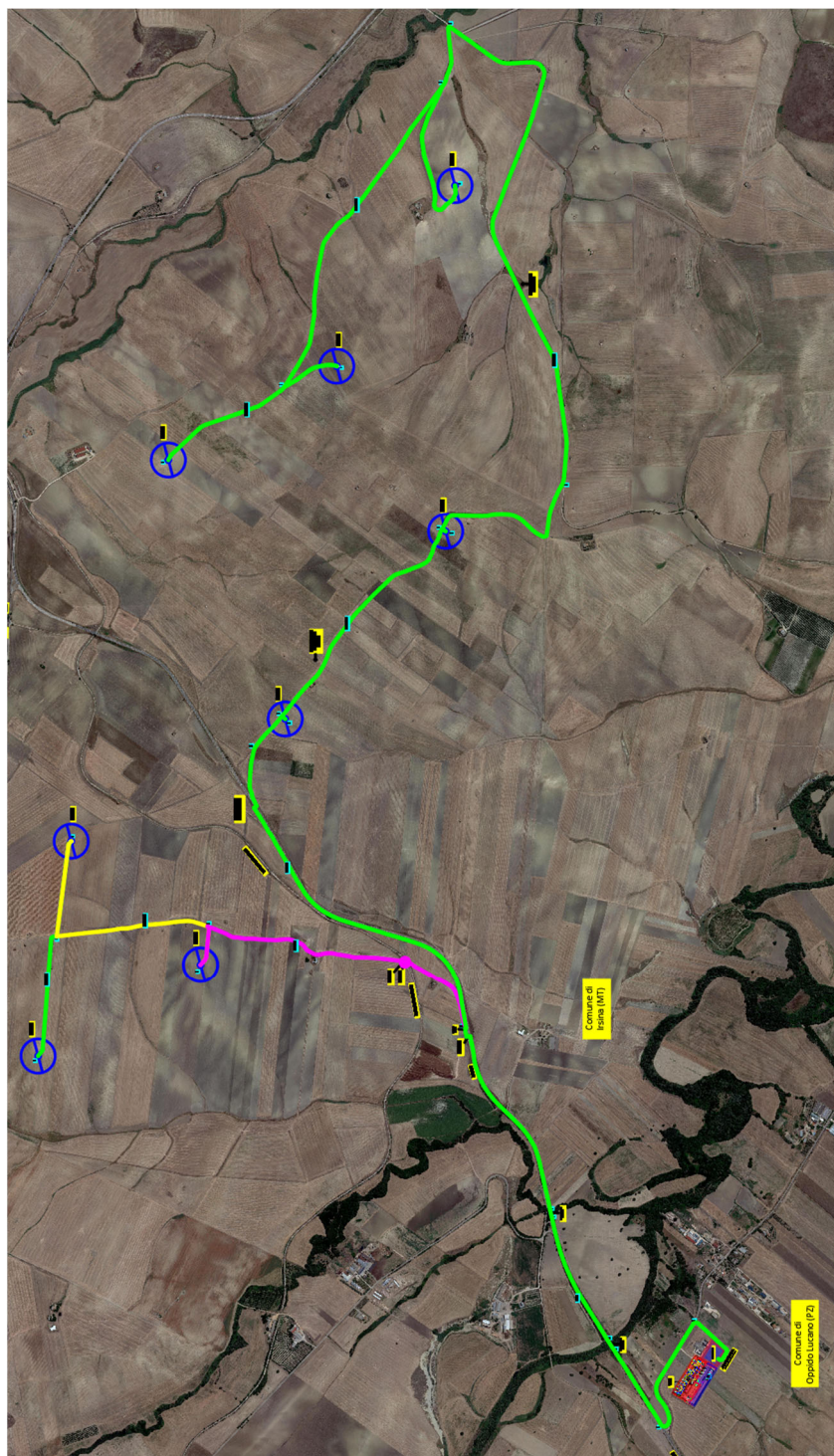


Figura 2 Impianto EO e tracciato fino alla SE

4 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La tutela di cui al D.P.C.M. 8 luglio 2003 si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti (art.5), sia sulla regolamentazione delle nuove installazioni e/o nuovi insediamenti presso elettrodotti preesistenti (art.6).

Il secondo caso, oggetto della presente relazione, si attua mediante gli strumenti di pianificazione territoriale ed in particolare mediante la previsione di fasce di rispetto, comunicate alle autorità competenti dal proprietario/gestore dell'elettrodotto.

Definizioni

- **Distanza di Prima Approssimazione (DPA):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- **Elettrodotto:** è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- **Fascia di rispetto:** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- **Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.
- **Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1):** nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- **Linea:** collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.
- **Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h):** aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.
- **Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4):** nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	11 di 33

l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- **Portata in corrente in servizio normale:** è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6. La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":
- per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
- per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).
- **Tratta:** porzione di tronco (campate contigue) avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, ecc.) e relative alla proprietà.
- **Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2):** a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- **Distanza di prima approssimazione di parete (DPAP):** è la distanza da ogni singola parete, soffitto e pavimento del locale ospitante le apparecchiature elettriche atte alla trasformazione da media a bassa tensione e il sezionamento a media tensione dell'energia elettrica, che garantisce l'osservanza della fascia di rispetto. Nel calcolo della DPA di parete si devono considerare i contributi dovuti alle apparecchiature installate presso la parete in esame.

Il calcolo dell'induzione magnetica deve essere eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti.

Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 parte I;
- tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi (estensione della norma CEI 211-4).

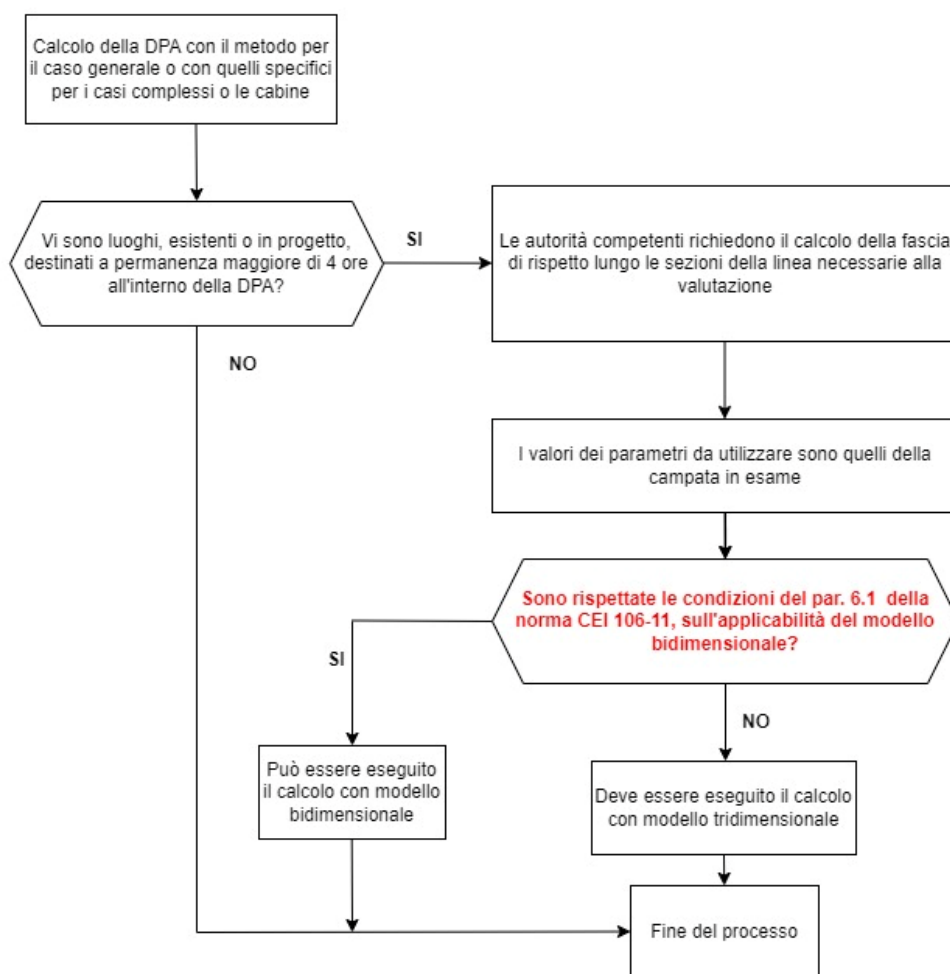


Figura 3 Calcolo delle fasce di rispetto nel caso di nuovo elettrodotto

Modello di calcolo normalizzato (§ 6.1 della norma CEI 106-11 parte I):

Il modello normalizzato utilizzato per la seguente valutazione per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto dalla Norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot-Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, considerate simmetriche ed equilibrate.

CODICE	EO.IRS01.PD.A.12
REVISIONE n.	01
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	13 di 33

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei sub-conduttori dei fasci;
- per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato sopra descritto, che richiede l'uso di codici di calcolo, seppur relativamente semplici, si può ricorrere a formule analitiche approssimate, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori della linea elettrica o reciprocamente la distanza da tale centro geometrico a cui si verifica un prefissato valore di induzione magnetica: esse sono pertanto molto utili per valutazioni approssimate e immediate delle fasce di rispetto delle **linee aeree e in cavo interrato**.

Tali formule derivano dalla considerazione che l'induzione magnetica generata da un sistema di conduttori di lunghezza infinita e tra di loro paralleli può essere espresso dalla scomposizione in serie della legge di Biot-Savart e che, per punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a 3 µT, lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con un'approssimazione tanto più accettabile tanto più è elevata la distanza dai conduttori. Con questa approssimazione le curve isolivello dell'induzione magnetica sono le circonferenze aventi per centro il **centro geometrico dei conduttori**.

Per quanto riguarda le cabine elettriche, si adotta una metodologia semplificata (**§ 2 della norma CEI 106-11 parte II**) che tiene conto della disposizione dei componenti all'interno di una cabina, quindi si rende necessario ampliare il concetto della distanza di prima approssimazione (DPA), unica per tutte le pareti, ad un concetto di distanza di prima approssimazione di parete (DPAP).

I componenti presenti in cabina possono essere modellizzati mediante sorgenti di campo magnetico proporzionali all'intensità della corrente e inversamente proporzionali alla distanza dalla sorgente o dal quadrato o dal cubo della stessa.

$$B = \alpha * \frac{I}{r^\beta}$$

La sorgente può avere inoltre simmetria di tipo cilindrico o sferico.

Dalla formula dell'andamento dell'induzione è possibile determinare la fascia di rispetto associata al valore dell'obiettivo di qualità $3\mu T$:

$$r_{3\mu T} = \sqrt{\frac{\alpha}{3}} * \sqrt{\beta I}$$

I coefficienti α e β sono determinati in funzione dei parametri geometrici delle diverse sorgenti (trasformatore, collegamenti elettrici, quadri).

Di seguito un prospetto dei limiti attualmente vigenti (f=50 Hz):

Normativa	Limiti previsti	Intensità del campo di Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo Elettrico E (kV/m)
L. 36/01 DPCM 8/7/03	Limite d'esposizione	100	5
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. Cons. Europeo 12/07/1999	Livelli di riferimento	100	5
ICNIRP (2010)	Livelli di riferimento	200	5

Tabella 1 Limiti vigenti

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. Dal momento che i valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano, l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico, e in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

Per il caso di elettrodotti interrati, **il campo elettrico è ridotto dai rivestimenti dei cavi e soprattutto dall'interramento, tanto che già a brevissima distanza dal cavo il campo è sostanzialmente trascurabile. Si pensi infatti che date le caratteristiche dielettriche del terreno, il piano di terra costituisce un riferimento elettrico equipotenziale, a potenziale nullo. Per tale motivo, il campo elettrico non è generalmente di interesse per la valutazione di effetti biologici legati alla presenza di elettrodotti in bassa frequenza (50Hz), e le normative che fissano i limiti di esposizione a bassa frequenza sono incentrate sul campo magnetico.**

5 CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI

5.1 Aerogeneratori (interni al parco)

L'impatto EM dell'aerogeneratore è essenzialmente prodotto dal trasformatore MT/BT ($P_{nom} = 5300$ kVA), presente all'interno della navicella ($h=113$ m), e dalle apparecchiature elettromeccaniche MT, post alla base della torre.

Per i motivi suddetti, si omette di considerare la DPA del trasformatore, e si riportano quelli generati dalle celle MT.

Per il calcolo, in via cautelativa, si fa riferimento alle celle MT dell'ultimo aerogeneratore della serie della zona B (n° 5 aerogeneratori in serie), interessate da una corrente complessiva pari a:

$$I [A] = \frac{4500 * 5}{36 * \sqrt{3} * 0.94} = 384,90$$

CEI 106-11 p.2

par.3.7

QUADRO MEDIA TENSIONE (3 celle) isolato in aria

portata in corrente regime permanente (A)

$I = 385,00$

Bx (m) $r_{3\mu T} = 2,20$

By (m) $r_{3\mu T} = 2,54$

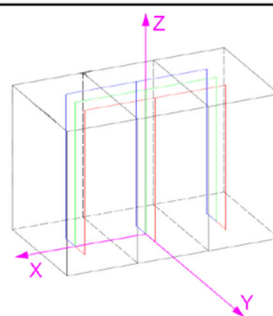
Bz (m) $r_{3\mu T} = 4,68$

max [m] = 4,68

Lungo X $r_{3\mu T} = 0,3024\sqrt[3]{I}$

Lungo Y $r_{3\mu T} = 0,3485\sqrt[3]{I}$

Lungo Z $r_{3\mu T} = 0,6437\sqrt[3]{I}$



Modello del quadro di media tensione a 3 celle isolato in aria

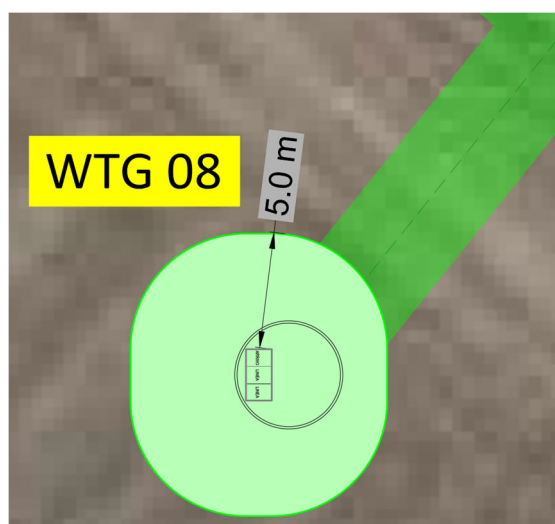


Figura 4 DPA celle MT aerogeneratore

5.2 Linea elettrica in cavo interrato MT a 36 kV (interno)

Si prevede l'utilizzo di cavi del tipo **ARE4H5E** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttori interni ed esterni in miscela estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.

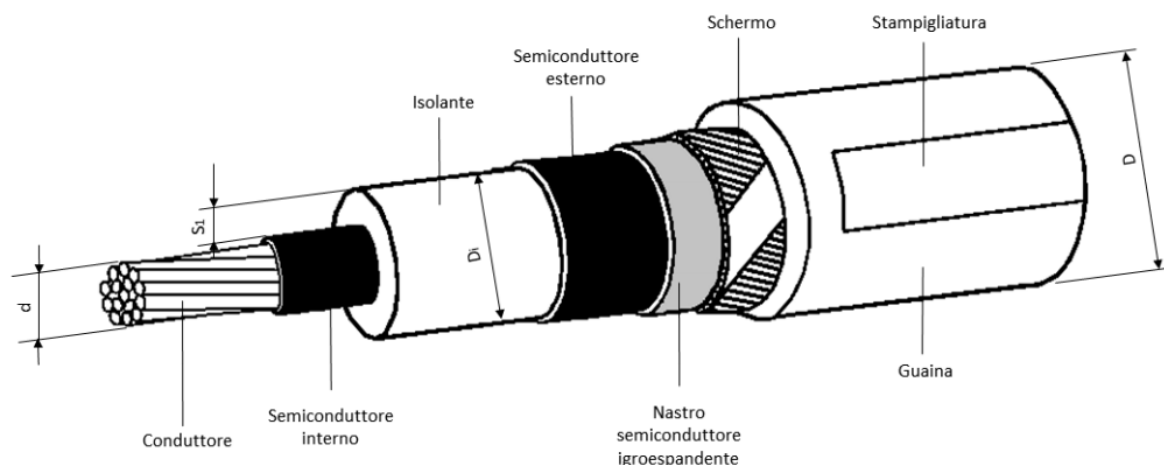


Figura 5 Rappresentazione cavo ARE4H5E

Le sezioni di cavo previste per le diverse tratte interne al parco (fino alla CR) sono riportate nella seguente tabella:

Impianto "eolico IRSINA" pot.nom. 36 MW								
Denominazione tratta	Wgt1-Wtg2	Wgt2-Wtg3	Wgt3-CR	Wgt4-Wtg5	Wgt5-Wtg6	Wgt6-Wtg7	Wgt7-Wtg8	Wgt8-CR
Potenza attiva [kW]	4500,00	9000,00	13500,00	4500,00	9000,00	13500,00	18000,00	22500,00
Lunghezza Linea [km]	1,17	1,54	1,82	1,06	3,01	5,00	1,40	2,30
N.ro di cavi x fase	1	1	1	1	1	1	1	1
N.ro di terne sullo stesso strato	2	2	2	2	2	2	2	2
Tipo cavo	ARE4H5E 18/30							
Tipo di posa prevalente	Cavi direttamente interrati (CEI 11-17 - tipo M)							
Disposizione delle terne	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio
Profondità di posa [m]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Tipo di linea	Trifase							
Tensione di linea [kV]	36							
Corrente di impiego [A]	76,98	153,96	230,94	76,98	153,96	230,94	307,92	384,9
Sezione Cavo [mm ²]	50	120	240	50	120	240	400	630

Tabella 2 Elenco tratte interne cavo interrato MT

ARE4H5E-18/30 kV

Sezione [mm ²]	Diametro Conduttore Θ [mm]	Diametro sull'isolante Θ_i [mm]	Diametro esterno nominale Θ_{ext} [mm]	Raggio min. di curvatura [mm]	Portata termica interrato a trifoglio [A]
50	8,2	25,5	34	450	152
120	12,9	27,4	36	470	252
240	18,2	31,5	41	550	367
400	23,8	37,9	48	650	470
630	30,5	45,6	56	760	710

Tabella 3 Caratteristiche dimensionali cavi MT (interno parco)

Premesso che:

Le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree) sono escluse dall'applicazione della metodologia del DM 29 maggio 2008; **in questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta.**

In ogni caso, a garanzia di sicurezza, si riportano di seguito i risultati ottenuti considerando le tratte con il cavo di sezione maggiore (1 x 630 mm²) e la rispettiva corrente al limite termico (710 A).

Inoltre, si è ipotizzato che per gran parte delle tratte interne al parco e fino alla cabina di raccolta, sia già presente o in progetto, parallelamente in scavo adiacente, altra terna di cavi MT **di altro produttore.**

Per la restante parte delle tratte si ipotizzerà un percorso con due terne di cavi distanziate di 25 cm.

5.2.1 Cavi MT a 36 kV (2 terne interno parco)

CEI 106-11 par.6.2.3 punto b)

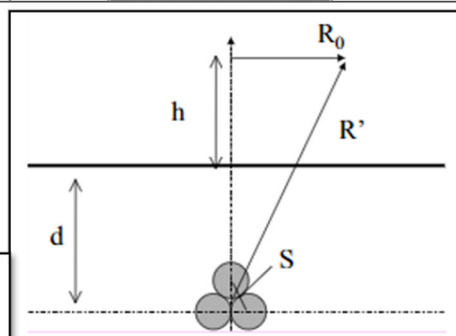
obiettivo di qualità
distanza tra cond. (m)
profondità di posa (m)

CEI 11-17 portata in corrente regime permanente [A]

Linee in cavo interrato a semplice terna (unipolari posati a trifoglio)

$$\begin{aligned}
 B \text{ (}\mu\text{T)} &= 3,00 \\
 S &= 0,100 \\
 d &= 1,20 \\
 I &= 710,00 \\
 k &= 0,29 \\
 R' \text{ [m]} &= 2,41 \\
 R_0 \text{ [m]} &= 2,09
 \end{aligned}$$

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [}\mu\text{T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$



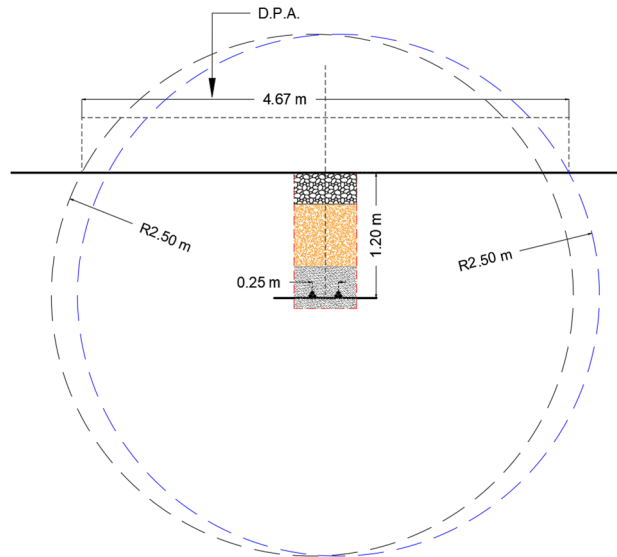


Figura 6 DPA - 2 terne MT (interno parco)



Figura 7 Esempio di buffer - 2 terne MT (interno parco)



Figura 8 Ortofoto con tratte a 2 terne (interno parco)

5.2.2 Cavi MT a 36 kV (3 terne interno parco)

CEI 106-11 par. 6.2.3 punto b)

obiettivo di qualità
distanza tra cond. (m)
profondità di posa (m)

CEI 11-17 portata in corrente regime permanente [A]

B (μT) = 3,00
S = 0,100
d = 1,20
I = 710,00
k = 0,29

R' [m] = 2,41
R0 [m] = 2,09

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T] \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} [m]$$

Linee in cavo interrato a sempliceterna (unipolari posati a trifoglio)

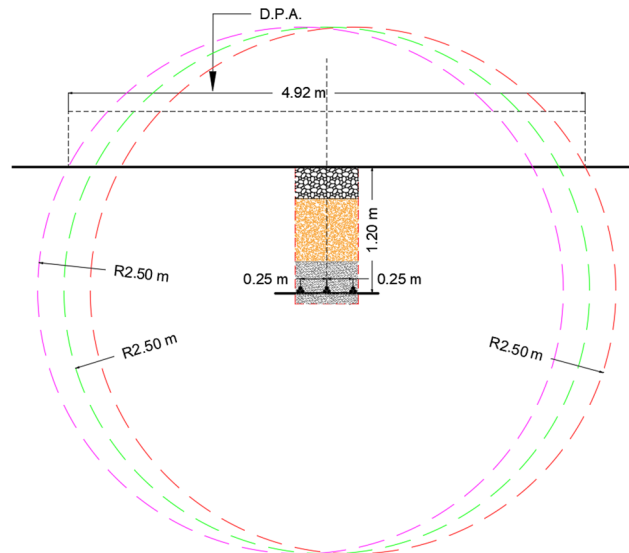
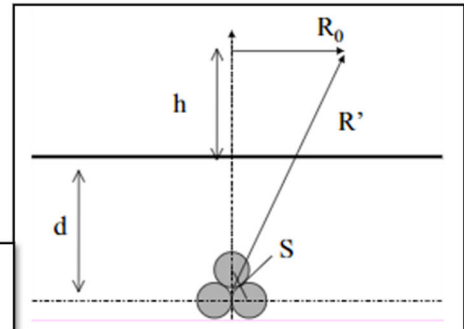


Figura 9 DPA - 3 terne MT (interno parco)

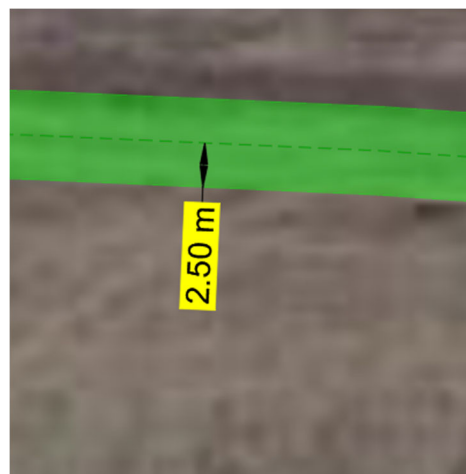


Figura 10 Esempio di buffer - 3 terne MT (interno parco)



Figura 11 Ortofoto con tratte a 3 terne (interno parco)

5.3 Cabina di raccolta (di utenza)

Considerando la distribuzione degli aerogeneratori e la potenza complessiva in gioco, si è deciso di dividere il parco eolico in due zone elettricamente indipendenti, ognuna con un proprio arrivo nella cabina di raccolta e misura.

Il sistema sarà costituito da tutte le apparecchiature necessarie per l'interconnessione e il controllo dei diversi aerogeneratori.

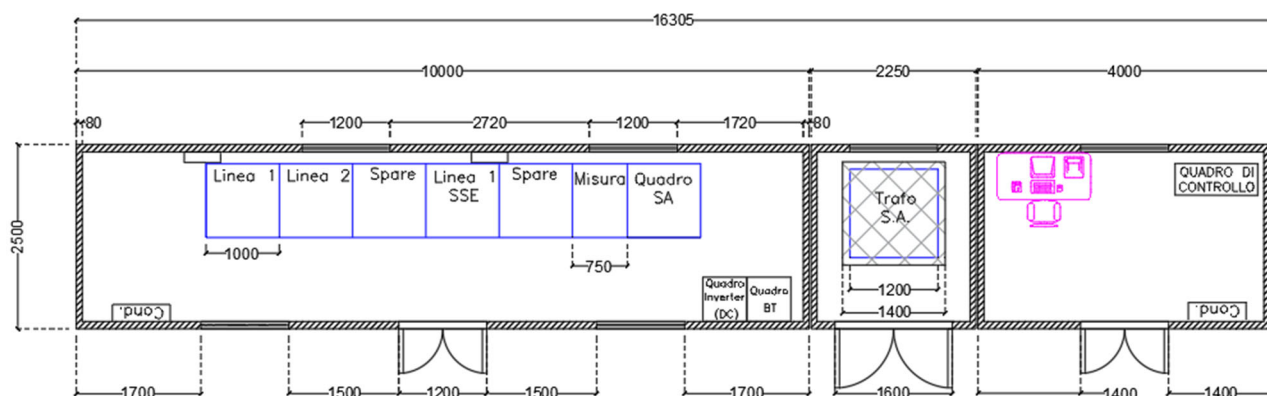


Figura 12 Pianta cabina di raccolta (CR) in progetto

All'interno della cabina, ai fini dell'emissione elettromagnetica, si configurano due punti di emissione:

- Quadri MT;
- Trasformatore MT/BT per servizi ausiliari.

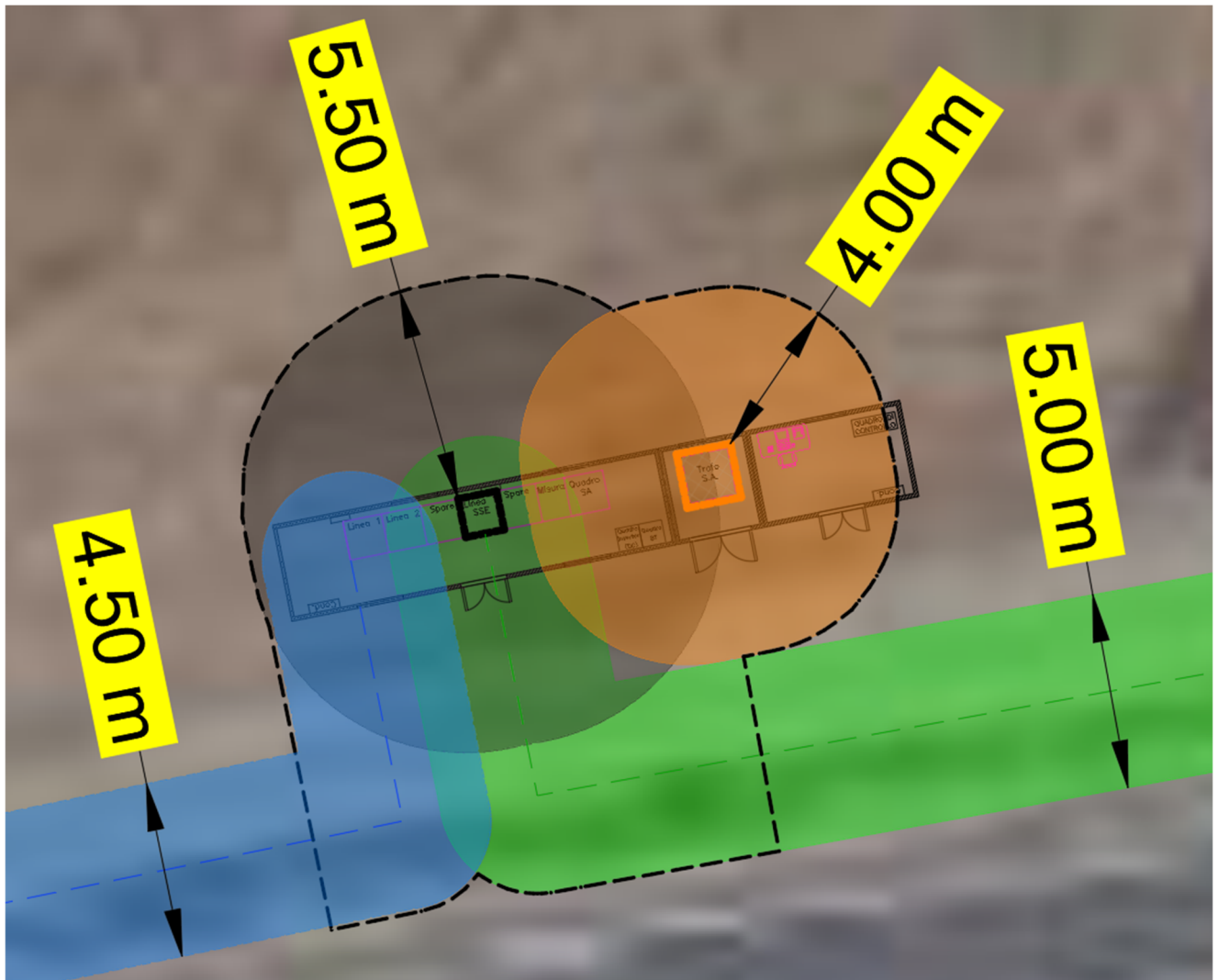


Figura 13 DPA - cabina di raccolta di utenza

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le caratteristiche elettriche delle sorgenti ed il calcolo delle DPA:

5.3.1 Quadri MT

Per il calcolo si fa riferimento alle celle MT interessate da una corrente complessiva pari a:

$$I [A] = \frac{4500 * 8}{36 * \sqrt{3} * 0.94} = 615,84$$

CEI 106-11 p.2

par.3.1

QUADRO MEDIA TENSIONE (3 celle) isolato in aria

portata in corrente regime permanente (A)

I = 615,00

Bx (m) $r_{3\mu T} = 2,57$

By (m) $r_{3\mu T} = 2,96$

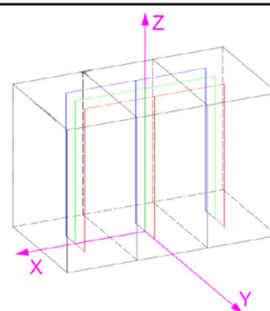
Bz (m) $r_{3\mu T} = 5,47$

max [m] = 5,47

Lungo X $r_{3\mu T} = 0,3024\sqrt[3]{I}$

Lungo Y $r_{3\mu T} = 0,3485\sqrt[3]{I}$

Lungo Z $r_{3\mu T} = 0,6437\sqrt[3]{I}$



Modello del quadro di media tensione a 3 celle isolato in aria

5.3.2 Trasformatore MT/BT per servizi ausiliari

Si utilizzerà un trasformatore in resina, di potenza nominale 400 kVA, con tensione primaria = 36 kV e tensione secondaria = 400 V;

CEI 106-11 p.2

par.3.3

TRASFORMATORE IN RESINA

Vpri (kV) = 36,00

Vsec (kV) = 0,40

potenza nominale (kVA)

Pnom = 400,00

Isec (A)

I = 577,35

Bx (m) $r_{3\mu T} = 2,76$

By (m) $r_{3\mu T} = 2,53$

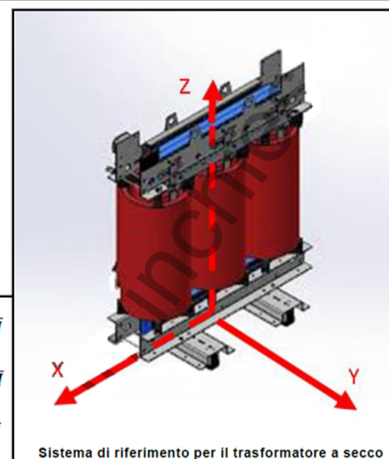
Bz (m) $r_{3\mu T} = 3,66$

max = 3,66

Lungo X $r_{3\mu T} = \sqrt{\frac{\beta_x}{3} \alpha_x \beta_x} \sqrt[3]{I}$

Lungo Y $r_{3\mu T} = \sqrt{\frac{\beta_y}{3} \alpha_y \beta_y} \sqrt[3]{I}$

Lungo Z $r_{3\mu T} = \sqrt{\frac{\beta_z}{3} \alpha_z \beta_z} \sqrt[3]{I}$



Sistema di riferimento per il trasformatore a secco

5.4 Linea elettrica in cavo interrato MT a 36 kV (esterno)

Si prevede l'utilizzo di cavi del tipo **ARE4H5E** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttori interni ed esterni in miscela estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.

La sezione di cavo prevista per la tratta esterna al parco (**dalla CR alla SE**) è riportata nella seguente tabella:

Impianto "eolico IRSINA" pot.nom. 36 MW	
Denominazione tratta	CR-SE
Potenza attiva [kW]	36000,00
Lunghezza Linea [km]	3,30
N.ro di cavi x fase	2
N.ro di terne sullo stesso strato	2
Tipo cavo	ARE4H5E 18/30
Tipo di posa prevalente	Cavi direttamente interrati (CEI 11-17 - tipo M)
Disposizione delle terne	a trifoglio
Profondità di posa [m]	1,25
Tipo di linea	Trifase
Tensione di linea [kV]	36
Corrente di impiego [A]	615,84
Sezione Cavo [mm ²]	500

Tabella 4 Tratta esterna al parco in cavo interrato MT

ARE4H5E-18/30 kV					
Sezione [mm ²]	Diametro Conduttore Θ [mm]	Diametro sull'isolante Θ_i [mm]	Diametro esterno nominale Θ_{ext} [mm]	Raggio min. di curvatura [mm]	Portata termica interrato a trifoglio [A]
500	26,7	41	51	2550	550

Tabella 5 Caratteristiche dimensionali cavi MT (esterno parco)

Premesso che:

Le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree) sono escluse dall'applicazione della metodologia del DM 29 maggio 2008; **in questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta.**

In ogni caso, si è ipotizzato che dalla cabina di raccolta alla sezione a 36 kV della SE "OPPIDO", siano già presenti o in progetto, parallelamente in scavo adiacente, altre due terne di cavi MT di altro produttore.

CEI 106-11 par.6.2.3 punto b)

obiettivo di qualità
distanza tra cond. (m)
profondità di posa (m)

CEI 11-17 portata in corrente regime permanente [A]

B (μT) = 3,00
S = 0,100
d = 1,20
I = 550,00
k = 0,29

R' [m] = 2,12
h=0 **R0 [m] = 1,75**

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T] \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} [m]$$

Linee in cavo interrato a semplice terna (unipolari posati a trifoglio)

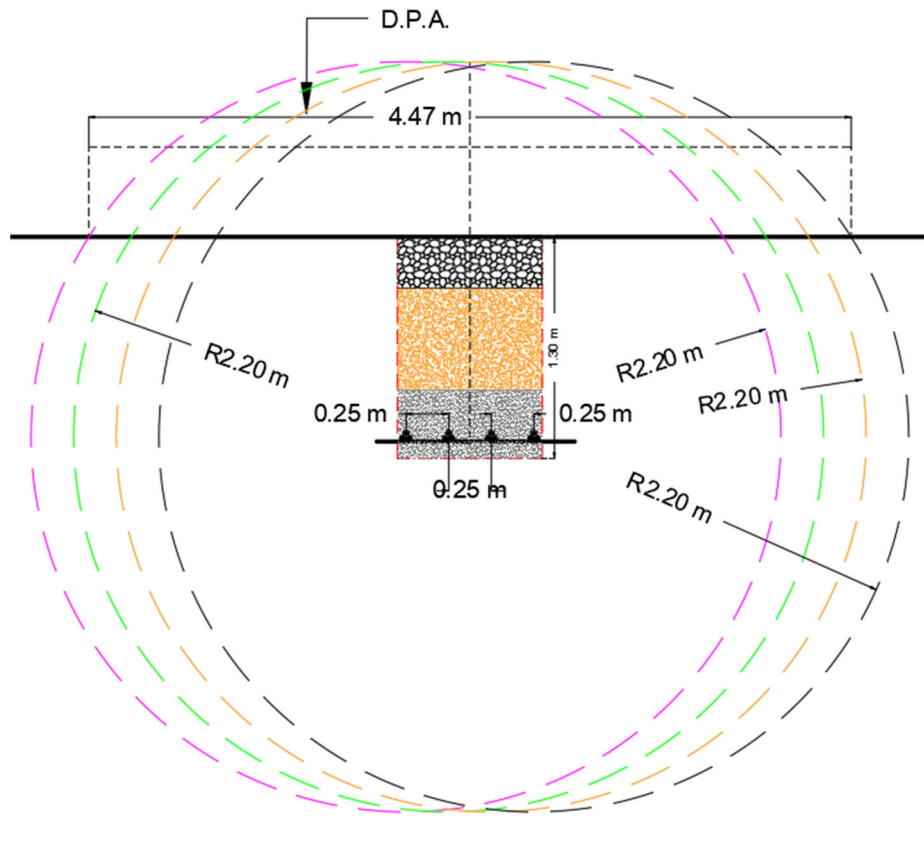
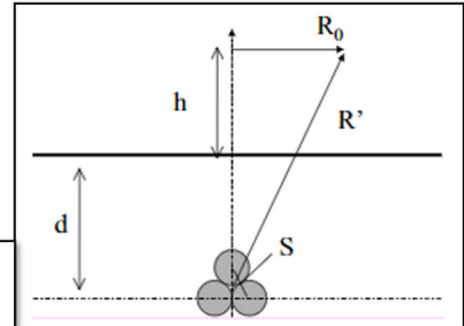


Figura 14 DPA - 4 terne MT (esterno parco)



Figura 15 Esempio di buffer - 4 terne MT (esterno parco)



Figura 16 Ortofoto con tratta a 4 terne (esterno parco)

6 CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che tutte le aree caratterizzate da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di quantità (**3 μ T**) sono:

- Interne all'impianto eolico o ricadono in aree utilizzate dall'impianto medesimo. All'interno di tali "aree remote" non si riscontra la presenza di "luoghi tutelati", ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.
- All'interno della sede viaria (tratte MT in cavo interrato);

Ergo, la realizzazione delle opere elettriche previste dal presente progetto sono conformi a quanto stabilito dalla normativa vigente e non costituiscono incremento dei fattori di rischio per la salute pubblica.

7 ALLEGATO

In allegato sono riportate le tavole grafiche dell'intero progetto su ortofoto, con evidenziate le DPA calcolate. All'interno delle tavole sono stati evidenziati dei **punti di interesse**, caratterizzati dalla presenza di fabbricati/ruderi, in ogni caso esterni al corridoio individuato dalle DPA.

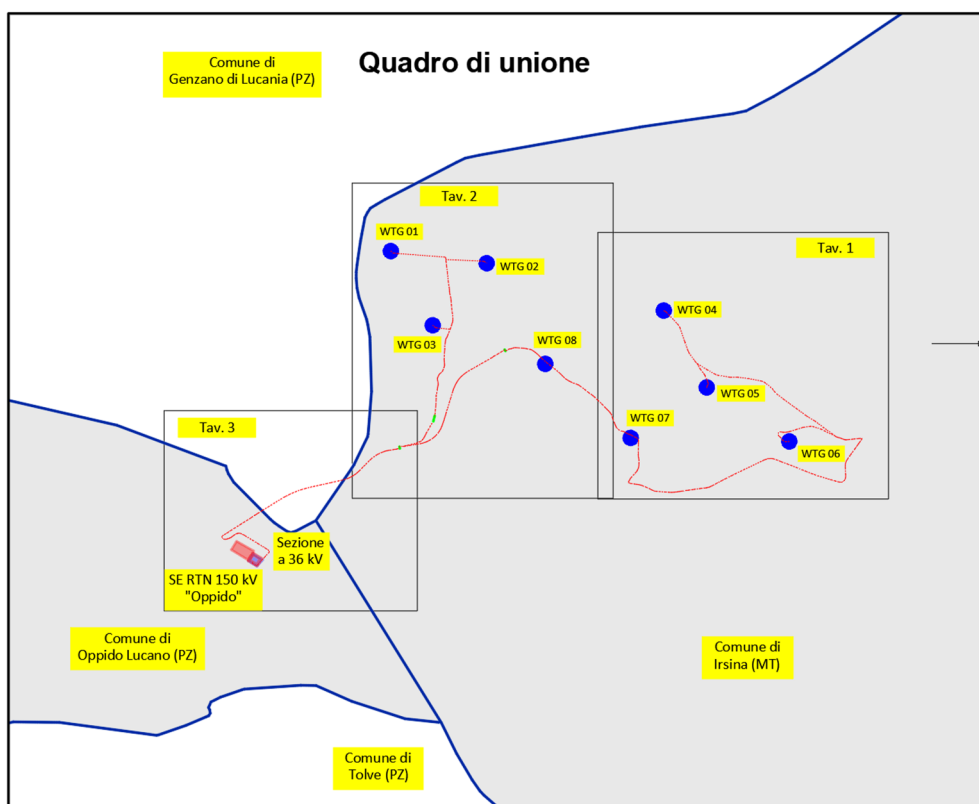


Figura 17 QUADRO UNIONE - tavole con DPA

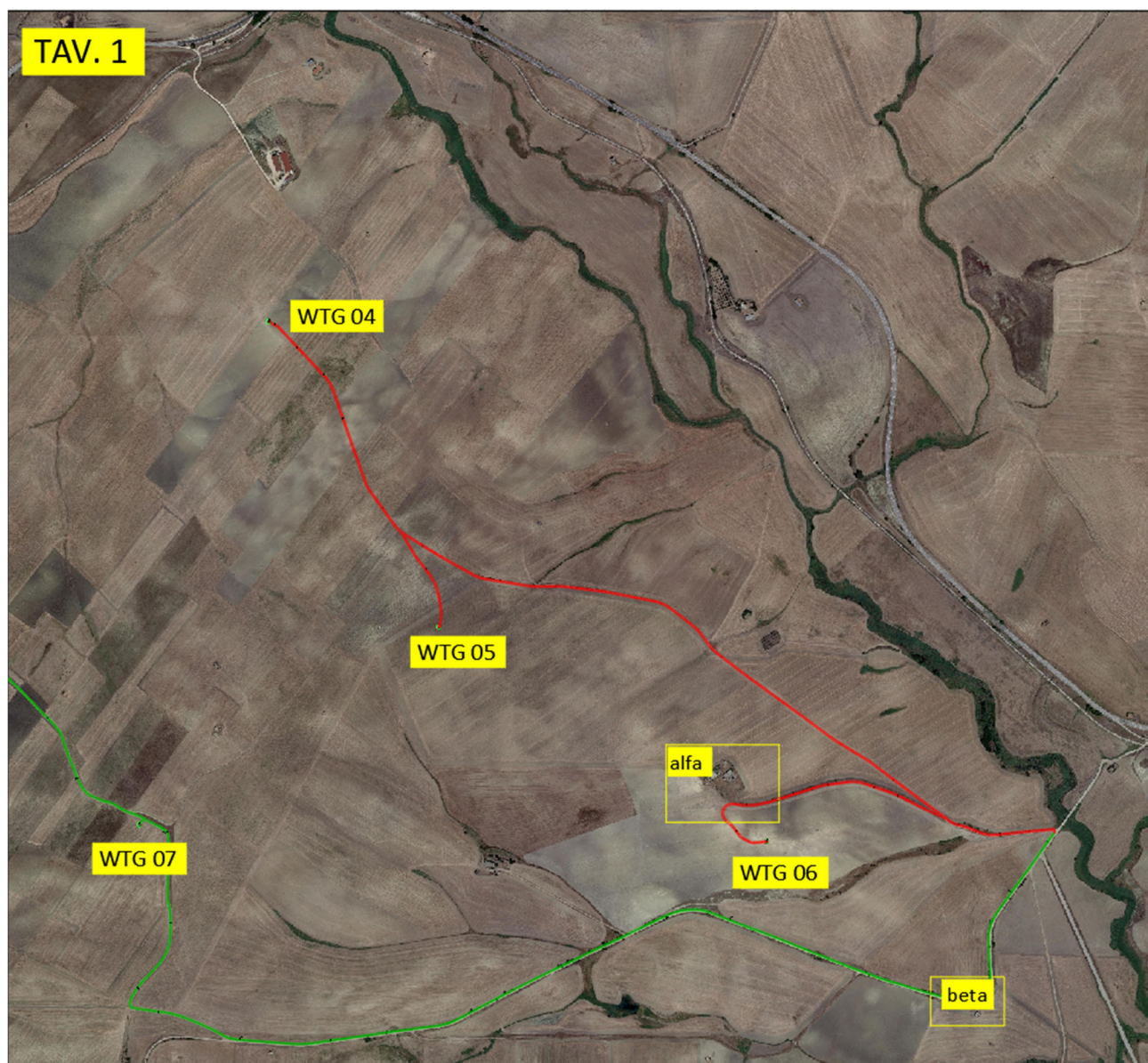


Figura 18 Tavola 1



Figura 19 Punto di interesse ALFA



Figura 20 Punto di interesse BETA



Figura 21 Tavola 2



Figura 22 Tavola 3



Figura 23 Punto di interesse GAMMA