



OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW

Intervento 1 – Elettrodotto aereo a 150 kV “SE Ottana 2 – SE Nuoro”

Piano Tecnico delle Opere – Relazione CEM

Provincia di Nuoro – Comuni di Bolotana, Ottana, Oniferi, Orani e Nuoro

Marzo 2022


REF.: G807_DEF_R_019_Intervento 1_Relazione tecnica CEM_1-1_REV00



GEOTECH S.r.l.


Via T. Nani, 7
Morbegno (SO)

+39 0342 610774
info@geotech-srl.it

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: right;">Marzo 2022</p>
--	---	--

INDICE

1. SCOPO DELLA RELAZIONE	3
2. SINTESI DEL QUADRO NORMATIVO	4
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3.1. Descrizione del tracciato	5
4. VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO	6
4.1. METODOLOGIA DI VERIFICA	6
4.2. Correnti di calcolo	6
4.3. Distanze di Prima Approssimazione	7
4.4. Calcolo DPA.....	7
5. CONFORMITA' OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO.....	12
6. CONSIDERAZIONI FINALI.....	13


 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

1. SCOPO DELLA RELAZIONE

Nella presente relazione vengono fatte considerazioni e calcoli per determinare l'entità dell'induzione magnetica che la linea AT in progetto genererà lungo il suo tracciato in funzione delle diverse tipologie di posa; vengono fatte considerazioni sulle ipotesi di partenza dei calcoli, vengono riportati e commentati i risultati finali dei calcoli per l'intervento denominato "Elettrodotto aereo a 150 kV "SE Ottana2 – SSE Nuoro".

Il presente lavoro, redatto dalla Società di Ingegneria GEOTECH S.r.l., con sede in via Nani, 7 a Morbegno (SO) costituisce la Relazione tecnica illustrativa al Piano Tecnico delle Opere dell'Intervento 1 delle opere di rete necessarie al collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolica) avente potenza pari a 78 MW da realizzarsi in Sardegna da parte della società EDP RENEWABLES ITALIA HOLDING SRL (EDP). Il Parco Eolico sarà ubicato in Comune di Nuoro, nell'omonima provincia, in località "Su Cuccuru" mentre le opere di connessione di rete propedeutiche al suo collegamento alla RTN attraverseranno cinque comuni della Provincia di Nuoro: Bolotana, Nuoro, Oniferi, Orani e Ottana.

Nel dettaglio, l'oggetto della presente relazione è l'analisi dell'intervento 1 denominato "**Elettrodotto aereo a 150 kV "SE Ottana2 – SSE Nuoro"**", ubicato nei Comuni di Bolotana, Nuoro, Oniferi, Orani e Ottana in Provincia di Nuoro in Regione Sardegna e facente parte del più ampio progetto "**Opere di rete propedeutiche al collegamento alla RTN di un impianto di generazione da fonte eolica da 78 MW"**".


 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

2. SINTESI DEL QUADRO NORMATIVO

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del D.P.C.M dell'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" nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n.160).

I valori indicati sono i seguenti:

- ✓ Limite di esposizione: 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- ✓ Valore di attenzione: 10 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- ✓ Obiettivo di qualità: 3 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.

	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'opera oggetto della presente relazione consiste nella realizzazione di un elettrodotto aereo a 150 kV di collegamento tra la futura Stazione Elettrica di Ottana2 e la futura Stazione Elettrica di smistamento di Nuoro.

L'elettrodotto aereo sarà realizzato in semplice terna con sostegni del tipo a traliccio.

Per meglio comprendere la presente descrizione, si fa specifico riferimento all'elaborato "Intervento 1_Corografia di progetto-ortofotocarta" (cod. G807_DEF_T_004_Intervento 1_Corografia di progetto-ortofotocarta_x-8_REV00) in scala 1:5.000.

Di seguito si riporta la descrizione del tracciato, partendo da Bolotana verso Nuoro, con il sostegno 01 che identifica l'inizio dell'intervento e il sostegno 79 che ne identifica la fine.

3.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

La prima parte del tracciato, in partenza dalla futura S.E. di Ottana2, è prevista nel Comune di Bolotana e, nello specifico, nell'area industriale gestita dal Consorzio Industriale Provinciale di Nuoro.

Tale primo tratto, lungo 350 m, passa in terreni non edificati e arriva fino al confine con il Comune di Ottana lungo il corso del Fiume Tirso dove nella tratta compresa tra il sostegno n°1 e il n°2 viene attraversato e il tracciato passa in Comune di Ottana.


Dal sostegno n°2 al sostegno n°21 il tracciato passa nel Comune di Ottana: la prima parte nella Zona Industriale, una parte in aree agricole e poi fiancheggiando e attraversando la viabilità esistente (S.S.131 DCN e S.P.21). Il tratto insistente nel Comune di Ottana è lungo 6,85 km. In questa parte, nella tratta compresa tra il sostegno n°2 e il sostegno n°4, viene sfruttata la presenza di un elettrodotto aereo 220 kV inutilizzato denominato "Ottana – Siron sx": si prevede di demolire l'esistente (5 sostegni più il portale di arrivo) e sfruttare parte del suo asse (il tratto compreso tra il sostegno esistente P.3 e il portale di arrivo) per le due campate del nuovo elettrodotto.

Dal sostegno n°22 al sostegno n°33 il tracciato è ubicato sul territorio comunale di Orani per una lunghezza pari a 4,25 km sempre stando su terreni ineditati, parallelamente alla viabilità esistente (S.S. 131 DCN) e con un attraversamento della S.P.39.

Dal sostegno n°34 al n°54 l'elettrodotto passa nel Comune di Oniferi per un totale di 7,1 km sempre su terreni non edificati, fiancheggiando e attraversando in vari punti la S.S. 131 DCN e intersecando la S.S. 128 e la S.S. 129.

Dal sostegno n°55 al n°66 il tracciato ritorna a essere in Comune di Orani per un totale di 4,2 km attraversando prima la S.S. 131 DCN e fiancheggiando poi la S.S.129.

Dalla sostegno 67 fino all'arrivo nella Stazione Elettrica di Nuoro, il tracciato passa in Comune di Nuoro per un totale di 4,5 km. L'elettrodotto attraversa la S.S. 131 DCN nella tratta compresa tra i sostegni 66 e 67 e passando per terreni agricoli e vegetati raggiunge prima in direzione NE-SE e poi E-O la stazione a Nord dell'area industriale di Prato Sardo.

	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

4. VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo magnetico proporzionale alla corrente che vi circola. Il valore dell'induzione magnetica decresce molto rapidamente con la distanza.

Per il calcolo del campo del valore dell'induzione magnetica generata dall'elettrodotto oggetto di verifica è stato utilizzato il programma "EMF Tools Vers 4.08", sviluppato da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

4.1. METODOLOGIA DI VERIFICA

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto.

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 - Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.


In particolare la procedura da seguire, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi magnetici, è quella che si riporta di seguito:

1. Valutazione delle correnti di calcolo da applicare alla linea aerea (per il dettaglio vedere par. 2.2);
2. Calcolo le DPA, così come meglio definite nel par. 2.3, successivamente riportate in planimetria su base catastale, in scala 1:2000 ;
3. Verifica sulle planimetrie di cui sopra dell'eventuale presenza di recettori e manufatti ricadenti all'interno della DPA;
4. Per ognuno degli eventuali recettori individuati, provvedere ad un calcolo tridimensionale attraverso il quale verificare il non superamento dell'obiettivo di qualità, nel punto del recettore più vicino all'elettrodotto.
5. Per tutti gli altri manufatti accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così escluderli dalla definizione di "recettore".

4.2. CORRENTI DI CALCOLO

Come indicato all'Art. 5.1.1 del Decreto 29 maggio 2008 nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse.

La norma CEI 11-60 fissa dei valori di corrente determinati per un conduttore detto di riferimento.

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

Poiché il progetto rientra nella zona climatica A (norma CEI 11-4) la portata in corrente del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a:

- ✓ TENSIONE NOMINALE: 150 kV
- ✓ ZONA: A
- ✓ PORTATA IN CORRENTE DELLA LINEA SECONDO CEI 11-60:
 - PERIODO C: 620 A
 - PERIODO F: **870 A**

4.3. DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione, definita come “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 di DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto”.

Le DPA sono riportate nelle seguenti planimetrie allegate:

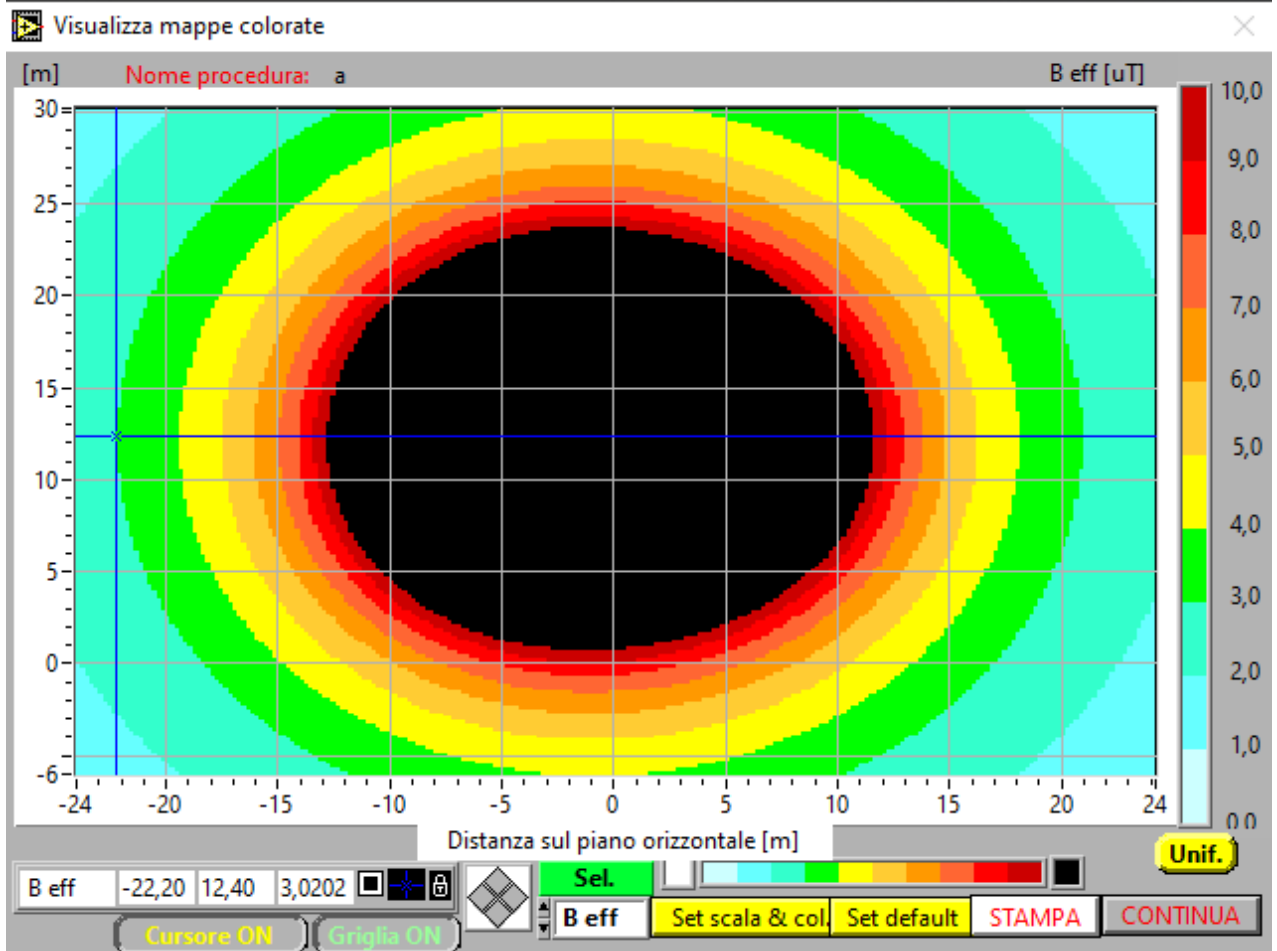
- ✓ G807_DEF_T_021_Intervento 1_Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Bolotana_REV00,
- ✓ G807_DEF_T_022_Intervento 1_Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Nuoro_REV00,
- ✓ G807_DEF_T_023_Intervento 1_Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Oniferi_REV00,
- ✓ G807_DEF_T_024_Intervento 1_Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Orani_REV00,
- ✓ G807_DEF_T_025_Intervento 1_Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Ottana_REV00);

4.4. CALCOLO DPA

Per il calcolo della DPA si adotterà come configurazione geometrica dei conduttori quella maggiormente rappresentativa del tratto in progetto e corrispondente ai sostegni in sospensione impiegati tipo N e P della serie 162/150kV semplice terna tiro pieno.

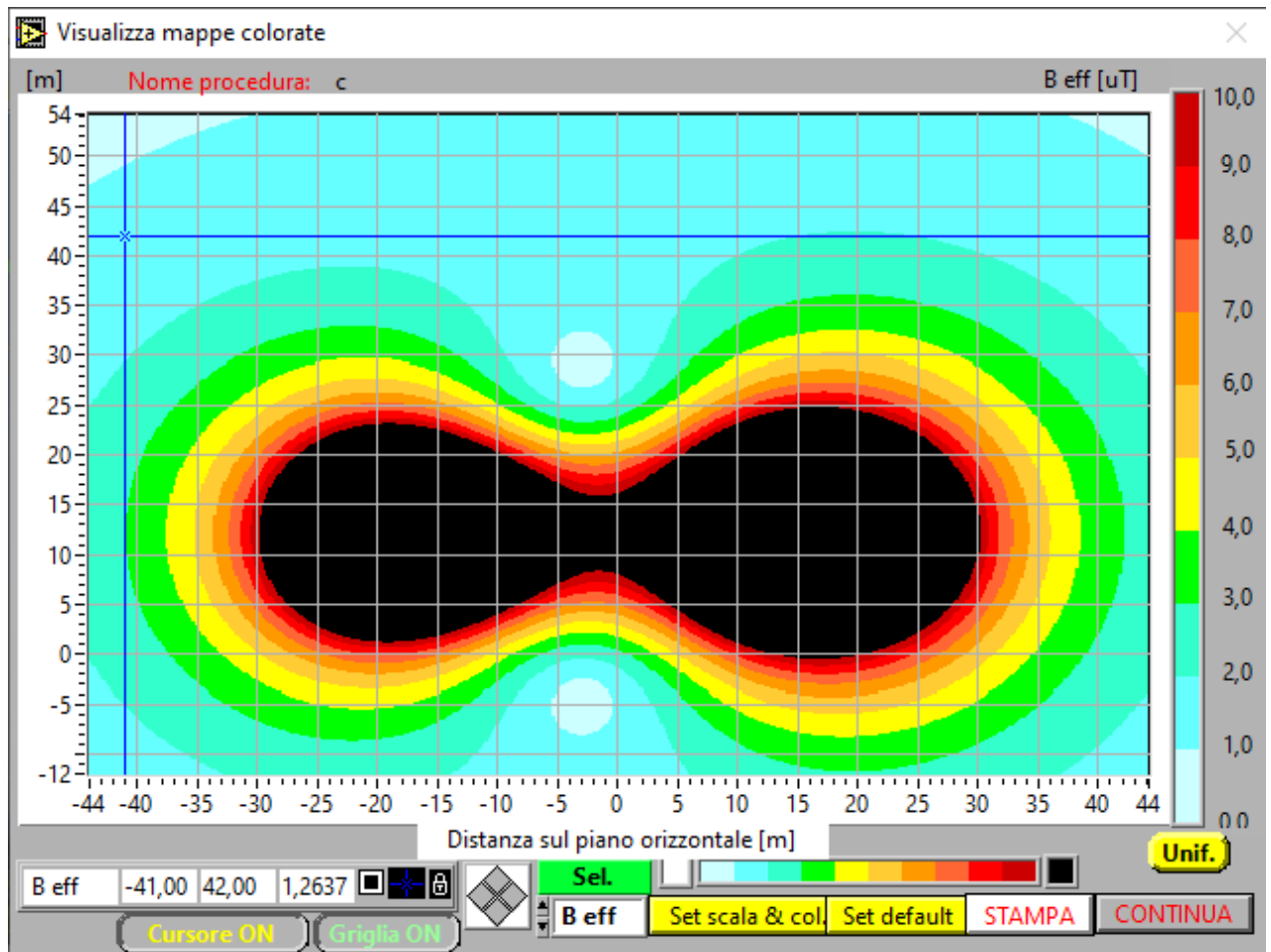
Per quanto riguarda l’altezza dei conduttori dal piano campagna la configurazione utilizzata nelle simulazione prevede una altezza utile dei conduttori pari a 10 m, valore pari al franco minimo adottato in fase di progetto su tutta la tratta in variante così che le valutazioni vengano fatte nelle ipotesi maggiormente conservative.

- ✓ Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea:
 - Ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 22.20 + 22.20 = 44,40$ metri



- ✓ Calcolo dell'estensione della fascia per cambi di direzione:
 - interno: estensione lungo la bisettrice = $22.20 + 0.14 \times \Theta$
 - esterno: estensione lungo la bisettrice = $24.20 + 0.07 \times \Theta$

- ✓ Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea affiancata ad altra linea
 - (Interasse tra le due linee = 33.20m)
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 41.00 + 42.00 = 83,00$ metri



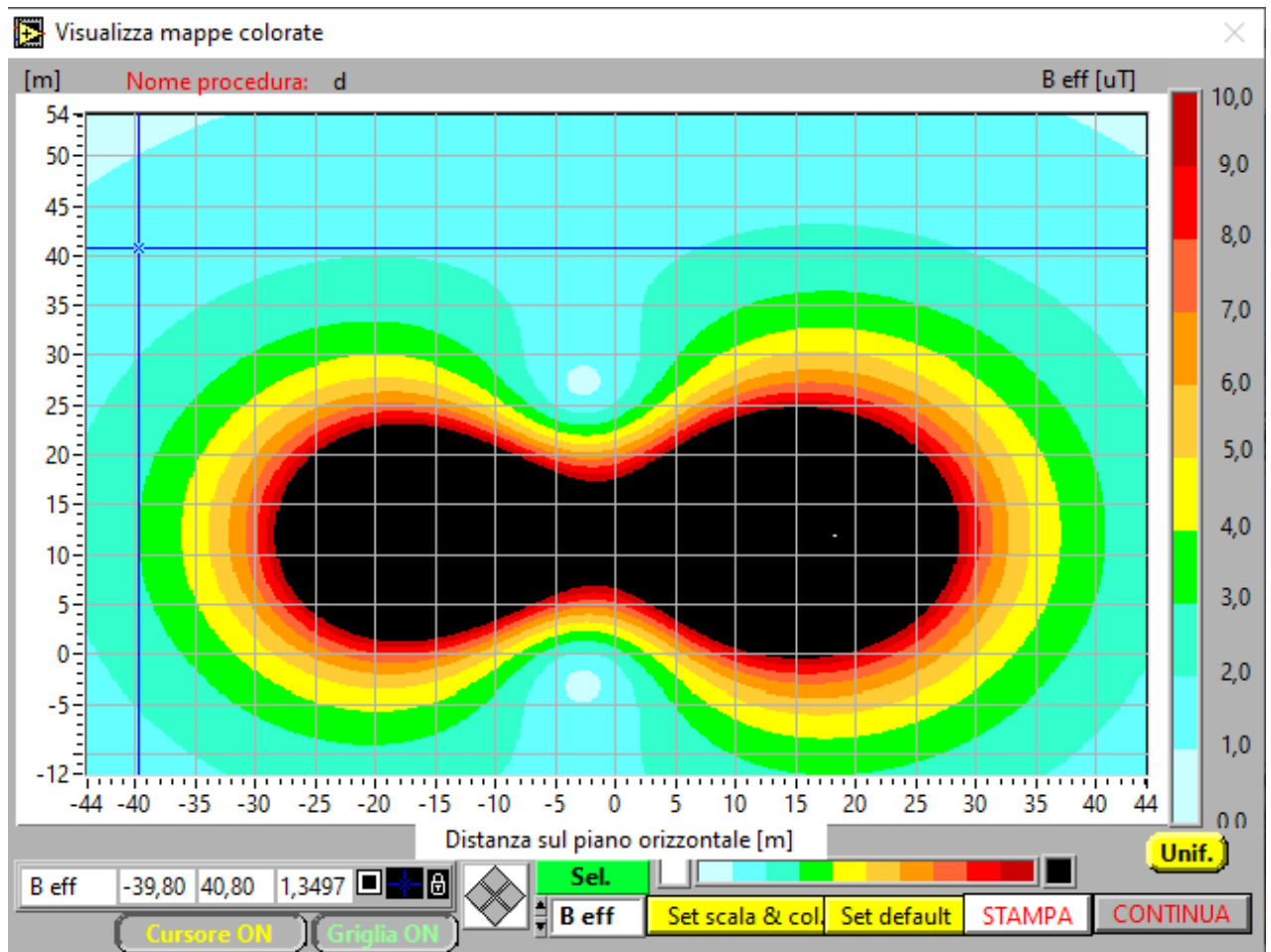
N.B. L'ampiezza della fascia di rispetto è stata calcolata dall'interasse tra le linee, la linea in oggetto è quella ubicata sulla SINISTRA.

Qui sotto si riportano pertanto anche i valori calcolati per la linea oggetto di questa relazione:

- ✓ Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN SINISTRA = 24.60 m
- ✓ Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN DESTRA = 25.60 m



- ✓ Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea affiancata ad altra linea
 - (Interasse tra le due linee = 30.00m)
 - Ampiezza fascia per rispetto $3 \mu\text{T} = 39.80 + 40.80 = 80,60$ metri

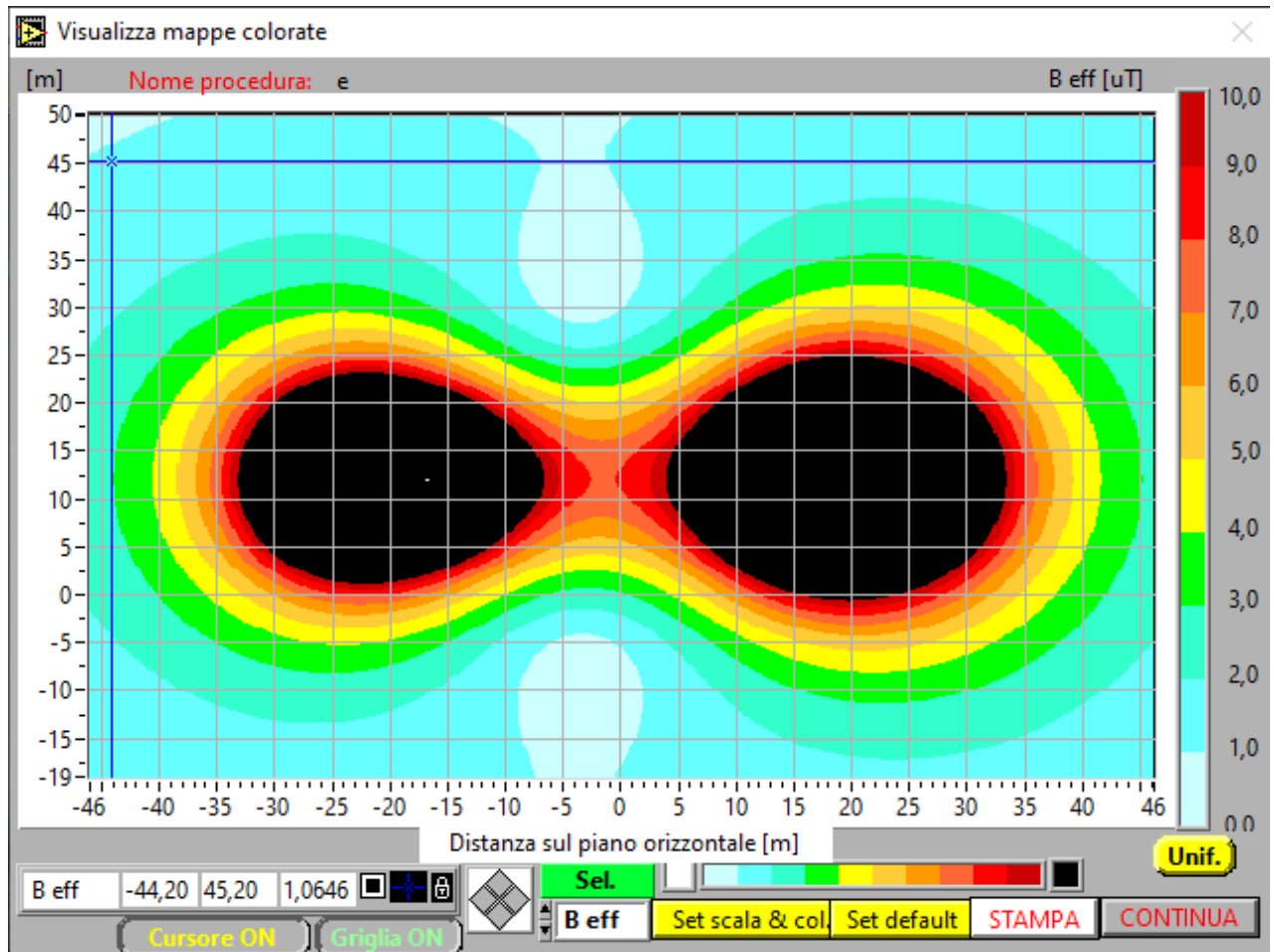


N.B. L'ampiezza della fascia di rispetto è stata calcolata dall'interasse tra le linee, la linea in oggetto è quella ubicata sulla SINISTRA.

Qui sotto si riportano pertanto anche i valori calcolati per la linea oggetto di questa relazione:

- ✓ Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN SINISTRA = 24.80 m
- ✓ Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN DESTRA = 25.80 m

- ✓ Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea affiancata ad altra linea
 - (Interasse tra le due linee = 40.00m)
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 44.20 + 45.20 = 89,40$ metri



N.B. L'ampiezza della fascia di rispetto è stata calcolata dall'interasse tra le linee, la linea in oggetto è quella ubicata sulla SINISTRA.

Qui sotto si riportano pertanto anche i valori calcolati per la linea oggetto di questa relazione:

- ✓ Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN SINISTRA = 24.20 m
- ✓ Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN DESTRA = 25.20 m



5. CONFORMITA' OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO

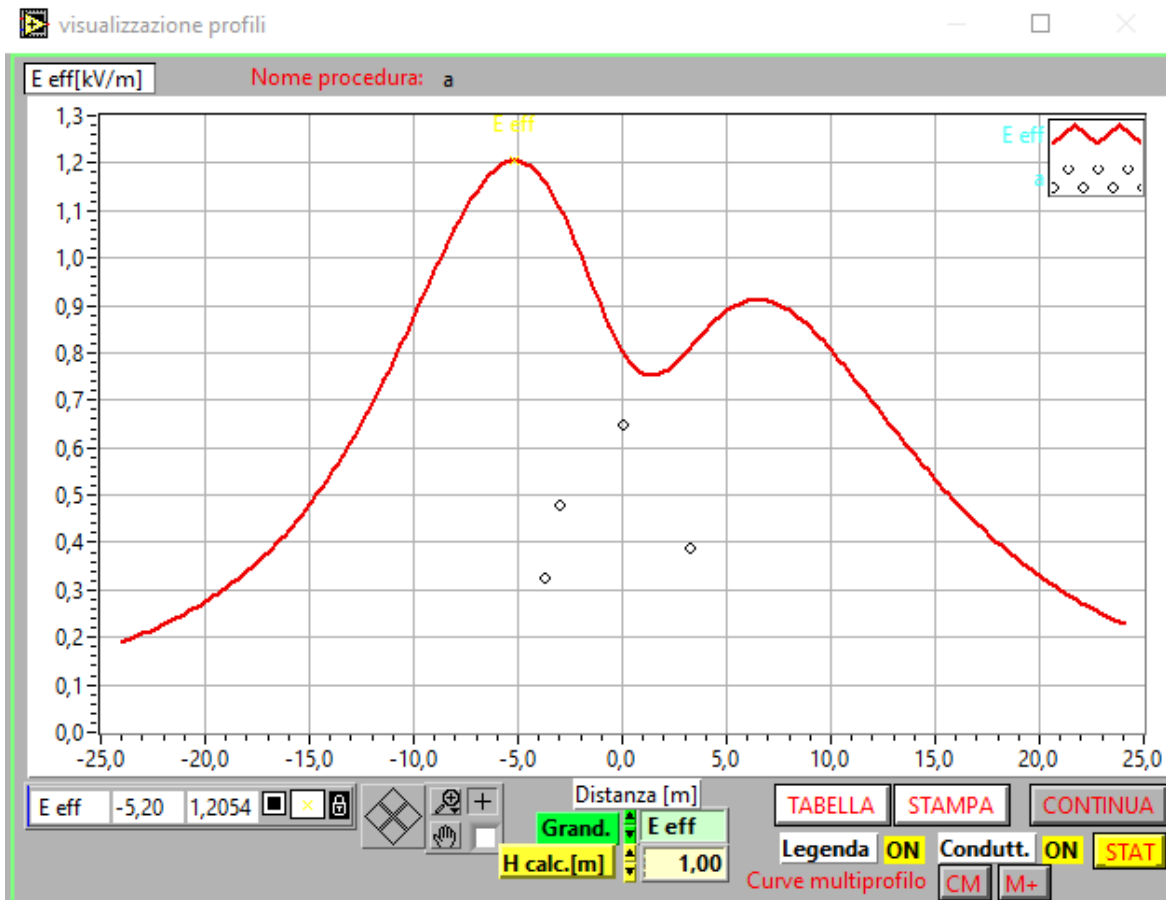
La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico proporzionale alla tensione della linea stessa. Il valore del campo elettrico decresce molto rapidamente con la distanza.

Utilizzando la stessa configurazione geometrica utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica, viene calcolato il valore di campo elettrico generato dagli elettrodotti a 1 m di altezza dal suolo.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.08" sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4; inoltre, i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.


Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica in condizioni di Massima Feccia e in base a quanto disposto dal D.M. 88 risulta essere, per linee a 150kV, pari a 10 m.

Con tali ipotesi è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, il pieno rispetto del limite di esposizione dettato dal DPCM dell'8 luglio 2003 (5 kV/m).



Campo Elettrico al Suolo massimo pari a 1,2 kV/m

Come si vede i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.

	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 1</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

6. CONSIDERAZIONI FINALI

Dall'esame della planimetria di progetto e dalle carte catastali risulta che il tracciato dell'elettrodotto si sviluppa prevalentemente su aree verdi adibite a prati coltivati, prati stabili, e strade comunali – siano esse in centro abitato o in zone periferiche.

Il limite massimo di esposizione di $3\mu\text{T}$, come si può notare dalle tavole, non interessa, lungo tutto il tracciato, recettori sensibili come definiti dalla norma.

Il metodo di calcolo adottato e le scelte cautelative operate sono conformi alle indicazioni del Decreto Ministeriale 29/05/2008 "Approvazione delle metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto"

In conclusione, l'analisi effettuata ha permesso di evidenziare il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM del 8 luglio 2003.

È stato inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel DPCM del 8 luglio 2003.