



REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI PARMA  
COMUNE DI BORGO VAL DI TARO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DEL PARCO EOLICO  
"MONTE CROCE DI FERRO"

Potenza complessiva 30 MW

PROGETTO DEFINITIVO  
DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE  
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

PIUC-R.4

Relazione Valutazione Previsionale  
Campi Elettromagnetici  
Stazione Utente

COMMITTENTE

**BORGOTARO  
WIND**

Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano, Italia

GRUPPO DI LAVORO



GIUSEPPE  
STEFANINI  
INGEGNERE  
VIA BERGONZI, 4 PARMA (PR)  
TEL. 0521959199  
E-MAIL: GIUSEPPE.STEFANINI@LIBERO.IT  
PEC: GIUSEPPE.STEFANINI2@INGPEC.EU



MORI MANTOVANI ASSOCIATI srl  
via Strasburgo 18A - 43123 PARMA PR  
telefono 0521239944  
www.morimantovani.it  
mail@morimantovani.it



GEOTECH S.r.l.  
SOCIETA' DI INGEGNERIA  
Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  
Tel. +39 0342610774  
E-mail: info@geotech-srl.it  
Sito: www.geotech-srl.it

SOCIETA' CERTIFICATA



SCALA:

-

FIRME



Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione	Stefanini G. Ricciardini P.	Stefanini G. Ricciardini P.	Piovatucci A.	Marzo 2022



**REGIONE EMILIA ROMAGNA**

**Comune di Borgo Val di Taro (Parma)**

**BORGOTAROWIND**

**Borgotaro Wind Srl**

Piazza del Grano 3, Bolzano, P.IVA e Cod. Fisc. 03127880213

**PROGETTO DEL  
PARCO EOLICO “MONTE CROCE DI FERRO”,  
DELLE OPERE CONNESSE E  
DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

**PIANO TECNICO DELLE OPERE**

**RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI  
ELETTRROMAGNETICI – STAZIONE UTENTE**



## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	ASSETTO DI STAZIONE.....	4
2.1	DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA.....	4
2.1.1	Apparecchiature .....	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI .....	6
3.1	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	6
3.2	DEFINIZIONI .....	7
3.2.1	Generalità .....	7
3.2.2	Valori limite di esposizione e valori di azione.....	8
3.2.3	Effetti non termici.....	9
3.2.4	Campi elettrici.....	10
3.2.5	Campi magnetici.....	10
3.2.6	Fascia di rispetto .....	10
3.2.7	Distanza di prima approssimazione (DPA) .....	10
4	VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO.....	11
5	DPA ASSETTO DEFINITIVO.....	12
5.1	DPA STALLO STAZIONE UTENTE .....	12
5.2	DPA COLLEGAMENTO AT IN CAVO INTERRATO.....	13
5.3	DPA COLLEGAMENTI MT IN CAVO INTERRATO .....	14
6	DPA ASSETTO PROVVISORIO.....	15
7	RISULTATI DELLO STUDIO PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	16
7.1	CAMPI MAGNETICI .....	16
7.2	CAMPI ELETTRICI.....	16



## 1 PREMESSA

Il presente Piano Tecnico delle Opere, redatto dalla società di ingegneria GEOTECH S.r.l. con sede in Via Nani 7 a Morbegno (SO) e dall'Ing. Giuseppe Stefanini con sede in Via Bergonzi 4 a Parma (PR), è relativo alla Stazione Utente per la connessione in cavo interrato alla futura Stazione Elettrica di smistamento 132 kV di Borgo Val di Taro (PR) del parco eolico di seguito illustrato. All'interno di questo progetto di connessione, con elaborati separati, rientrano anche le seguenti progettazioni:

- La futura Stazione Elettrica di smistamento 132 kV “SE Borgotaro”,
- Il raccordo aereo a 132 kV tra la linea esistente “Berceto – Borgotaro RT” e la futura “SE Borgotaro”;
- Il raccordo aereo a 132 kV tra la linea esistente “Pontremoli RT – Borgotaro RT” e la futura “SE Borgotaro”;
- I raccordi aereo – cavo 132 kV tra la Cabina “Borgotaro RT” e la futura “SE Borgotaro”.

Tutte le opere citate sono ubicate in Comune di Borgo Val di Taro, Provincia di Parma, in Regione Emilia Romagna.

La futura “SE Borgotaro” e relativi raccordi, risultano essere opere RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) in ossequio alla STMG inviata da Terna per l'impianto eolico denominato “Parco Eolico Monte Croce di Ferro” in progetto da parte della società Borgotaro Wind srl (codice pratica 202001646).

La STMG prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 132 kV sulla sezione 132 kV del futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) RTN 132 kV “Borgotaro RT” previa realizzazione dell'intervento 341-P previsto dal Piano di Sviluppo Terna.

**Oggetto della presente relazione è la descrizione della verifica previsionale con le distanze di prima approssimazione e di rispetto dei limiti normativi ai fini della protezione della popolazione, per effetto dell'esposizione ai campi elettromagnetici relativa alla Stazione Utente per la connessione del WF sopra citato alla futura “SE Borgotaro”.**



## 2 ASSETTO DI STAZIONE

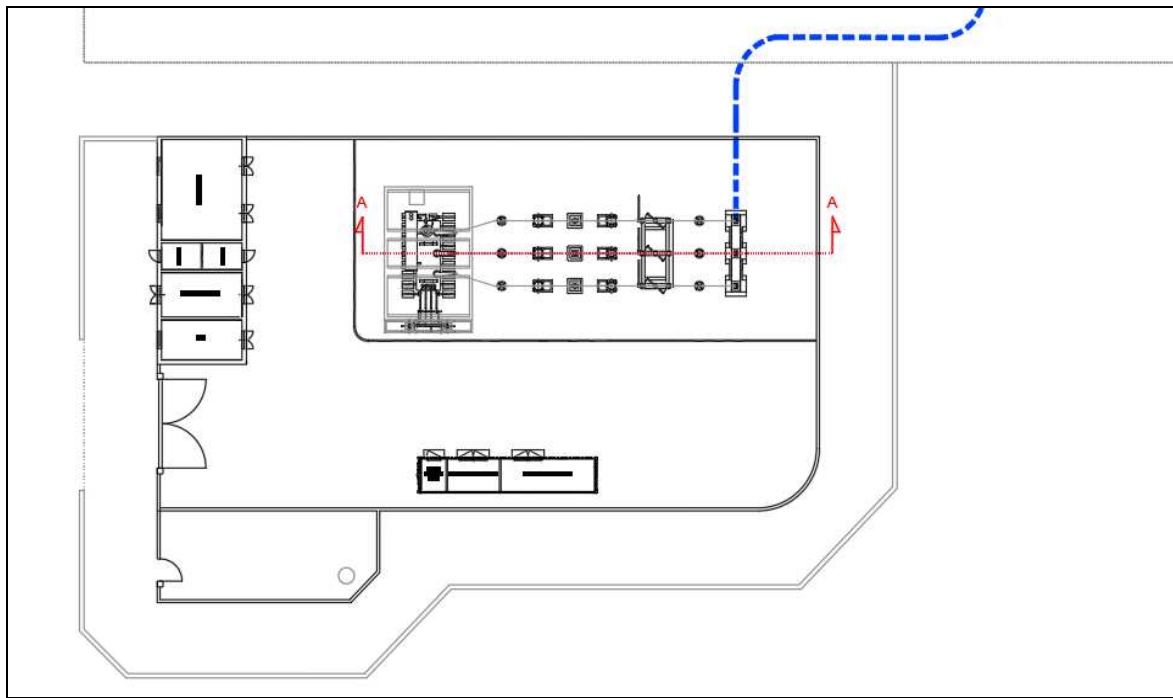
### 2.1 DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

La Stazione Utente sarà realizzata allo scopo di collegare alla RTN di Borgotaro (“SE Borgotaro”) l'impianto di produzione da fonte eolica “Monte Croce di Ferro”.

Il sito che ospiterà la futura SU è posto ad una quota di 434 m slm in posizione contigua alla futura “SE Borgotaro” con un dislivello positivo di 8 m rispetto ad essa.

La nuova stazione d'utenza AT/MT è composta da un unico stallo utente che prevede gli apparati di misura e protezione (TA e TV), interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatore e isolatori secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna. La macchina di trasformazione verrà collegata ai quadri 30 kV posti all'interno degli edifici, in un locale dedicato. La stazione utente sarà poi collegata alla RTN per mezzo di un cavo interrato a 132kV.

Di seguito si riporta un estratto della planimetria elettromeccanica visionabile per un maggior dettaglio nella tavola “Planimetria e sezioni elettromeccaniche – Stazione Utente” (cod. PIUC-Tav.8).



*Planimetria elettromeccanica della SU – estratto non in scala*

#### 2.1.1 Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali (si veda la tavola allegata al progetto delle Sezioni elettromeccaniche). Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

- |                                   |     |    |
|-----------------------------------|-----|----|
| - Tensione massima sezione 132 kV | 170 | kV |
| - Frequenza nominale              | 50  | Hz |

Correnti limite di funzionamento permanente:

- |                     |      |   |
|---------------------|------|---|
| - Stallo ATR 132 kV | 2000 | A |
|---------------------|------|---|



**REGIONE EMILIA ROMAGNA – Comune di Borgo Val di Taro (Parma)**  
**PROGETTO DEL PARCO EOLICO “MONTE CROCE DI FERRO”**  
**PIANO TECNICO DELLE OPERE – RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI Elettromagnetici**  
**STAZIONE UTENTE**

---

-	Potere di interruzione interruttori 132 kV	31,5	kA
-	Corrente di breve durata 132 kV	31,5	kA
-	Condizioni ambientali limite	-25/+40	°C



### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI

#### 3.1 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Le caratteristiche delle realizzazioni in genere, degli impianti, dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:

- Vincoli ambientali specifici del territorio in cui verranno inseriti;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F;
- Quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 “disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici”;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 “installazione degli impianti”;
- Modalità per la Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti;
- Delibere AEEG in materia di energia elettrica prodotta da impianti di generazione rinnovabile e non.
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F;
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 “disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici”;
- Linee guida ICNIRP 2010 (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection): Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz);
- Direttiva 2013/35/UE - Disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Volume 1: Guida pratica
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Volume 2: Studi di casi
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Guida per le PMI
- DLgs 159/2016 pubblicato nella GU 192 del 18/08/2016, entrato in vigore il 02/09/2016: recepisce la Direttiva UE 2013/35/UE
- 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 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).
- Documento Enel - Linee Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.2008
- D.Lgs. 81/08 (modifiche) Recepimento del DLgs 159/2019: con la sostituzione all'Allegato XXXVI degli articoli: 206, 207, 209, 210, 211, 212, 219, inserimento dell'art. 210 bis.
- 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
- Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UN.EL.-U.N.I./I.S.O.- CEE.

Di seguito vengono elencate a titolo indicativo non esaustivo le principali.



CLASSIFICAZIONE CENELEC IEC O ISO	CLASSIFICAZIONE CEI O UNI	TITOLO DELLA NORMA, SPECIFICA O GUIDA
CEI EN 62226-1	CEI 106-10	Esposizione ai campi elettrico e magnetico nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano Parte 1: Aspetti generali
NC	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
NC	CEI 106-12	Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT
CEI EN 50413	CEI 106-20	Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz).
CEI EN 50499	CEI 106-23	Procedura di valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici
CEI EN 62110	CEI 106-27	Livelli di campo elettrico e magnetico generati da sistemi di potenza in c.a. - Procedure di misura con riferimento all'esposizione umana
CEI EN 50527-2-1	CEI 106-30	Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi Parte 2-1: Valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker)
NC	CEI 211- 4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
NC	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 EN 61000-6-2	CEI 210-54	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
CEI EN 61000-6-4	CEI 210-66	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

## 3.2 DEFINIZIONI

### 3.2.1 Generalità

Per specificare i valori limite di esposizione relativi ai campi elettromagnetici, a seconda della frequenza, sono utilizzate le seguenti grandezze fisiche:

- **Campi elettromagnetici:** campi elettrici statici e campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz;
- **Effetti biofisici diretti:** effetti provocati direttamente nel corpo umano a causa della sua presenza all'interno di un campo elettromagnetico, che comprendono:
  - o effetti termici, quali il riscaldamento dei tessuti a causa dell'assorbimento di energia dai campi elettromagnetici nei tessuti medesimi;





- effetti non termici, quali la stimolazione di muscoli, nervi ed organi sensoriali. Questi effetti possono essere di detrimento per la salute mentale e fisica dei lavoratori esposti. La stimolazione degli organi sensoriali può inoltre comportare sintomi transitori quali vertigini e fosfeni. Inoltre, tali effetti possono generare disturbi temporanei o influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari e possono, pertanto, influire negativamente sulla capacità di un lavoratore di operare in modo sicuro;
- **Correnti negli arti:** effetti indiretti, effetti provocati dalla presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico, che potrebbe essere causa di un pericolo per la salute e sicurezza, quali:
  - interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici, compresi stimolatori cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo;
  - rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici;
  - innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
  - incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
  - correnti di contatto;
- **Valori limite di esposizione (VLE),** valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare gli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti;
- **VLE relativi agli effetti sanitari,** VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare;
- **VLE relativi agli effetti sensoriali,** VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori delle funzioni cerebrali;
- **Valori di azione (VA),** livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nel presente capo.

Inoltre, con riferimento al Dlgs 81/08 aggiornato, nell'allegato XXXVI, parte II:

- per i campi elettrici, per VA inferiori e VA superiori s'intendono i livelli connessi alle misure specifiche misure di protezione o prevenzione stabilite nel presente capo;
- per i campi magnetici, per VA inferiori s'intendono i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sensoriali e per VA superiori i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sanitari.

### 3.2.2 Valori limite di esposizione e valori di azione

Le seguenti grandezze fisiche sono utilizzate per descrivere l'esposizione ai campi elettromagnetici:

- **Intensità di campo elettrico E** è una quantità vettoriale che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt a metro (V/m);
- **Corrente di contatto I<sub>c</sub>** è la corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in Ampere (A). Un conduttore che si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo;
- **La corrente attraverso gli arti I<sub>L</sub>** è la corrente che attraversa gli arti di una persona esposta a campi elettromagnetici nella gamma di frequenza compresa tra 10MHz e 110 MHz a seguito del contatto con un oggetto in un campo elettromagnetico o del flusso di correnti capacitive indotte nel corpo esposto. È espressa in ampere (A);
- **Intensità di campo magnetico H** è una grandezza vettoriale che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere a metro [A/m];
- **Induzione magnetica B** è una grandezza vettoriale che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla [T]. Nello spazio libero e nei materiali biologici



l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ ;

- **Densità di potenza S** questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in Watt per metro quadro è  $[\text{W/m}^2]$ ;
- **Assorbimento specifico di energia SA.** È l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo ( $\text{J/kg}$ ). Nel presente decreto esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate;
- **Tasso di assorbimento specifico di energia SAR.** Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt a chilogrammo  $[\text{W/kg}]$ ;
- **Il SAR<sup>1</sup> a corpo intero** è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, sono direttamente misurabili: l'induzione magnetica B, la corrente di contatto  $I_c$ , la corrente attraverso gli arti  $I_L$  le intensità di campo elettrico E e magnetico H e la densità di potenza S.

<sup>1</sup> Questa definizione è inserita per completezza generale, ma non è applicabile ai campi a bassa frequenza.

### 3.2.3 Effetti non termici

Il VLE relativo agli effetti sensoriali è il quello applicabile in condizioni di lavoro normali (tabella A1) ed è correlato alla prevenzione di nausea e vertigini dovute a disturbi sull'organo dell'equilibrio, e di altri effetti fisiologici, conseguenti principalmente al movimento del soggetto esposto all'interno di un campo magnetico statico.

Il VLE relativo agli effetti sanitari in condizioni di lavoro controllate (tabella A1) è applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché siano state adottate misure di prevenzione di cui all'art.208 c.4 del decreto. I VLE per frequenze inferiori a 1Hz (tabella A1) sono limiti per il campo magnetico statico, la cui misurazione non è influenzata dalla presenza del soggetto esposto.

Ove i VLE non vengano superati, non è necessario verificare l'assorbimento tramite il controllo tasso di assorbimento specifico SAR, in tali casi vale ancora la direttiva quadro 89/391/CEE, in questo caso rimangono validi i riferimenti legislativi facenti capo alla direttiva quadro.

Il DPCM dell'8 luglio 2003 stabilisce diversi criteri di valutazione dei campi elettromagnetici in prossimità di linee elettriche ad alta tensione e fissa i limiti di esposizione nei confronti dei campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti eserciti alla frequenza di 50 Hz. In particolare, viene fissato il valore di attenzione di  $10 \mu\text{T}$  (microtesla) ovvero il valore di induzione magnetica che non deve essere superato nei luoghi definiti “a permanenza prolungata di persone”. Questo valore è da intendersi con riferimento alla mediana nelle 24 ore.

Per una migliore composizione di quanto sintetizzato è importante distinguere il significato dei seguenti termini:

- La determinazione dei livelli di campo, elettrico e magnetico (CEM), in un luogo è elemento chiave per stabilire se il rischio esiste o no. Per dimostrazione le misure strumentali possono dare conferma di questo.
- L'intensità del CEM dipende dalla distanza dalla sorgente e di norma diminuisce rapidamente allontanandosi da quest'ultima. Per questo spesso, per assicurare la sicurezza delle persone, si utilizzano recinzioni, barriere o altre misure protettive che impediscano l'accesso non autorizzato ad aree dove i limiti di esposizione possono essere superati.



- In genere i limiti di esposizione sono diversi per il personale generico, in transito o presente occasionalmente e per i lavoratori specifici del settore elettrico.

Nella tabella e nei paragrafi seguenti sono indicate alcune definizioni fondamentali che tengono in conto queste considerazioni.

<i>Limiti di esposizione</i>	<i>Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.</i>
<i>Valori di attenzione</i>	<i>Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine.</i>
<i>Obiettivi di qualità</i>	<i>Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti a lungo termine.</i>

#### **Limiti di riferimento DPCM 8 luglio 2003**

I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali.

In generale l'impatto magnetico dovuto alle linee elettriche percorse da corrente è determinato dai seguenti fattori:

- La corrente circolante nei conduttori;
- La disposizione delle fasi.

Le distanze per il rispetto dei limiti sono determinate singolarmente. Il DPCM 8 Luglio 2003 e gli altri riferimenti legislativi, fissano i limiti seguenti di esposizione nei confronti dei campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti eserciti alla frequenza di 50 Hz.

#### **3.2.4 Campi elettrici**

Limiti di esposizione per i campi elettrici di 5 kV/m da non superare mai in alcuna condizione di presenza della popolazione civile.

#### **3.2.5 Campi magnetici**

- **100  $\mu$ T** limite di esposizione per i campi magnetici da non superare mai in alcuna condizione di contiguità con la popolazione;
- **10  $\mu$ T** è il valore di attenzione, che si assume per l'induzione magnetica a titolo di misura di cautela per la protezione 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, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio (Rif. D. p. c. m. 3 Luglio 2003,
- **3  $\mu$ T** limiti di esposizione per i campi magnetici nelle aree con permanenze di persone di almeno 4 ore giornaliere (valore di attenzione) per i nuovi impianti (obiettivo di qualità).

#### **3.2.6 Fascia di rispetto**

È lo spazio circostante un generico elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del suolo, caratterizzati da un valore di induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 $\mu$ T).

#### **3.2.7 Distanza di prima approssimazione (DPA)**

È la distanza in pianta, al livello del suolo, della proiezione, a partire dal centro della linea, della regione in cui l'induzione magnetica raggiunge il valore di 3  $\mu$ T; tale zona può essere vista in sezione come una ellisse o un cerchio a seconda della disposizione geometrica dei conduttori.



## 4 VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

La metodologia di calcolo utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot-Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immaginarie. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di  $120^\circ$ . In questo caso il calcolo è bidimensionale, e viene modellizzato considerando conduttori di lunghezza infinita e con direzione perfettamente ortogonale al piano.

Per i calcoli è stato utilizzato il programma di simulazione “EMF Tools 4.2.2” sviluppato per TERNA dal CESI procedendo sia al calcolo della fascia di rispetto, e di conseguenza determinando la DPA, sia al calcolo del campo elettrico a 1m dal suolo. Per le fasce di rispetto, sono utilizzati i seguenti dati:

- Portata di corrente massima per ciascun elemento;
- Diametro, materiali e disposizioni geometriche come da progetto;
- Profondità/altezza dei conduttori rispetto al suolo.

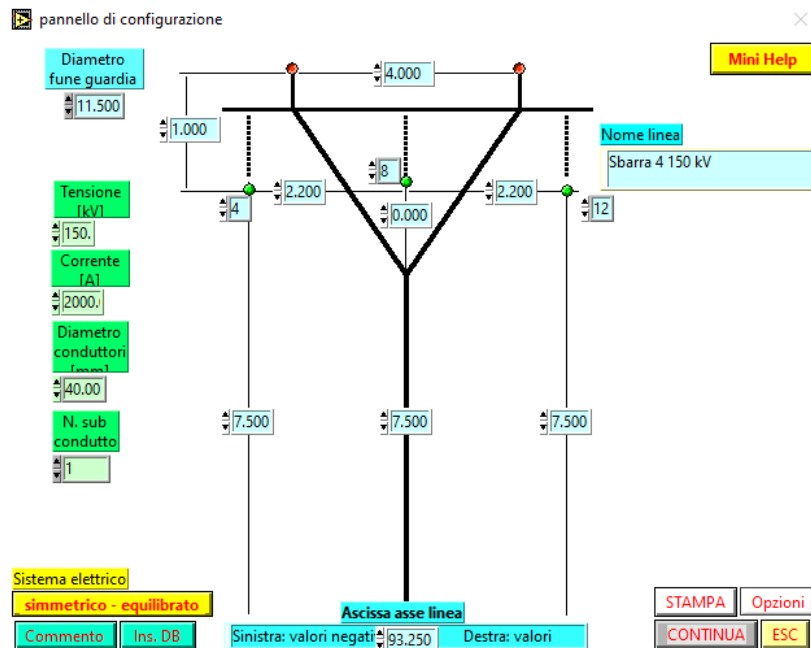
Essendo previsto un possibile assetto provvisorio che prevede il collegamento della SE utente direttamente alla linea 132kV “Pontremoli-Borgotaro” con derivazione rigida a T in attesa del completamento della nuova SE Borgotaro si procederà ad analizzare sia questa configurazione che quella definitiva.



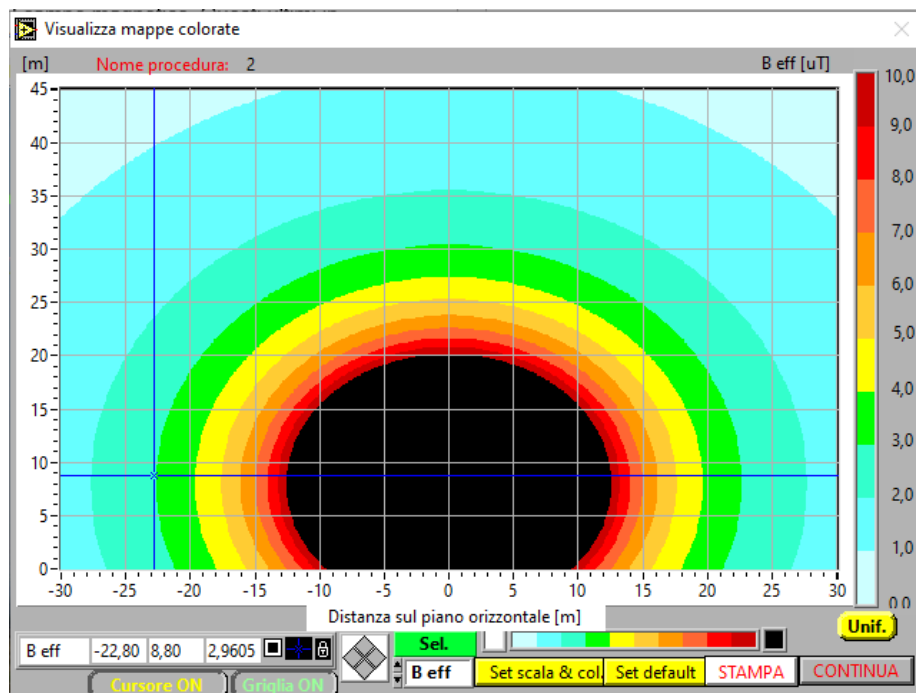
## 5 DPA ASSETTO DEFINITIVO

### 5.1 DPA STALLO STAZIONE UTENTE

L'ipotesi fondamentale alla base del calcolo delle fasce di rispetto consiste nel calcolare il campo elettromagnetico generato dallo stallo produttore 150 kV, considerando la portata massima di corrente. Tale ipotesi è fortemente cautelativa poiché viste le potenze degli impianti di generazione la possibilità che circoli la corrente massima ammissibile è del tutto irrealistica e pertanto l'ipotesi è molto cautelativa.



*Configurazione geometrica impiegata per il calcolo delle DPA prodotte dalla sbarra e dagli stalli utente*



*Campo elettromagnetico generato dalla sbarra e dagli stalli utente*



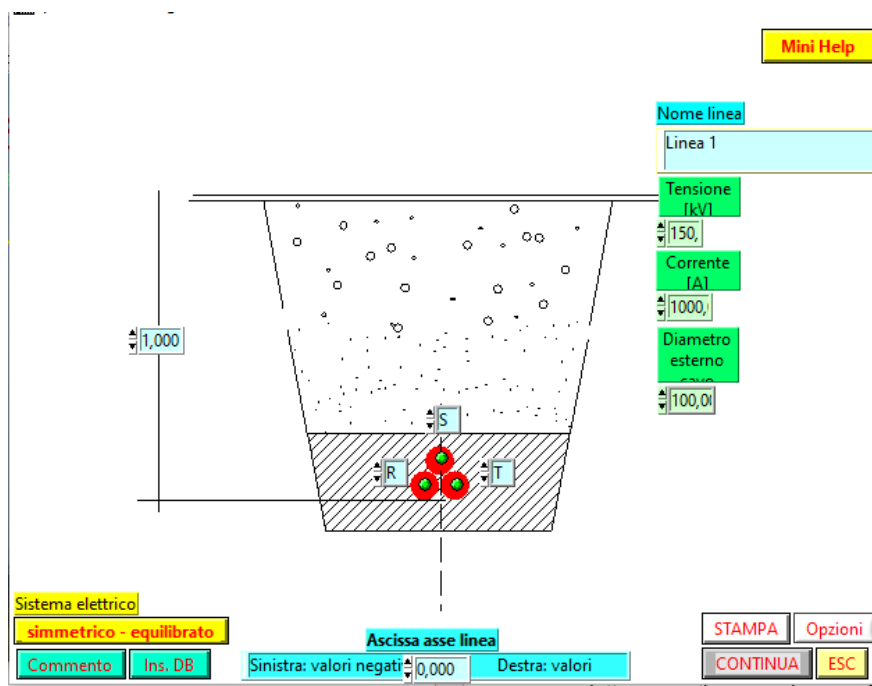
Come si può notare dalla figura soprastante, l'ampiezza della fascia APA ha estensione di 23 m per parte rispetto al centro delle sbarre o asse dello stallo. Internamente alle sbarre il campo è sempre maggiore di  $3 \mu\text{T}$ .

Per quanto riguarda la sezione MT delle varie utenze si può affermare da studi fatti per casi analoghi e basandosi sulla bibliografia tecnica che il limite obiettivo di qualità per il campo magnetico risulta confinato all'interno delle cabine.

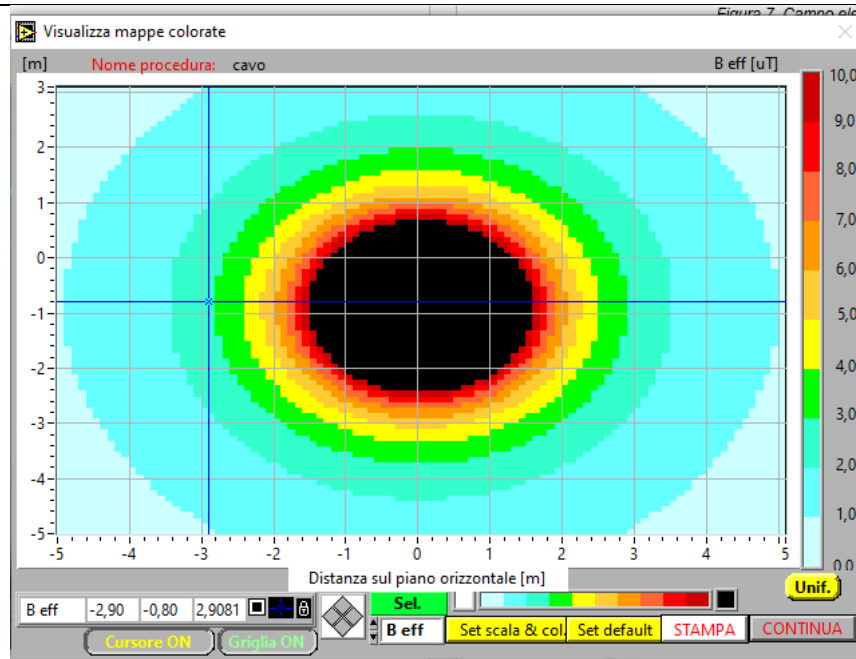
Mediante queste simulazioni e le assunzioni di cui sopra si è potuto rappresentare l'area caratterizzata da valori del campo elettromagnetico superiore a  $\mu\text{T}$  in caso di circolazione della corrente massima.

## 5.2 DPA COLLEGAMENTO AT IN CAVO INTERRATO

Per il collegamento in cavo alla SE TERNA di Sanluri si è considerato per il cavo una posa a trifoglio a 1m di profondità. Per il collegamento ai fini del calcolo si è considerata una portata nominale pari a 1000A anche qui, come per i calcoli eseguiti per la stazione, molto cautelativa.



*Configurazione geometrica impiegata per il calcolo delle DPA prodotte dal cavo interrato*

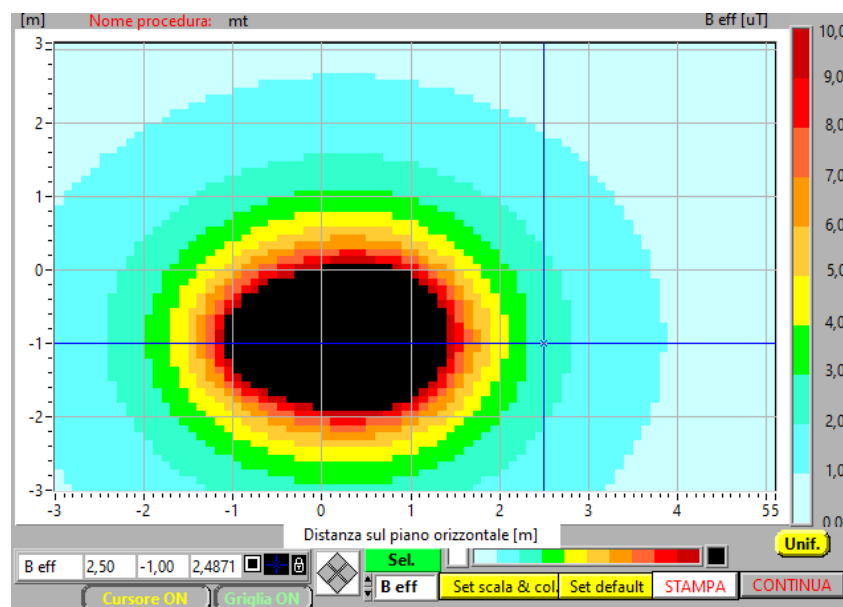


*Campo magnetico generato dal cavo interrato AT.*

### 5.3 DPA COLLEGAMENTI MT IN CAVO INTERRATO

I cavi interrati MT collegheranno il parco eolico alla stazione MT/AT. Essendo prevista una suddivisione del parco eolico in tre sotto campi due di potenza complessiva pari a 12,2MW composti da due torri ciascuno e uno da 18,3MW composto da tre torri si prevedono tre collegamenti che verranno realizzati con cavi in alluminio di sezione 400mm<sup>2</sup> per i due sottocampi più piccoli e uno di sezione 630mm<sup>2</sup> per quello più grande.

Nel tratto, di circa 6km in cui i tre cavi sono affiancati saranno posati con un interasse uno dall'altro pari a 40cm. Per le correnti impiegate nei calcoli si faccia riferimento allo schema unifilare allegato al progetto. Di seguito si riporta la fascia di rispetto calcolata in corrispondenza di una sezione di posa che prevede i tre cavi affiancati.



*Campo magnetico generato dai cavi MT*



## **6 DPA ASSETTO PROVVISORIO**

L'assetto provvisorio come dettagliato nella specifica tavola di progetto prevedrà un piccolo stallo costituito da sezionatore e terminali cavo sotto la linea aerea 132kV “Pontremoli-Borgotaro” e un collegamento in cavo interrato alla stazione utente. La DPA dello stallo è inglobata in quella della linea aerea mentre per cavo interrato AT e stazione utente valgono le considerazioni fatte nel capitolo precedente.





## **7 RISULTATI DELLO STUDIO PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **7.1 CAMPI MAGNETICI**

Per quanto evidenziato nei riferimenti, i livelli d'induzione magnetica, corrispondenti ai valori di corrente presunta circolanti negli stalli e nelle sbarre e nel cavo, confermano che i valori rientrano entro le soglie legislative di riferimento.

Si evidenzia come, anche con le correnti nominali, gli effetti dovuti alla stazione, al di fuori della sua recinzione determinano in generale valori del campo magnetico B inferiori a 10  $\mu\text{T}$  ed in generale rispettano gli obiettivi di qualità dei 3  $\mu\text{T}$  nei confronti degli edifici limitrofi.

Si evidenzia che i calcoli sono stati effettuati con riferimento a condizioni cautelative, prendendo per la sezione a 132 kV una corrente massima di 2000 A. Anche le fasce di rispetto per i cavi MT di collegamento al parco eolico sono molto modeste e limitate a pochi metri dall'asse del cavidotto.

### **7.2 CAMPI ELETTRICI**

Per i campi elettrici, considerati i livelli di tensione, la disposizione dei conduttori e gli schermi delle varie parti presenti nelle zone di impianto, vengono confermati i modelli disponibili sulla letteratura tecnica, i calcoli effettuati evidenziano che non vengono superati i valori limite di 5 kV/m, ancor meno al di fuori della recinzione di stazione.