

**Piano Tecnico delle Opere – Appendice D**

**Valutazione sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati dagli elettrodotti aerei ed in cavo interrato**

**Relazione di calcolo**

**Nuova S.E. 132 kV di Minerbio e raccordi alla RTN**



REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	01	07/12/2022	Revisione Generale	Silecchia G. GPI-SVP-PRA NE	Caneva M. GPI-SVP-PRA NE	Simeone L. GPI-SVP-PRA
00	24/06/2022	Prima emissione	Carradore L. GPI-SVP-PRA NE	Caneva M. GPI-SVP-PRA NE	Simeone L. GPI-SVP-PRA	

CODIFICA ELABORATO	 T E R N A   G R O U P
<b>REDR22002B2524470</b>	

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Rete Italia S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia S.p.A.  
 This document contains information proprietary to Terna Rete Italia S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna Rete Italia S.p.A. is prohibit.

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE .....	3
2.1	Correnti di Calcolo .....	3
2.2	Calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA).....	4
2.2.1	Schemi delle configurazioni geometriche dei conduttori nei nuovi collegamenti aerei	4
2.3	Rappresentazione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).....	6
3	VERIFICA DELLA PRESENZA DI PUNTI SENSIBILI ALL'INTERNO DELLE DPA .....	6
4	VERIFICA DELLA CONFORMITÀ DELL'OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO.....	7
5	CONCLUSIONI .....	7

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di definire le ipotesi di calcolo mediante le quali sono stati calcolati sia il campo elettrico e sia le fasce di rispetto relativamente agli interventi in oggetto.

Tali valutazioni sono state fatte 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).

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva 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.

## 2 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

### 2.1 Correnti di Calcolo

Come disposto nel D.P.C.M. 08/07/2003, per quanto riguarda gli elettrodotti aerei, nel calcolo è stata considerata la "Portata in Corrente in Servizio Normale", come definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse.

La stessa norma fissa dei valori di corrente determinati per un conduttore detto di riferimento (conduttore alluminio-acciaio  $\varnothing$  31.5 mm).

Si riportano nella tabella sottostante i valori numerici della Portata in Corrente definiti dalla norma CEI 11-60 per il conduttore alluminio-acciaio  $\varnothing$  31.5 mm, di riferimento.

TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE [A] DELLA LINEA SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV	740	985	680	770
220 kV	665	905	610	710
132 kV	620	870	575	675

 T E R N A G R O U P	<b>Piano Tecnico delle Opere – Appendice D</b> <b>Relazione di calcolo</b> Nuova S.E. 132 kV di Minerbio e raccordi alla RTN	Codifica Elaborato:
		<b>REDR22002B2524470</b> Rev. 01      Data 07/12/2022

A questi valori di corrente la norma prevede di applicare dei coefficienti moltiplicativi in funzione delle caratteristiche dei conduttori (materiale, sezione, formazione, etc.) e delle condizioni di impiego (parametro di tesatura, extrafranco, etc.) adottati nello specifico.

Per i raccordi entra-esce di nuova realizzazione alla linea esistente a 132 kV “Mezzolara-Focomorto CP” si è utilizzato il valore di corrente di 675 A.

## **2.2 Calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA)**

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 (DPA), 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”. Si riporta di seguito il calcolo della Distanza di Prima Approssimazione per gli elettrodotti aerei ed in cavo interrato in progetto.

Per il calcolo sono stati utilizzati i software WinEDT Vers 8.6 ed EmfTools Vers 4.2T, sviluppati rispettivamente da SE.DI.COM. S.r.l. e CESI, in aderenza alle Norme CEI 106-11 e 211-4.

### **2.2.1 Schemi delle configurazioni geometriche dei conduttori nei nuovi collegamenti aerei**

Nella tabella seguente si riportano le configurazioni geometriche dei conduttori ed i relativi risultati dei calcoli dell'induzione magnetica e campo elettrico. Nella tabella è altresì indicato il valore della DPA, definita al paragrafo precedente.

Si specifica che, a scopo cautelativo, come sostegno base per il calcolo della DPA secondo la procedura semplificata del D.M. 29/05/2008, è stato utilizzato il palo di amarro E lungo tutto lo sviluppo degli elettrodotti aerei. Utilizzando questa tipologia di sostegno è possibile considerare il caso peggiorativo per l'induzione magnetica, essendo la distanza tra le fasi massima rispetto alle altre configurazioni utilizzabili all'interno del progetto in fase realizzativa.

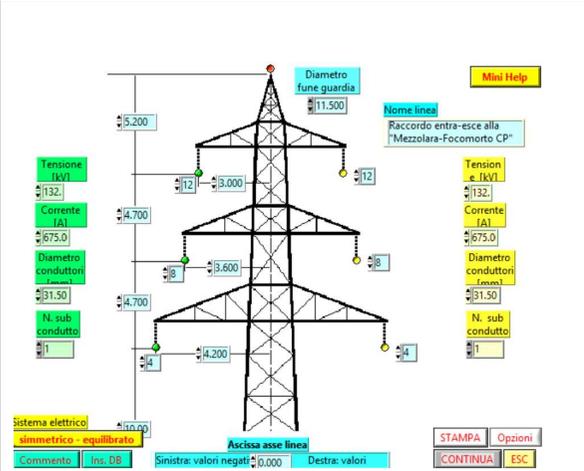
**CONFIGURAZIONE CONDUTTORI**

**GEOMETRICA**

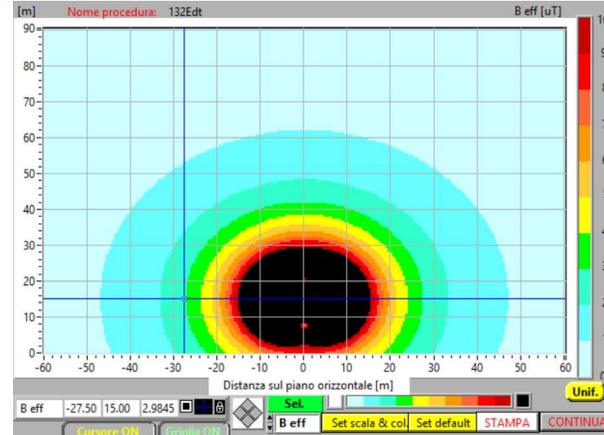
**RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA**

**RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO**

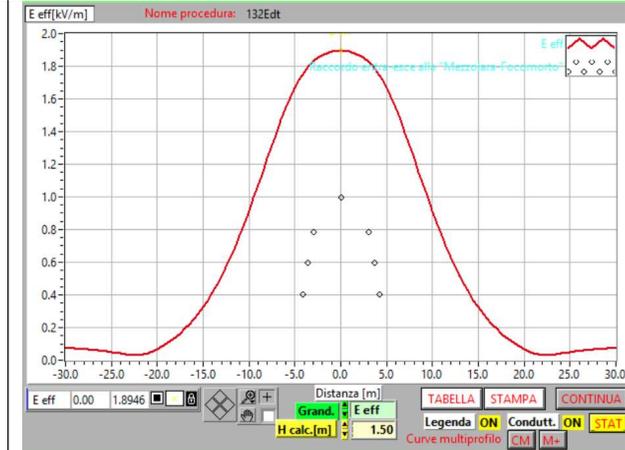
**132 kV - Sostegno tipo Edt - Traliccio doppia terna**



Portata = 675 A

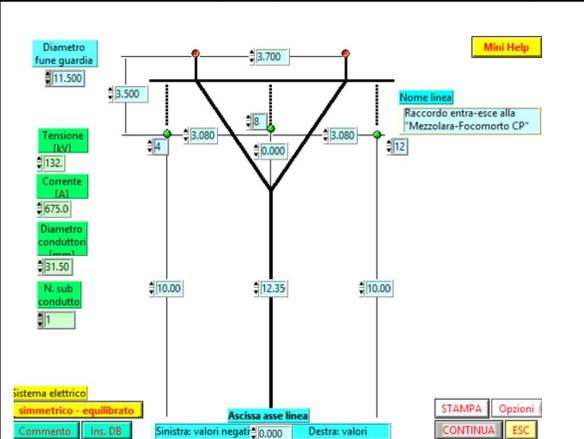


Larghezza semifascia  $3 \mu T = 28$  m  
Larghezza totale fascia  $3 \mu T = 56$  m

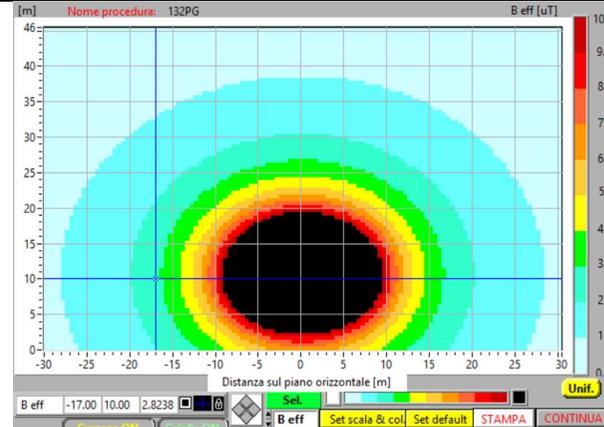


Campo elettrico esterno sempre inferiore a 5 kV/m

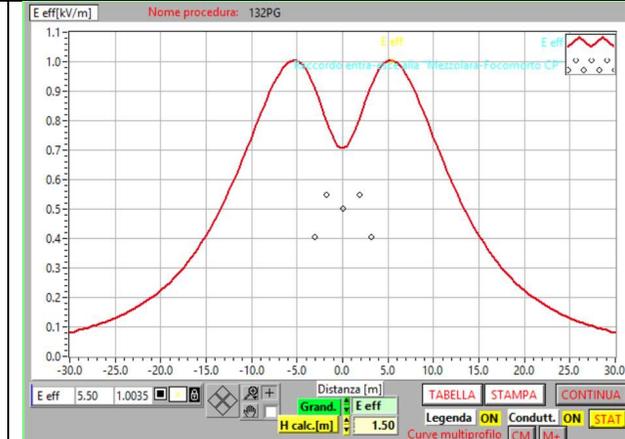
**132 kV - Sostegno portale di stazione tipo Palo Gatto**



Portata 675 A



Larghezza semifascia  $3 \mu T = 17$  m  
Larghezza totale fascia  $3 \mu T = 34$  m



Campo elettrico esterno sempre inferiore a 5 kV/m

### **2.3 Rappresentazione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA)**

In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi, incroci e derivazioni, non è più sufficiente fornire solo la DPA ma è necessario introdurre il concetto di Area di Prima Approssimazione (APA), calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell'Allegato al Decreto 29 Maggio 2008. La rappresentazione di tali aree di prima approssimazione è riportata nel doc. n. DEDR22002B2524580 "Corografia con Aree di Prima Approssimazione".

**Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della Distanza di Prima Approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.**

### **3 VERIFICA DELLA PRESENZA DI PUNTI SENSIBILI ALL'INTERNO DELLE DPA**

Dopo aver determinato le DPA, ovvero le APA laddove necessario, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che "in seguito all'emergere di situazioni di non rispetto della DPA per vicinanza tra edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore alle 4 ore [...] eseguire il calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni della linea al fine di consentire una corretta valutazione."

Al fine di evidenziare la compatibilità dell'opera con i fabbricati esistenti, per ciò che concerne i valori limite dell'induzione magnetica, risulta dunque necessario effettuare, come previsto dal Decreto, il calcolo puntuale della fascia di rispetto, in corrispondenza delle sezioni di elettrodotto interessate dalla vicinanza con gli edifici suddetti, considerando l'effettiva geometria dei sostegni e la reale disposizione dei conduttori nello spazio, nella sezione considerata.

Come noto, il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità della corrente che circola nei conduttori degli impianti elettrici. Nel caso specifico, per le valutazioni del campo magnetico generato dagli elettrodotti esistenti, sono state utilizzate le "Portate in Corrente in Servizio Normale", come definite dalla Norma CEI 11-60.

Il parametro della catenaria, definito come rapporto tra il tiro applicato ed il peso unitario del conduttore, è stato stabilito seguendo le prescrizioni dettate dalle Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 Luglio 2003". Tale norma prevede, per elettrodotti localizzati in Zona B, di effettuare le simulazioni in condizioni di Massima Freccia, con temperatura di riferimento di 40°C.

Per il calcolo è stato utilizzato il software "WinEDT" sviluppato da SE.DI.COM. S.r.l.; i calcoli inoltre sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Come si evince dal doc. n. DEDR22002B2524580, non emergono delle situazioni in cui alcuni manufatti ricadono all'interno delle APA.

#### **4 VERIFICA DELLA CONFORMITÀ DELL'OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO**

Il campo elettrico generato da un elettrodotto aereo dipende unicamente dal valore della tensione a cui questo viene esercito; esso è stato calcolato in conformità alla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche".

L'altezza dal piano campagna, alla quale è stato calcolato il valore del campo elettrico, è pari a 1.5 m.

Tale valore è scelto in base alla Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 100 kHz, con riferimento all'esposizione umana", la quale considera, in generale, come "significativi ai fini della caratterizzazione dell'esposizione umana", i punti ad altezze di 1 - 1.5 m dal piano di calpestio.

Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata, cautelativamente, la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica in condizioni di Massima Feccia con temperatura di riferimento di 40°C (Zona B) e, in base ai criteri progettuali adottati, risulta pari a 10 m per le linee a 132 kV corrispondente cioè all'approssimazione del valore indicato dal D.M. 1991.

Per il calcolo è stato utilizzato il software EMF Tools sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alla Norma CEI 211-4.

I risultati delle analisi del campo elettrico generato dalle opere in progetto sono riportati nelle tabelle di cui al paragrafo 2. Il calcolo viene sviluppato per il sostegno con dimensioni maggiori, che quindi genera i valori di campo elettrico più alti. Tale sostegno risulta essere il tipo E, le cui caratteristiche geometriche sono riportate nel capitolo precedente.

Da tale analisi si evince che il valore del campo elettrico calcolato ad 1.5 m dal piano campagna è sempre inferiore a 5 kV/m come prescritto dal DPCM 8 luglio 2003.

#### **5 CONCLUSIONI**

L'applicazione del decreto ha permesso la definizione delle distanze ed aree di prima approssimazione all'interno delle quali sono stati individuati come recettori quegli edifici destinati a permanenza non inferiore a 4 ore/giorno, come definito nel D.P.C.M. 8 luglio 2003.

Il calcolo puntuale in corrispondenza dei recettori è stato dapprima analizzato attraverso la proiezione al suolo della fascia di rispetto ( $3 \mu\text{T}$ ), considerando il modello tridimensionale; attraverso questo primo passo è stato possibile determinare i recettori in corrispondenza dei quali, ricadendo all'esterno di tale proiezione al suolo, è sicuramente rispettato l'obiettivo di qualità.

In una seconda fase, invece, sono stati analizzati i recettori ricadenti all'interno dell'APA dimostrandone, mediante la modellazione tridimensionale, l'esclusione dalla fascia di rispetto ( $3 \mu\text{T}$ ) suddetta.

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

 <p><b>Terna Rete Italia</b> T E R N A G R O U P</p>	<p style="text-align: center;"><b>APPENDICE D</b></p> <p style="text-align: center;">Nuova S.E. 132 kV di Minerbio e raccordi alla RTN</p>	<p>Codifica Elaborato: _____</p> <p style="text-align: center;"><b>REDR22002B2524470</b></p> <p style="text-align: center;">Rev. 01      Data 07/12/2022</p>
---	--	--

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