

PROGETTO

# NUOVA CABINA PRIMARIA DENOMINATA " CP BORGO QUATTORDICI " COMUNE DI CELANO (AQ)

## PROGETTO DEFINITIVO

### RELAZIONE DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO

valutazione dell'impatto elettromagnetico, ai sensi della *legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* del 22/02/01, n° 36, del D.P.C.M. dell'08/07/03 "fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione dalle esposizioni a campi Elettrici e Magnetici, a  $f = 50$  Hz, generati da elettrodotti", della Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana" e del D.M.A. del 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	Codice	TAVOLA	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	LCL 6302491196 AUT_2623120	E_2	CEL-PD-E_2_R0	FEBBRAIO 2023	--

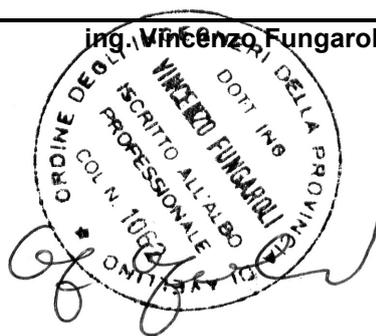
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	PRIMA EMISSIONE	FEB 2023	F.V.	V.R.	V.R.

Progettazione:

progettazione:  
associazione temporanea di  
ingegneri



ing. Vincenzo Fungaroli



Ing. Maurizio Romano Terracciano



COMMITTENTE:

e-distribuzione

e-distribuzione S.p.A.  
I&N-PROJECT MANAGEMENT &  
CONSTRUCTION  
Via Ombrone, 2 - 00198 Roma  
P. IVA.: 15844561009  
C. F. : 05779711000  
Telefono 0683050.1

# Indice

Capitolo	Paragrafo	Argomento	Pagina
		LEGGE 36/01 IMPATTO ELETTROMAGNETICO	5
<b>1</b>		Rilievo dei livelli di Campo Elettrico e Magnetico	6
	1	Introduzione e valutazioni tecnico legislative	6
	2	Strumentazione impiegata	6
	3	Modalità di rilevazione dei livelli di campo nei punti ricettori	6
	3.1	Criterio di scelta della strumentazione	7
	3.2	Scelta di posizione della misura	7
	3.3	Orientamento della sonda	7
	3.4	Esecuzione della misura	7
	4	Modalità operative	7
	5	Condizioni ambientali	7
	6	Osservanza delle condizioni normative	8
	7	Determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica di fondo	8
<b>2</b>		Modelli per il calcolo dei campi Elettrici e Magnetici generati da linee elettriche – Norma CEI 211 – 4	9

1	Schematizzazione della linea	9
2	Calcolo del campo Elettrico	9
3	Calcolo dell'Induzione Magnetica	11
4	Simulazione dei livelli di campo Elettrico e di Induzione Magnetica conseguenti alla realizzazione della Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV – Celano (AQ)	12
4.1	Caratteristiche elettriche dei cavidotti di arrivo in AT (150 kV) per il collegamento in rete delle tre linee da installare nella nuova Cabina Primaria (CP) Borgo Quattordici	12
4.2	Caratteristiche elettriche dei cavidotti cordati ad elica visibile per il collegamento dei Trasformatori 150/20-15 kV al Box Quadri MT DY770	18
4.3	Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV	20
4.4	Tabulazione della Scheda relativa alla corrente di calcolo delle linee in AT di Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV	20
5	Conclusioni	22
Allegato 1	Tabella rilievi Campi: Allegato 1/Induzione Magnetica B e Allegato1/Campo Elettrico E	
Allegato 2	Tabella parametri meteorologici	

- Allegato 3 Tabella confronto tra l'induzione magnetica rilevata B ed i valori di Esposizione, Attenzione, Qualità: Allegato 3/Induzione Magnetica B e Allegato 3/Campo Elettrico E
- Allegato 4-1 Report misure di Campo Elettrico e di Induzione Magnetica.
- Allegato 4-2 Inquadramento Area di allocazione Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV – intersezione Strade 13 e 5 (Piana del Fucino) di Celano (AQ) – con indicazione DPA, Scala 1:500
- Allegato 4-3 Inquadramento Ortofoto dell'Area su cui è allocata la Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV – intersezione Strade 13 e 5 (Piana del Fucino) di Celano (AQ)– Scala 1:1000
- Allegato 5 Certificazioni delle strumentazioni utilizzate per l'esecuzione dei rilievi di fondo di Induzione Magnetica B e Campo Elettrico E

## RELAZIONE TECNICA

### **LEGGE 36/01 IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Analisi condotta per conto dell'azienda: ““E-Distribuzione S.p.A.””.

Misura finalizzata ad accertamenti riguardanti la seguente attività: **Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV, di interfaccia tra sistema di trasmissione AT e sistema di distribuzione MT, progettata per l'allocazione nel territorio comunale di Celano (AQ) – intersezione strade 13 e 5 della Piana del Fucino – , da dotare di tre linee in AT a 150 kV collegate a stalli di trasformazione 150/20-15 kV e relativo Edificio Quadri MT.**

Sede in cui ha avuto luogo la verifica elettromagnetica: presso il sito che ospiterà la **Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV, contraddistinta dalla sigla CP**, gestita da *E-Distribuzione S.p.A.* [Comune di **Celano (AQ) – intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino**].

Sede legale dell'azienda E-Distribuzione S.p.A.: **Via Ombrone, 2 – 00198 – Roma.**

Tecnici esecutori delle indagini elettromagnetiche: **Ing. Maurizio Romano Terracciano**, indirizzo elettronica e telecomunicazioni, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Avellino, col n° 1231; **Ing. Vincenzo Fungaroli**, indirizzo elettronica e telecomunicazioni, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Avellino, col n° 1062.

#### **1. Tipologia di verifica**

Capitolo 1: illustrazione della tipologia di verifica e delle modalità di rilievo dei livelli di campo elettrico e magnetico per la salvaguardia della popolazione dalle esposizioni, in corrispondenza dei punti di attraversamento delle linee elettriche esterne indicate dal committente, secondo le prescrizioni del D.P.C.M. 08/07/03 e della Norma CEI 211 – 6;

Capitolo 2: procedura di determinazione dei livelli di campo elettrico e magnetico, originati, sempre in corrispondenza dei punti di attraversamento indicati dal committente, dalle linee elettriche interrate uscenti dalla Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV per il collegamento alla rete di distribuzione “ENEL Terna” – Norma CEI 211 – 4.

## CAPITOLO 1

### ***Rilievo dei livelli di campo Elettrico e Magnetico***

#### **1. Introduzione e valutazioni tecnico legislative**

L'azienda committente, in ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 36/01, ha conferito l'incarico ai succitati tecnici, allo scopo di procedere alla valutazione dell'impatto elettromagnetico determinato, in corrispondenza dei punti ricettori, dalle linee elettriche uscenti dalla Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV per il collegamento alla rete di distribuzione delle linee in AT (linee a 150 kV con stalli di trasformazione 150/20-15 kV ed Edificio Quadri MT) da realizzare all'interno di quest'ultima ricadente nel Comune di Celano (AQ) – intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino. Sia le linee elettriche di collegamento che la Cabina Primaria risultano essere individuabili nella tavola planimetrica (Allegato 4-3), rappresentata in scala 1:1.000, in corrispondenza dell'intersezione tra le Strade 13 e 5 della Piana del Fucino nel territorio comunale di Celano, con l'ausilio del sistema di coordinate UTM. Nella fattispecie, è stata analizzata l'incidenza delle linee elettriche in AT e relative connessioni in MT, con cui incrementare i punti di connessione del territorio in questione alla rete elettrica nazionale, sui livelli di induzione magnetica, ciò in rapporto alla protezione dalle esposizioni ai campi magnetici generati a frequenza di rete ( $f = 50$  Hz).

L'analisi, inoltre, è stata anche realizzata in conformità a quanto previsto dalle disposizioni legislative emanate ad integrazione ed a supporto della Legge n° 36 del 2001. Esse sono:

- D.P.C.M. 08/07/03;
- Norma CEI 211 – 6;
- Norma CEI 211 – 4.

#### **2. Strumentazione impiegata**

Il sistema di rilevamento utilizzato è costituito da un **analizzatore di induzione magnetica e di campo elettrico *Taoma, piattaforma di misura per CEM***, operante nella banda da 15 Hz a 100 KHz, equipaggiato con **filtri selettivi a banda larga** (in osservanza D.P.C.M. 08/07/03).

Il sistema di misura è completato da una centralina microclimatica digitale, del tipo Lutron AM-4206, destinata al rilievo degli altri parametri da abbinare a quelli elettromagnetici, quali la velocità e la direzione del vento, la temperatura e l'umidità relativa, oltre ad un sistema GPS per l'acquisizione delle coordinate UTM. Le caratteristiche principali di questo rilevatore prevedono un tempo di campionamento di circa 1 sec., un range di acquisizione dei dati di velocità del vento tra 0,4÷25 m/s (risoluzione 0,01 m/s), un range di acquisizione dei dati di temperatura tra 0÷50°C (risoluzione 0,1°C), un range di acquisizione dei dati di UR tra 0÷100 RH (risoluzione 0,1% RH). La strumentazione è munita di certificato di calibrazione destinato a garantire le precisioni dichiarate sul manuale d'uso.

#### **3. Modalità di rilevazione dei livelli di campo nei punti ricettori**

Al fine di procedere ad una corretta campagna di misure, sono state osservate le prescrizioni dettate dalla Norma CEI 211 – 6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana”. L'osservanza della citata Norma, infatti, consente di conseguire la cosiddetta “qualità della misura”, intesa come l'insieme dei fattori che ne fanno un dato di riferimento oggettivo.

### **3.1 Criterio di scelta della strumentazione**

Il sistema di misura adottato soddisfa le specifiche riguardanti la strumentazione da utilizzare per l'esecuzione di rilievi in bassa frequenza. Esso è in grado di acquisire il valore isotropico dell'induzione magnetica, con gamma di misura da 5 nT a 64 mT.

### **3.2 Scelta della posizione di misura**

Particolare attenzione è stata posta anche nella scelta dei punti adatti all'esecuzione dei rilievi. Perciò, essendo la valutazione finalizzata alla misurazione dei campi elettrici e magnetici determinati dai sistemi di trasmissione dell'energia elettrica (cavi in arrivo sulle linee primarie in AT e relativi stalli di trasformazione per la realizzazione, ex novo, della Cabina Primaria Borgo Quattordici da connettere alla linea di distribuzione nazionale), sono state scelte delle postazioni prese in corrispondenza dei passaggi dei cavi, ciò al fine di relazionare i valori acquisiti con i limiti previsti dalla Legge n° 36 del 22 febbraio 2001.

### **3.3 Orientamento della sonda**

Si è fatto uso di un sensore adatto all'acquisizione isotropica delle grandezze in gioco. Esso è stato montato su apposito sostegno e collegato direttamente all'analizzatore. La strumentazione è stata posizionata su di un tripode ad un'altezza di m 1,50 dal suolo e in punti situati in prossimità dei passaggi previsti per i cavi di ogni linea elettrica. L'operatore, durante l'esecuzione delle misure, si è mantenuto ad una distanza minima di 3 metri dalla sonda.

### **3.4 Esecuzione della misura**

L'operatore ha dato avvio ai rilievi posizionando la sonda sul tripode di sostegno, avendo cura di tenerla a distanza da eventuali sorgenti interferenti, e, come già asserito precedentemente, di allontanarsi dal punto di esecuzione della misura per una distanza lineare pari o superiore ad almeno 3 metri. I rilievi sono stati eseguiti, inoltre, in assenza di precipitazioni atmosferiche ed in condizioni di temperatura ed umidità compatibili con il corretto funzionamento della strumentazione.

## **4. Modalità operative**

Le fasi misurative, allo scopo di rilevare i campi elettrici e magnetici di fondo, sono state eseguite il giorno 28 del mese di gennaio 2023, protraendosi per tempi opportunamente scelti e, comunque, avendo cura di eseguire ogni rilievo per una durata superiore ai due minuti. In particolare, trovandoci nella fase preliminare di valutazione, si è proceduto al rilievo dei campi elettrici e magnetici residui in corrispondenza di quei punti situati nelle posizioni più prossime al sito su cui si dovrà realizzare la Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV Borgo Quattordici nell'ambito del territorio comunale di **Celano (AQ)**.

## **5. Condizioni ambientali**

Le condizioni meteorologiche all'atto delle misurazioni erano discrete, con venti di intensità compresa tra 1,0 e 3,5 m/s (orientamento Nord/Est), la temperatura oscillante tra 5 e circa 6 °C e la percentuale di umidità variabile tra il 65 e il 70%. Comunque, nell'allestimento della catena di misura e durante i rilievi si è posta particolare cura nell'eseguire le misure collocando il sensore ad una distanza minima di 10 m da eventuali sorgenti interferenti di campo elettromagnetico a 50 Hz.

## 6. Osservanza delle condizioni normative

La legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici del 22 febbraio 2001, n° 36, proponendosi lo scopo di tutelare la salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione, ha imposto un limite di esposizione (art. 3, comma b), un valore di attenzione (art. 3, comma c) ed un obiettivo di qualità (art. 3, comma d). Tali valori sono stati, poi, formalizzati con il D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 che all'art. 3, commi 1 e 2, ha fissato i limiti di esposizione ed i valori di attenzione in riferimento ai campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, mentre all'art. 4, comma 1, ha stabilito gli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica.

<b>Valori di Campo Elettrico e di Induzione Magnetica generati da elettrodotti alla frequenza di rete di 50 Hz</b>			
	<b>Valori di esposizione</b>	<b>Valori di attenzione in luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 h.</b>	<b>Obiettivi di qualità in luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 h.</b>
<b>Campo Elettrico E</b>	5 KV/m	/	/
<b>Induzione magnetica B</b>	100 $\mu$ T	10 $\mu$ T	3 $\mu$ T

**Inoltre, proprio in relazione all'obiettivo di qualità, all'art 6 del D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 si pone in capo ai gestori degli elettrodotti l'obbligo di procedere alla determinazione delle fasce di rispetto, con l'impegno alla trasmissione dei dati alle autorità competenti.**

## 7. Determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica di fondo

La determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica residui **E<sub>i</sub>**, **B<sub>i</sub>** (campo ed induzione esistenti) è stata effettuata procedendo a dei rilievi strumentali presi, soprattutto, in corrispondenza di luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle 4 hh. giornaliere.

I punti di rilievo sono stati identificati con i simboli **R<sub>B1</sub>**, **R<sub>B2</sub>**.

## Modelli per il calcolo dei campi Elettrici e Magnetici generati da linee elettriche – Norma CEI 211-4

### 1. Schematizzazione della linea

Ai fini del calcolo del campo elettrico ( $\vec{E}$ ) e dell'induzione magnetica ( $\vec{B}$ ), la linea viene schematizzata come un insieme di conduttori tra di loro paralleli, di lunghezza infinita, e disposti parallelamente al terreno, quest'ultimo schematizzato come piano di estensione infinita.

I modelli sono descritti riferendosi al caso di linee elettriche con tensioni simmetriche e correnti equilibrate, situazione che, in genere, risulta rispettata nel caso delle linee di Alta e Media Tensione. Occorre, comunque, sottolineare che i modelli si applicano anche al caso di sistemi elettrici dissimmetrici e squilibrati.

Inoltre, i modelli descritti consentono di calcolare i campi elettrici e magnetici in qualsiasi sezione trasversale della linea, considerando l'altezza reale dei conduttori nella sezione in esame. Così facendo, è possibile, con l'ausilio di un buon metodo di approssimazione, tener conto del fatto che i conduttori della linea si dispongano secondo una catenaria. Tali modelli, confortati anche da misure, hanno mostrato che se il calcolo viene eseguito in corrispondenza del franco minimo (vertice della catenaria), od in sezioni appartenenti alla parte centrale della catenaria, si ottengono risultati con un'approssimazione molto buona. In ogni caso, l'approssimazione rimane accettabile (< 10%) anche se il calcolo si riferisce a zone vicine ai punti di sospensione dei conduttori.

### 2. Calcolo del campo Elettrico

Il metodo di calcolo qui descritto è quello delle cariche equivalenti semplificato: si rinuncia, infatti, a studiare l'esatta distribuzione delle cariche sulle superfici dei conduttori, supponendo che esse siano concentrate al centro degli stessi, con una densità di carica lineare costante.

Per la determinazione delle cariche presenti sui diversi conduttori della linea ci si avvale del principio delle immagini, in base al quale un piano equipotenziale a potenziale nullo, quale si suppone essere il terreno, è simulabile per mezzo di una configurazione di cariche immagini, cioè di cariche di segno opposto a quelle che generano il campo e disposte specularmente rispetto al piano stesso.

In tal modo ci si riduce ad un sistema di conduttori tra loro paralleli, di cui sono noti i potenziali  $V(t)$ . Risulta, in tal modo, possibile calcolare le cariche lineari indotte presenti su di essi attraverso la relazione:

$$[\lambda(t)] = [C] * [V(t)]$$

dove  $[V(t)]$  rappresenta il vettore colonna delle tensioni,  $[\lambda(t)]$  quello colonna delle cariche lineari presenti sui conduttori e  $[C]$  la matrice quadrata dei coefficienti delle mutue capacità per unità di lunghezza.

L'espressione si può anche esprimere in termini fasoriali:

$$[\lambda] = [C] * [V]$$

La matrice  $[C]$  è costante, simmetrica e dipende solo dalla configurazione geometrica dei conduttori: essa si ricava invertendo la matrice  $[P]$  dei coefficienti di potenziale (coefficienti di Maxwell) che esprimono ciascun potenziale in funzione di tutte le densità lineari di carica; gli elementi di  $[P]$  sono così definiti:

$$p_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2y_i}{r_i}; \quad p_{ij} = p_{ji} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{D'_{ij}}{D_{ij}}$$

dove,  $r_i$  è il raggio del conduttore  $i$ -esimo,  $y_i$  la sua altezza dal suolo,  $D_{ij}$  la distanza tra i conduttori  $i$ -esimo e  $j$ -esimo e  $D'_{ij}$  la distanza tra il conduttore  $i$ -esimo e l'immagine del conduttore  $j$ -esimo. In particolare:

$$D_{ij} = D_{ji} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}; \quad D^I_{ij} = D^I_{ji} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i + y_j)^2}.$$

Nel caso di conduttori a fascio è possibile definire un raggio equivalente  $r_{eq}$ , da sostituire nelle espressioni dei coefficienti di potenziale, secondo la seguente indicazione:

$$r_{eq} = R * \sqrt[n]{\frac{n * r}{R}};$$

dove: n è il numero di subconduttori costituenti il fascio, r è il loro raggio, mentre R è il raggio del fascio di conduttori.

Nota la matrice [P], si ricavano le densità lineari di carica sui conduttori:

$$[\lambda] = [P]^{-1} * [V]$$

Una volta determinate le densità lineari di carica presenti sui conduttori, è possibile procedere al calcolo del campo Elettrico da esse generato, sovrapponendo gli effetti dei conduttori e delle loro immagini.

Infatti, applicando la legge di Gauss in forma integrale, nel caso di un conduttore di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante, si ottiene:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 * d} \vec{u}_r$$

dove d rappresenta la distanza dal conduttore rettilineo mentre  $\vec{u}_r$  costituisce il versore unitario con direzione radiale dal conduttore stesso.

Considerando, quindi, un sistema di riferimento [x,y], in cui (xi,yi) rappresentano le coordinate del conduttore i-esimo, e sommando gli effetti dei vari conduttori, raccogliendo tra loro le espressioni relative a ciascun conduttore ed alla sua immagine, si ottengono le espressioni delle singole componenti (fasoriali) del vettore del campo Elettrico:

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_i \lambda_i \left[ \frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y + y_i)^2} \right];$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_i \lambda_i \left[ \frac{y - y_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \frac{y + y_i}{(x - x_i)^2 + (y + y_i)^2} \right];$$

È bene notare che se nella relazione della densità di carica lineare sui conduttori si introducono i fasori delle tensioni in termini di valore efficace, si ottengono i fasori delle densità lineari di carica e delle due componenti di campo Elettrico, anch'essi in termini di valori efficaci. Analogamente, se nella stessa equazione della densità di carica lineare sui conduttori si introducono i valori massimi delle tensioni, si ottengono le due componenti di campo Elettrico in termini di valore massimo.

È, infine, opportuno sottolineare che il modello sopra descritto è valido nel caso ideale in cui non siano presenti oggetti conduttori, quali edifici, alberi, recinzioni e, quindi, nel caso di campo imperturbato. Questi elementi, infatti, perturbano il campo Elettrico in modo tale da esaltarne nelle zone sovrastanti e da abbatterlo in quelle aree situate in prossimità del suolo. In particolare, il grado di riduzione e l'area interessata dipendono dall'altezza e dalla forma dell'elemento interessato. Per quanto attiene, poi, gli edifici è importante sottolineare che questi consentono di schermare gli ambienti interni.

### 3. Calcolo dell'induzione magnetica

Si deve dire che il calcolo dell'induzione magnetica risulta più semplice rispetto a quello del campo elettrico. I motivi sono, sostanzialmente, i seguenti:

- Non è necessario calcolare il valore delle cariche lineari indotte sui conduttori, in quanto i valori d'induzione dipendono direttamente dalle correnti note;
- Il terreno viene considerato come un piano avente permeabilità relativa pari ad 1, e, quindi, nei calcoli si trascura il contributo delle correnti immagini.

Per il calcolo dell'induzione magnetica, si ricorre alla legge di Biot – Savart che esprime, in un generico punto dello spazio, il valore dell'induzione magnetica  $B$ , generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente  $I$ , attraverso l'equazione:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} * \frac{I}{d} * (\vec{u}_I \times \vec{u}_r),$$

dove “d” rappresenta la distanza tra il conduttore ed il punto di calcolo; i vettori  $\vec{u}_I$  ed  $\vec{u}_r$  indicano, rispettivamente, il verso della corrente e della relativa normale, mentre il simbolo interposto tra i due vettori ne indica il prodotto vettoriale.

Ricorrendo, quindi, al medesimo sistema di riferimento utilizzato per il calcolo del campo elettrico, ed essendo il versore del campo dovuto al conduttore  $i$ -esimo pari a:

$$\vec{u}_{B,i} = \vec{u}_{I,i} \times \vec{u}_{r,i} = -\frac{y-y_i}{d_i} \vec{u}_x + \frac{x-x_i}{d_i} \vec{u}_y,$$

si ottengono le seguenti espressioni da utilizzare per il calcolo delle componenti spaziali (fasoriali) dell'induzione magnetica, quale contributo delle correnti nei diversi conduttori:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right];$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right];$$

Si deve evidenziare che le componenti dell'induzione magnetica ottenute sono rappresentate in termini di valori efficaci se anche i fasori delle correnti  $I$  sono considerati negli stessi termini.

#### **4. Simulazione dei livelli di campo Elettrico e di Induzione Magnetica conseguenti alla realizzazione della Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV – Celano (AQ)**

Al fine di simulare i livelli di Campo Elettrico e di Induzione Magnetica, prodotti dalla futura realizzazione (con l'impiego delle linee ad AT e relativi stalli di trasformazione AT/MT) della Cabina Primaria Standard Borgo Quattordici, è necessario elencarne le principali parti componenti:

- n° 4 stalli linea 150 kV (di cui n.2 per eventuale previsione futura);
- Sistema di sbarre a 150 kV;
- n° 3 trasformatori 150/20 kV, ciascuno da 40 MVA (di cui n. 1 per eventuale previsione futura), con arrivo cavo lato MT;
- Edificio quadri MT;
- Cabina Servizi ausiliari, completa di impianti ausiliari;
- Cabina rifasamento;
- Opere elettromeccaniche AT;
- Sistema di messa a terra del neutro relativo ai tre trasformatori con il collegamento delle tre bobine di Petersen (di cui n.1 per eventuale previsione futura) sulla sbarra MT tramite TFN (Trasformatore Formatore di Neutro).
- n° 21 trasformatori di corrente, utilizzati per il complesso di protezione e controllo delle linee AT, conformi all'unificato ENEL;
- n° 9 scaricatori di sovratensione, utilizzati per la protezione contro le tensioni di origine impulsiva, conformi all'unificato ENEL;
- n° 4 interruttori a comando unipolare (3 poli ognuno), conformi all'unificazione ENEL;
- n° 3 interruttori a comando tripolare (3 poli ognuno), conformi all'unificazione ENEL;
- n° 12 trasformatori di tensione capacitivi, utilizzati per il complesso di protezione e controllo delle linee AT, conformi all'unificato ENEL;
- n° 8 sezionatori tripolari orizzontali, conformi all'unificazione ENEL;
- n° 4 sezionatori tripolari orizzontali con lame M.A.T., conformi all'unificazione ENEL;
- n° 4 portali a tiro pieno H=15 m;

La fonte dei campi da valutare sarà costituita dalle due linee in AT a 150 kV (costituite da conduttori in tubo di Al da 100/90 mm), collegate a quelle in MT (completate con utilizzo di cavi cordati ad elica), con le quali si intende dotare la nuova Cabina Primaria Standard 150/20-15 kV denominata Borgo Quattordici (Comune di Celano, intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino).

##### **4.1 Caratteristiche elettriche dei cavidotti di arrivo in AT (150 kV) per il collegamento in rete delle tre linee da installare nella nuova Cabina Primaria (CP) Borgo Quattordici**

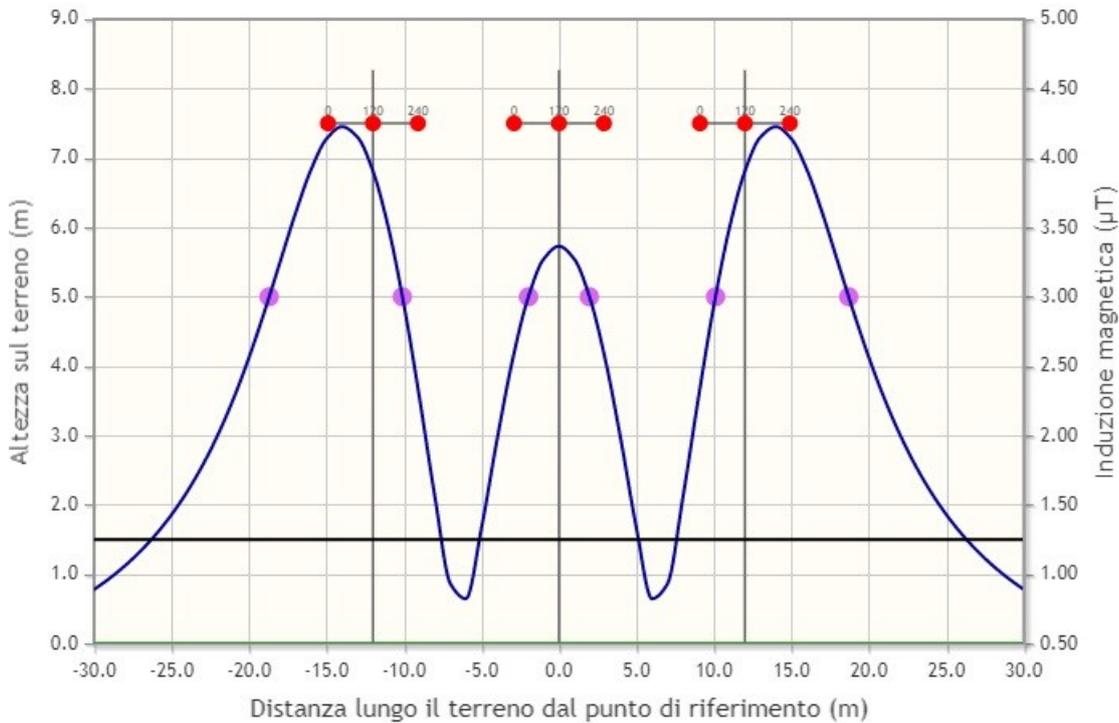
Il trasporto dell'energia in AT avviene mediante conduttori in tubo d'alluminio del diametro di 100/90 mm per le sbarre principali poste ad una quota di 7,5 metri. Per gli altri collegamenti viene usata la corda in alluminio da 36 mm e tubo in alluminio da 40 mm. La preferenza è per la corda, per motivi di resistenza alle azioni sismiche, maggiore durabilità e maggiore portata oltre che per facilitare gli interventi di manutenzione. Per quanto riguarda, poi, la modalità di collegamento tra morsetteria e conduttore, si utilizza quella a compressione.

Nel seguito si riportano tre casi di impiego delle linee in AT la cui elencazione è la seguente:

1. Caso in cui la corrente che impegna i conduttori sia equivalente a 200 A;
2. Caso in cui la corrente che impegna i conduttori sia equivalente a 250 A;
3. Caso in cui la corrente che impegna i conduttori sia equivalente a 870 A.

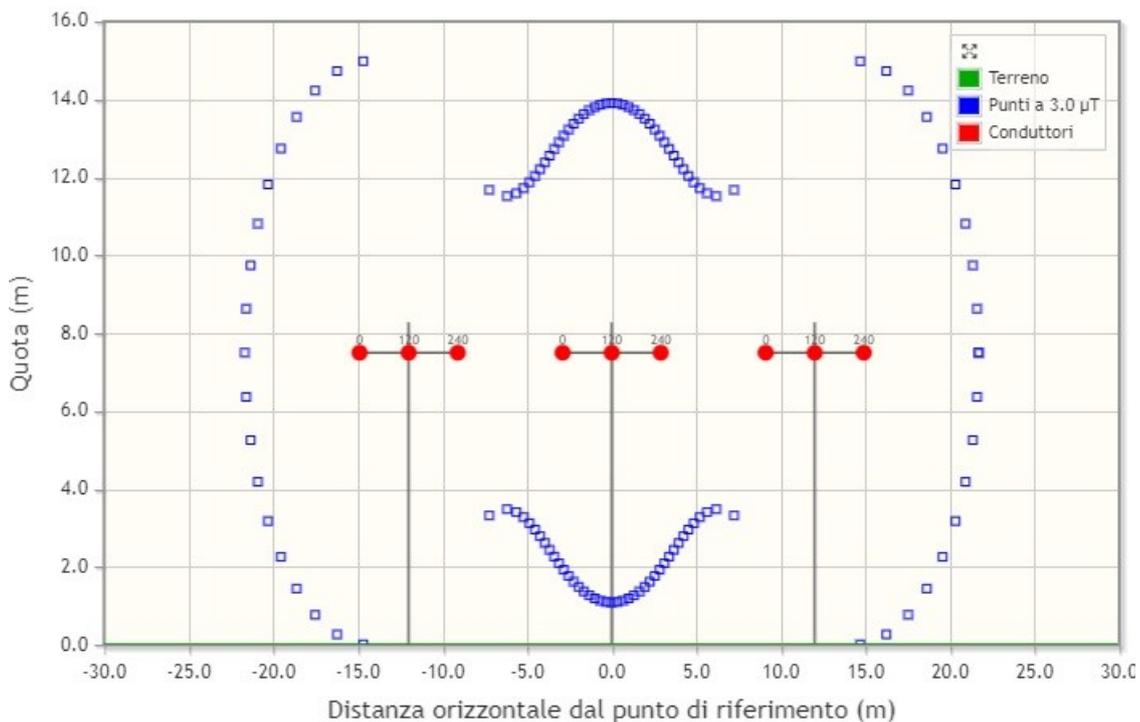
### Caso in cui la corrente che impegna i conduttori sia equivalente a 200 A:

Nel seguito si riportano le variazioni dell'andamento dell'Induzione magnetica al variare della corrente transiente all'interno dei conduttori.



Nel caso in questione, il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  si raggiunge ad una distanza inferiore ai 19 metri (m 18,7) dal centro del complesso delle tre linee in arrivo a 150 kV costituite da conduttori in tubo di Al da 100/90 mm.

Nella rappresentazione grafica sotto riportata, si individuano tutte le posizioni dei punti presentanti un livello di induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  (colore blu). In essa si nota la posizione dei conduttori (in rosso) e quella del terreno (in verde).



La valutazione del picco spaziale di induzione magnetica B, si ottiene in corrispondenza di due punti equidistanti dal centro linea ad un'altezza dal suolo di circa metri 7,5 e ad una distanza di metri 14 dal centro sbarre ad AT. Tale valore viene tabulato, come indicato nel seguito:

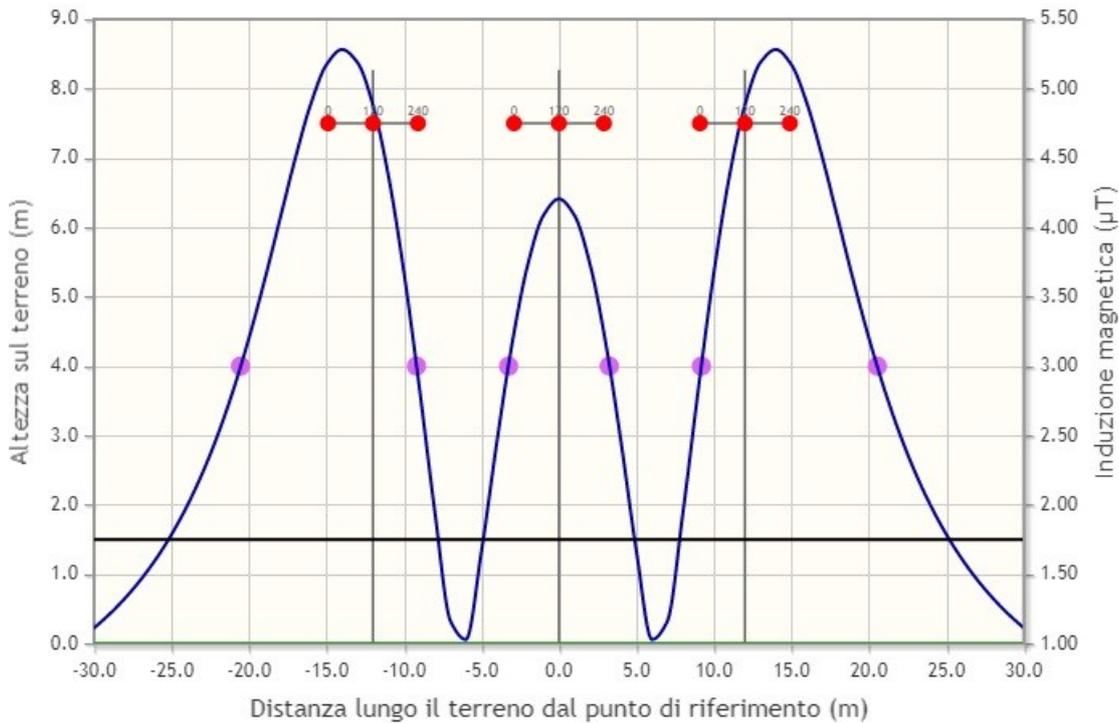
$$B_{\text{picco}} = 4,23 \mu\text{T}$$

Inoltre, si evidenzia come il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  si raggiunge in corrispondenza di sei punti posti a diverse distanze dal centro sbarre.

<b>Punti di intersezione con valori caratteristici</b>	
<b>Livello Induzione Magnetica [<math>\mu\text{T}</math>]</b>	<b>Posizione rispetto centro sbarre [m]</b>
<b>3</b>	<b>+ 18,7; - 18,7</b>
<b>3</b>	<b>+ 10,11; - 10,11</b>
<b>3</b>	<b>+ 1,96; - 1,96</b>
<b>Livello di Picco dell'Induzione Magnetica [<math>\mu\text{T}</math>]</b>	
<b>4,23</b>	

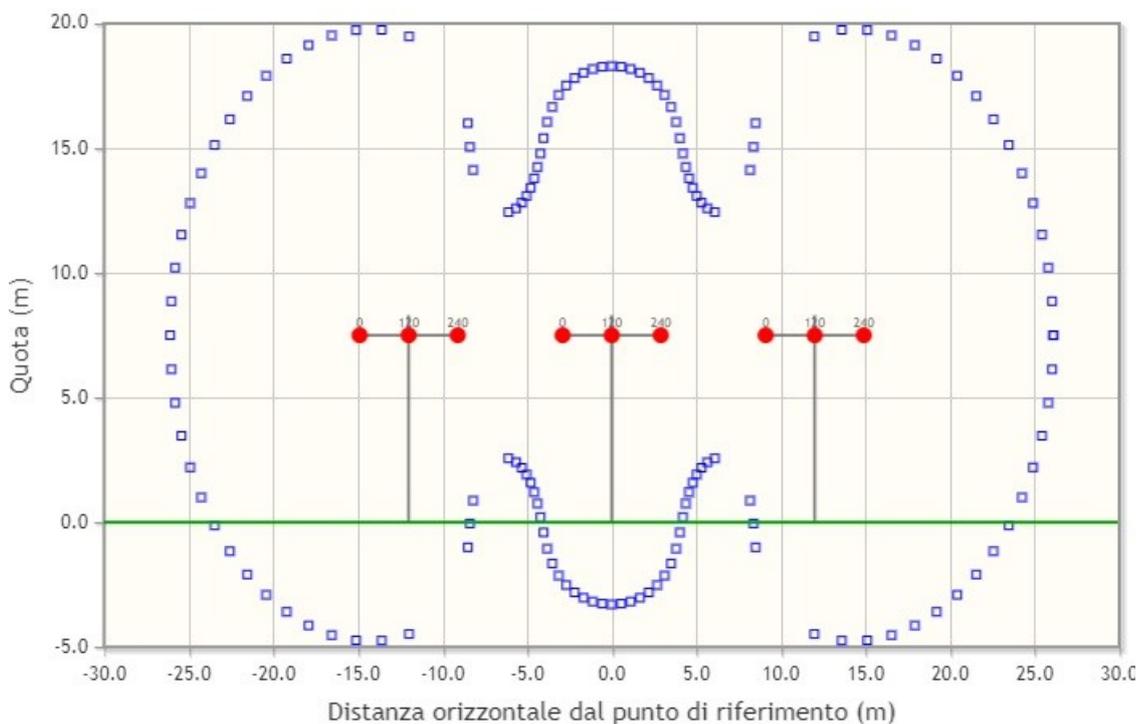
### Caso in cui la corrente che impegna i conduttori sia equivalente a 250 A:

Nel seguito si riportano le variazioni dell'andamento dell'Induzione magnetica al variare della corrente transitante all'interno dei conduttori.



Nel caso in questione, il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  si raggiunge ad una distanza inferiore ai 21 metri (m 20,55) dal centro del complesso delle tre linee in arrivo a 150 kV costituite da conduttori in tubo di Al da 100/90 mm.

Nella rappresentazione grafica sotto riportata, si individuano tutte le posizioni dei punti presentanti un livello di induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  (colore blu). In essa si nota la posizione dei conduttori (in rosso) e quella del terreno (in verde).



La valutazione del picco spaziale di induzione magnetica B, si ottiene in corrispondenza di due punti equidistanti dal centro linea ad un'altezza dal suolo di circa metri 8,5 e ad una distanza di metri 14 dal centro sbarre ad AT. Tale valore viene tabulato, come indicato nel seguito:

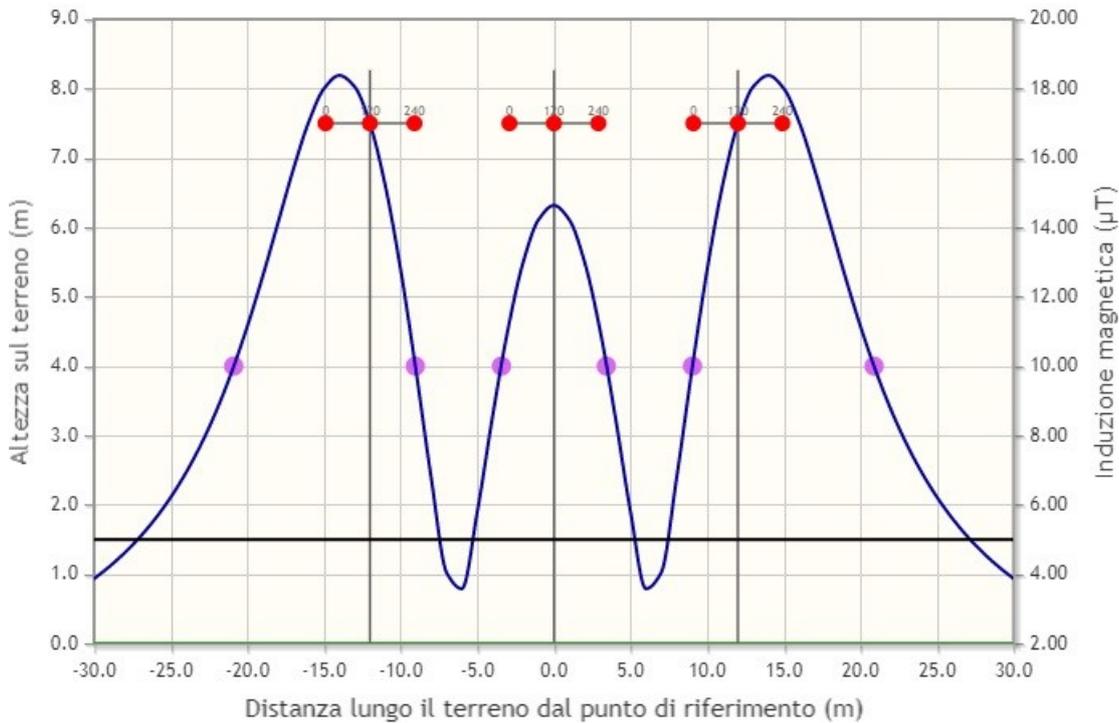
$$B_{\text{picco}} = 5,28 \mu\text{T}$$

Inoltre, si evidenzia come il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  si raggiunge in corrispondenza di sei punti posti a diverse distanze dal centro sbarre.

<b>Punti di intersezione con valori caratteristici</b>	
<b>Livello Induzione Magnetica [<math>\mu\text{T}</math>]</b>	<b>Posizione rispetto centro sbarre [m]</b>
<b>3</b>	<b>+ 20,55; - 20,55</b>
<b>3</b>	<b>+ 9,19; - 9,19</b>
<b>3</b>	<b>+ 3,25; - 3,25</b>
<b>Livello di Picco dell'Induzione Magnetica [<math>\mu\text{T}</math>]</b>	
<b>5,28</b>	

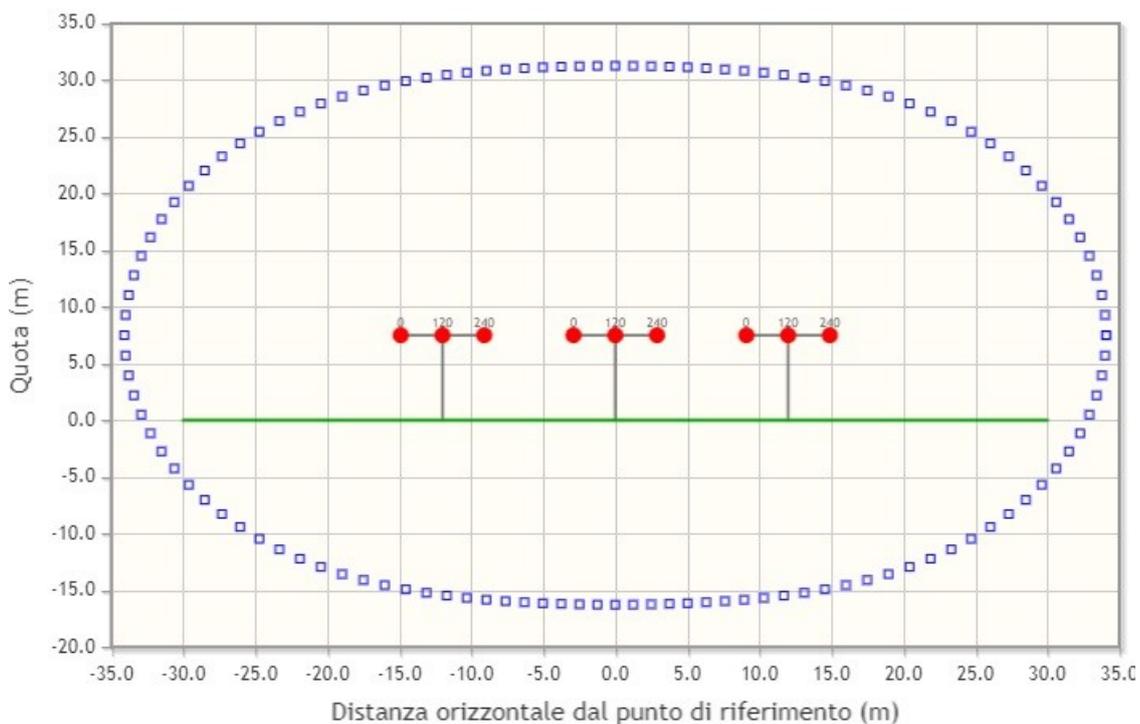
### Caso in cui la corrente che impegna i conduttori sia equivalente a 870 A:

Nel seguito si riportano le variazioni dell'andamento dell'Induzione magnetica al variare della corrente transitante all'interno dei conduttori.



Nel caso in questione, il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  si raggiunge, diversamente dai casi precedenti, ad una distanza di poco inferiore ai 21 metri (m 20,89) dal centro del complesso delle tre linee in arrivo a 150 kV costituite da conduttori in tubo di Al da 100/90 mm.

Nella rappresentazione grafica sotto riportata, si individuano tutte le posizioni dei punti presentanti un livello di induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  (colore blu). In essa si nota la posizione dei conduttori (in rosso) e quella del terreno (in verde).



La valutazione del picco spaziale di induzione magnetica B, si ottiene in corrispondenza di due punti equidistanti dal centro linea ad un'altezza dal suolo di circa metri 8,5 e ad una distanza di metri 14 dal centro sbarre ad AT. Tale valore viene tabulato, come indicato nel seguito:

$$B_{\text{picco}} = 18,38 \mu\text{T}$$

Inoltre, si evidenzia come il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  si raggiunge in corrispondenza di sei punti posti a diverse distanze dal centro sbarre.

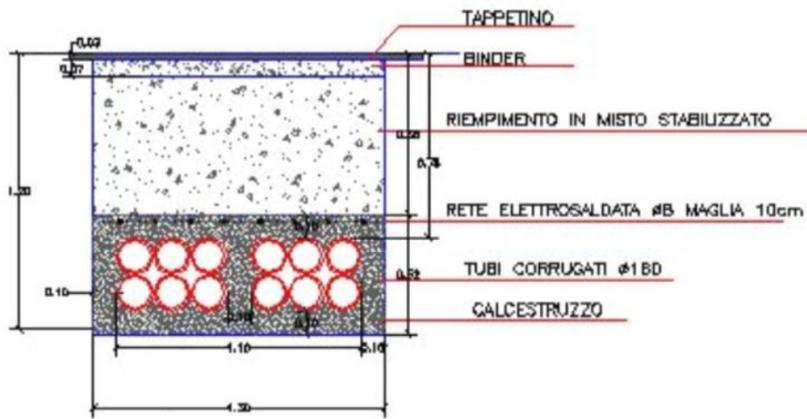
<b>Punti di intersezione con valori caratteristici</b>	
<b>Livello Induzione Magnetica [<math>\mu\text{T}</math>]</b>	<b>Posizione rispetto centro sbarre [m]</b>
<b>3</b>	<b>+ 20,89; - 20,89</b>
<b>3</b>	<b>+ 9,04; - 9,04</b>
<b>3</b>	<b>+ 3,42; - 3,42</b>
<b>Livello di Picco dell'Induzione Magnetica [<math>\mu\text{T}</math>]</b>	
<b>18,38</b>	

Per tal motivo, in riferimento ai valori calcolati di Induzione Magnetica, si nota come, anche nel caso peggiore ipotizzato, l'obiettivo di qualità dell'Induzione Magnetica sia raggiunto a meno di 21 metri di distanza dalla posizione centrale rispetto alle tre linee in AT in ingresso alla Cabina Primaria. Pertanto, la distanza di rispetto, valutata alla quota zero, rientra entro il limite di destinazione d'uso della Cabina Primaria stessa (presentante il confine, più vicino rispetto al centro sbarre situato ad Est, posto a distanza superiore ai 35 metri da quest'ultimo) e ciò impedisce ogni interazione con ricevitori sensibili determinando il conseguente completo rispetto dei limiti vigenti.

#### **4.2 Caratteristiche elettriche dei cavidotti cordati ad elica visibile per il collegamento del Trasformatore 150/20-15 kV all'Edificio Quadri MT DY770**

Il trasformatore MT è collegato alla linea in AT, in arrivo in Cabina Primaria, mediante i tre conduttori AT in tubo di Al (LC1050).

Per i collegamenti tra il Trasformatore e il container Quadri MT, si utilizza una polifora singola da 12 tubi DN 160, idonea anche in previsione di eventuali ampliamenti futuri, mentre per le uscite stradali dalla CP si possono utilizzare una oppure due polifore singole da 12 tubi ciascuna, per complessivi 12 oppure 24 tubi corrugati DN 160.

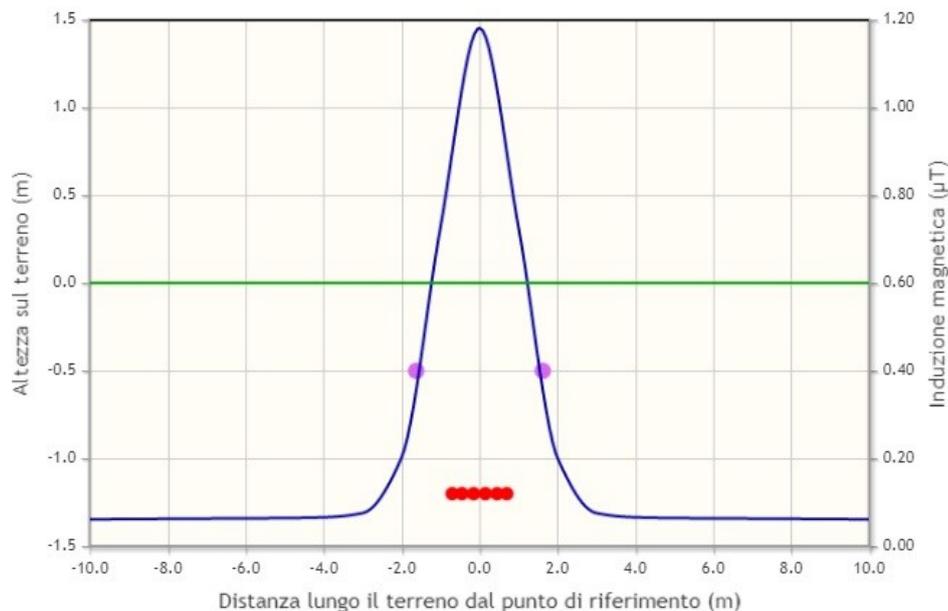


### Sezione polifora

Il trasporto dell'energia in MT avviene, a valle del trasformatore MT, mediante cavi interrati

(all'interno delle polifore) posati all'interno di un getto di calcestruzzo, di altezza minima di 50 cm, con copertura composta da rete elettrosaldata, da un riempimento in misto stabilizzato (spessore 58 cm), oltre Binder e tappetino finale, per uno spessore complessivo di 120 cm. I cavi utilizzati sono del tipo RG7H1R 12/20 kV, unipolari, isolati con gomma etilenpropilenica ad alto modulo elastico, schermati, con guaina protettiva a base di polivinilcloruro. Essi presentano una temperatura massima di funzionamento in condizioni ordinarie di 90°C ed una temperatura massima ammissibile in corto circuito di 250°C.

Riguardo le linee interrate in Media Tensione progettate con cavi cordati ad elica, si evidenzia che la determinazione della distanza di prima approssimazione "DPA" non è necessaria. Comunque, nel seguito si riporta l'andamento dell'Induzione Magnetica per simulazione eseguita con impostazione di una corrente nominale di 1600 A.

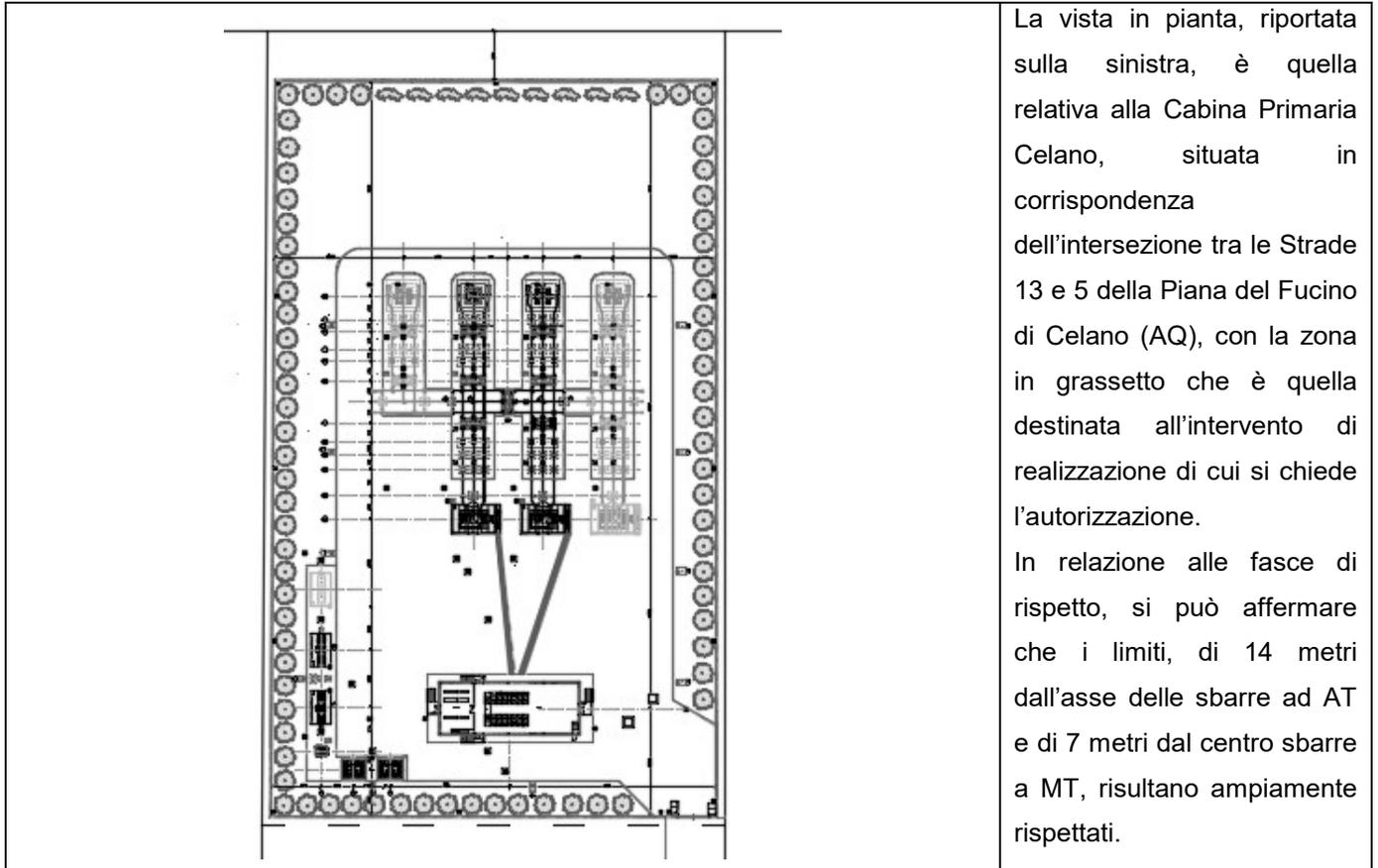


Dalla rappresentazione grafica, si desume che il livello di Induzione magnetica  $B = 3 \mu\text{T}$  (obiettivo di qualità) non viene raggiunto ed, inoltre, il valore massimo risulta essere inferiore ad  $1,20 \mu\text{T}$ . Tale situazione vantaggiosa si prospetta anche per la ridotta distanza tra le fasi e per la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura.

In proposito, si nota che anche il recente decreto del 29/05/2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi cordati ad elica; pertanto, a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che, in tutti i tratti da realizzare mediante l'uso di tale tipologia di cavi, si può considerare un'ampiezza della fascia di rispetto pari a 2 m, a cavallo dell'asse del cavidotto, uguale alla fascia di asservimento della linea.

#### 4.3 Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV

In aggiunta alle valutazioni effettuate, si evidenzia che nel documento “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08”, è prospettata, in Allegato A, una tabulazione relativa alla determinazione delle DPA per Linee ad AT e Cabine Primarie. In particolare, si fa riferimento al caso di simulazione per Cabina Primaria isolata in aria da 132/150 kV in AT e 15-20 kV in MT, con trasformatori fino a 63 MVA. I risultati di tale simulazione prevedono che, con distanza tra le fasi in AT di m 2,20 e distanza tra le fasi in MT di m 0,37, le fasce di prima approssimazione risultano di 14 metri dall’asse delle sbarre ad AT e di 7 metri dal centro delle sbarre a MT.



#### 4.4 Tabulazione della Scheda relativa alla corrente di calcolo di Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV

Per quanto, poi, attiene la valutazione tabulare di tali limiti, si riporta la tabella, presente sempre nel documento di “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08”.

Tipologia di Trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA (CP)						
	<i>D.P.A. Cabina da centro sbarre AT</i>	<i>Distanza tra le fasi AT</i>	<i>Corrente</i>	<i>D.P.A. Cabina da centro sbarre MT</i>	<i>Distanza tra le fasi MT</i>	<i>Corrente</i>	<i>Scheda</i>
	metri	metri	A	metri	metri	A	A16
63	14	2,20	870	7	0,38	2332	

Dai risultati sopra riportati, quindi, si rilevano le fasce di prima approssimazione DPA in corrispondenza delle quali si raggiunge l'obiettivo di qualità, così come richiesto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 maggio 2008.

A seguire si riporta l'elenco degli allegati:

- Allegato 1: Tabella rilievi campo elettrico ed induzione magnetica;
- Allegato 2: Tabella parametri meteorologici;
- Allegato 3: Tabella confronto tra  $E_i$ ,  $B_i$  ed i valori di Esposizione, Attenzione, Qualità.

I risultati delle rilevazioni e delle simulazioni sono riportati anche nei seguenti allegati tabulari e grafici:

- Allegato 4-1: Report misure di Campo Elettrico e di Induzione Magnetica;
- Allegato 4-2: Inquadramento Area di allocazione Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV – intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino presso Celano (AQ) – con indicazione DPA, Scala 1:500;
- Allegato 4-3: Inquadramento Ortofoto dell'Area su cui è allocata la Cabina Primaria (CP) Standard Borgo Quattordici 150/20-15 kV – intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino presso Celano (AQ) – Scala 1:1000;
- Allegato 5: certificazioni delle strumentazioni utilizzate per l'esecuzione dei rilievi.

## 5. Conclusioni

I risultati della determinazione delle DPA sono stati determinati in ossequio al Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 maggio 2008.

Si ribadisce, inoltre, che tutte le DPA, precedentemente riportate, devono essere fornite approssimandole all'intero superiore. Per tal motivo, distinguiamo le DPA calcolate riferendoci a due zone: una prima relativa ai Locali Quadri di MT ed una seconda riferita agli stalli di AT 150 kV (comprendente le linee di cui si chiede la realizzazione).

**Locali Quadri MT (ambito Cabina Primaria):** la distanza, valutata dal centro sbarre a MT è di 7 metri.

**Zona Stalli (ambito Cabina Primaria):** la distanza, valutata a partire dall'asse delle sbarre ad AT delle linee più esterne, non è superiore ai 21 metri.

Si evidenzia, inoltre, che la DPA rilevata rientra nell'ambito dei confini della Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV denominata "CP Borgo Quattordici".

Tutte le aree attraversate dai cavidotti, come anche quella occupata dalla Cabina Primaria, non presentano al loro interno aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi o scolastici e, comunque, non sono sede di luoghi adibiti a permanenze superiori alle quattro ore giornaliere.

Monteforte Irpino, li 04/02/2023

I tecnici

Dott. Ing. Vincenzo Fungaroli



Dott. Ing. Maurizio Romano Terracciano



Riferimenti normativi		Argomento
Norma	Data	
Legge n° 36	22/02/01	"Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
D.P.C.M.	08/07/03	"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione dalle esposizioni a campi Elettrici e Magnetici, a f = 50 Hz, generati da elettrodotti"
C.E.I. 211-4	01/07/96	"Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
C.E.I. 211-6	16/03/01	"Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana"
D.M.A.	29/05/2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
CEI 11-17	2006-07	"Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo"
CEI 20-21	28/11/2007	"Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287)
CEI 106-11	29/05/2008	"Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I"

Rilevatori:  
ing Maurizio Romano Terracciano  
ing Vincenzo Fungaroli

ingterracciano@tiscali.it  
ing.fungaroli@yahoo.it

Allegato1/Induz. Magn. B

**Comune di Celano (AQ) - Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV  
lungo intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino**

**Rilievo dell'Induzione Magnetica "B"**

<b>Postazioni di rilievo</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>Codice Identif.ne</b>	<b>data rilievi</b>	<b>Induzione "B" rilevata [<math>\mu</math>T]</b>
S.P. Circonfucense - Celano (Borgo Quattordici)	13,52752	42,03903	1	R <sub>B1</sub>	28/01/23	0,007

Rilevatori:  
ing Maurizio Romano Terracciano  
ing Vincenzo Fungaroli

ingterracciano@tiscali.it  
ing.fungaroli@yahoo.it

Allegato1/Campo Elettrico E

**Comune di Celano (AQ) - Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV  
lungo intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino**

**Rilievo del Campo Elettrico "E"**

<b>Postazioni di rilievo</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>Codice Identif.ne</b>	<b>data rilievi</b>	<b>Campo Elettrico "E" rilevato [KV/m]</b>
S.P. Circonfucense - Celano (Borgo Quattordici)	13,52752	42,03903	1	R <sub>B1</sub>	28/01/23	0,025

<b>Comune di Celano (AQ) - Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV lungo intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino</b>								
<b><i>Parametri ambientali valutati in corrispondenza dei Valori B ed E</i></b>								
Postazioni di rilievo	X(m)	Y(m)	Z (m)	Codice Identif.	data rilievi	<b>V<sub>w</sub></b> (m/s)	Temp. "T" [°C]	Umidità relativa "UR" (%)
S.P. Circonfucense Celano (Borgo Quattordici)	13,5275	42,03903	1	R <sub>B1</sub>	28/01/23	1,5	6	80

Rilevatori:  
ing Maurizio Romano Terracciano  
ing Vincenzo Fungaroli

ingterracciano@tiscali.it  
ing.fungaroli@yahoo.it

Allegato3/Induz. Magn. B

<b>Comune di Celano (AQ) - Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV lungo intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino</b>									
<b>Confronto tra i valori B rilevati ed i limiti di Esposizione, Attenzione e Qualità</b>									
Postazioni di rilievo	X(m)	Y(m)	Z(m)	Codice Identif.	data rilievi	Induzione "B" rilevata [ $\mu$ T]	Valori di Induzione di riferimento [ $\mu$ T]		
							Esposizione	Attenzione	Qualità
S.P. Circonfucense Celano (Borgo Quattordici)	13,5275	42,039031	1	R <sub>B1</sub>	28/01/23	0,007	100	10	3

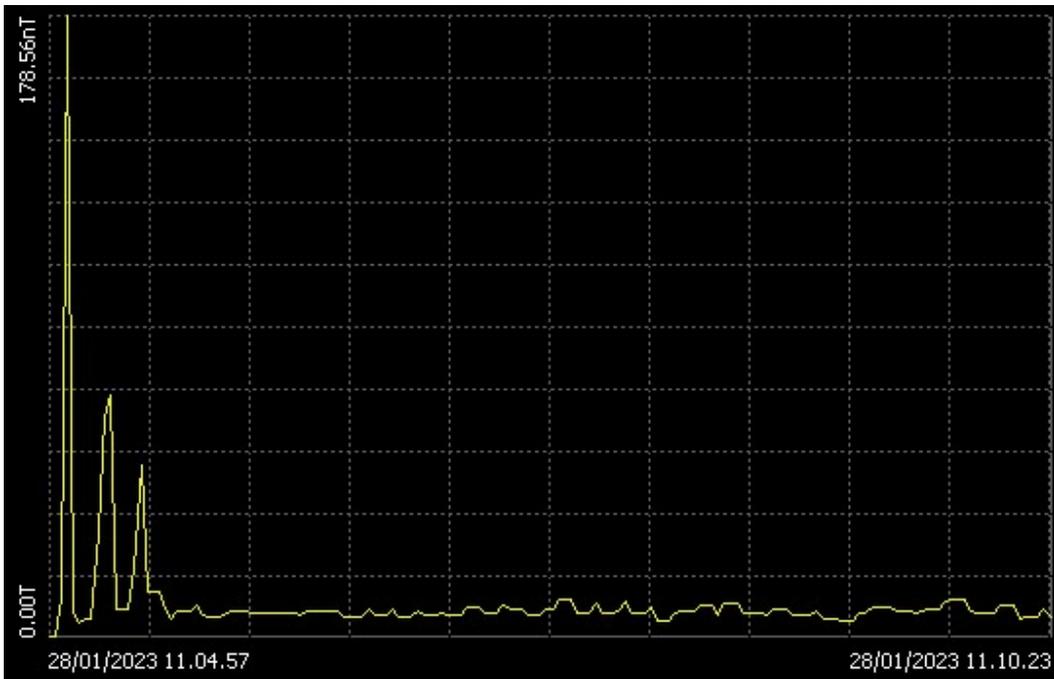
Rilevatori:  
ing Maurizio Romano Terracciano  
ing Vincenzo Fungaroli

ingterracciano@tiscali.it  
ing.fungaroli@yahoo.it

Allegato3/Campo Elettrico E

<b>Comune di Celano (AQ) - Cabina Primaria (CP) Standard 150/20-15 kV lungo intersezione Strade 13 e 5 della Piana del Fucino</b>							
<b>Confronto tra i valori E rilevati ed i limiti di Esposizione</b>							
Postazioni di rilievo	X(m)	Y(m)	Z(m)	Codice Identif.	data rilievi	Campo "E" rilevato [KV/m]	Valori di Esposizione di Campo Elettrico E [KV/m]
S.P. Circonfucense Celano (Borgo Quattordici)	13,5275	42,039031	1	R <sub>B1</sub>	28/01/23	0,025	5

## Rilievi di Induzione Magnetica B1 del 28/01/2023

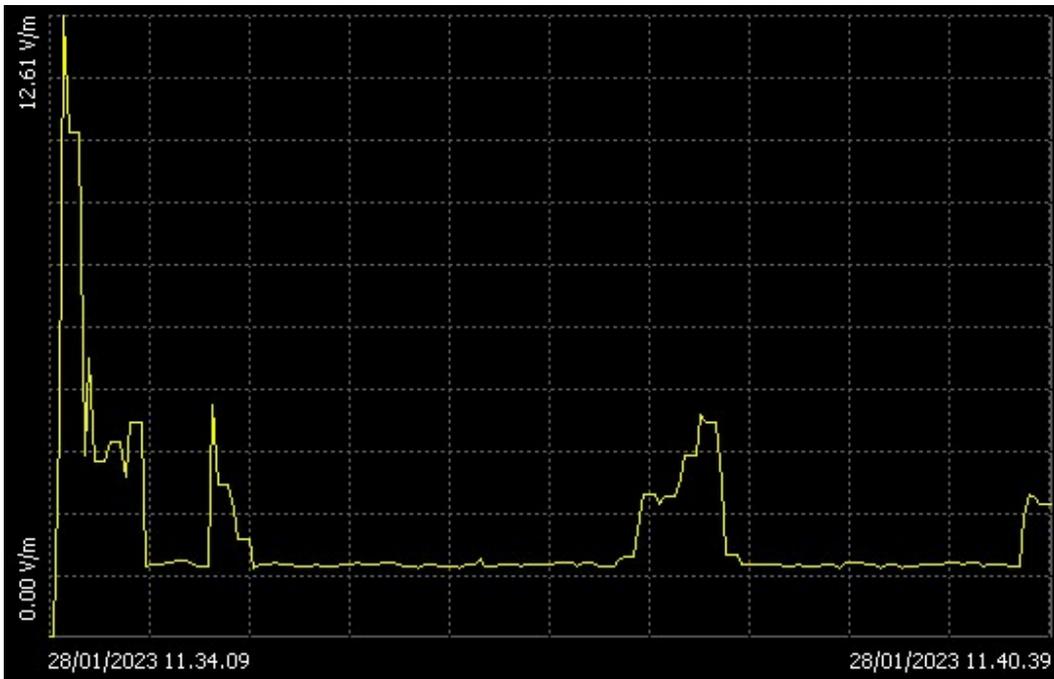


PROBE TS/002/BLF

Sampling Period (s): 2  
Time Start: 28/01/2023  
11.04.57  
Span (KHz): 5  
Filter: NONE

MED ISO  
Amp (uT): 0.007

## Rilievi di Campo Elettrico E1 del 28/01/2023



PROBE TS/003/ELF  
Sampling Period (s): 2  
Time Start: 28/01/2023  
11.34.09  
Span (KHz): 5  
Filter: NONE

AVG ISO (V/m)

24.72



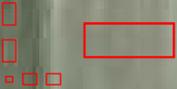
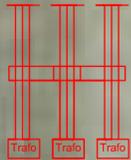
# ALLEGATO 4-3

Via Circonfucense

Str. 13

Str. 13

CABINA PRIMARIA  
BORGHO QUATTORDICI  
150/20-15 kV



R<sub>31</sub>

5



MPB s.r.l.  
Tel. +39 06 41200744  
Fax. +39 06 41200653  
P.I./C.F. 05415291003  
Polo Tecnologico Tiburtino  
Via Giacomo Peroni, 400/402 - 00131 Roma  
Cap. Soc. Int. Ver. 100.000,00 euro

**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

<b>Item</b>	Field Meter Plus Electric Field Probe 5.00 Hz - 100.00 KHz
<b>Manufacturer</b>	TAOMA
<b>Model</b>	TS/001 TS/003/ELF
<b>Serial number</b>	N011A08-H34 E-0200
<b>Calibration procedure</b>	INTERNAL PROCEDURE EP-1047-STD
<b>Date(s) of measurements</b>	2022-01-12
<b>Date of emission</b>	2022-01-12
<b>Result of calibration</b>	MEASUREMENT RESULTS
<b>Certificate number</b>	22-S-12818

This document displays the procedure and the instrumental chain used to verify the compliance of the equipment under calibration to the technical characteristics required. The results shown in the next pages comes with the traceability chain of the laboratory and the related calibration certificates in their course of validity. Uncertainty declared in this document has been determined in compliance with the document EA-4/02 Expression of uncertainty of Measurement in Calibration and is expressed with a covering factor k=2, corresponding to a confidence level of about 95%.

Person in charge  
Jan Bulli Wilkinson

Measurement operator  
Ing. Marco Borrega

The present certificate may not be produced other than full except with the prior written permission of the issuing center.

Calibration certificates are not valid without a signature.

Certificate n. 22-S-12818

Page 1 of 6





MPB s.r.l.  
 Tel. +39 06 41200744  
 Fax. +39 06 41200653  
 P.I./C.F. 05415291003  
 Polo Teconologico Tiburtino  
 Via Giacomo Peroni, 400/402 - 00131 Roma  
 Cap. Soc. Int. Ver. 100.000,00 euro

**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

<b>Item</b>	Field Meter Plus Magnetic Field Probe
<b>Manufacturer</b>	TAOMA
<b>Model</b>	TS/001 TS/002/BLF
<b>Serial number</b>	N011A08-H34 B-0129
<b>Calibration procedure</b>	INTERNA PROCEDURE HP-1016-STD
<b>Date(s) of measurements</b>	2022-01-12
<b>Date of emission</b>	2022-01-12
<b>Result of calibration</b>	MEASUREMENT RESULTS
<b>Certificate number</b>	22-S-12819

This document displays the procedure and the instrumental chain used to verify the compliance of the equipment under calibration to the technical characteristics required. The results shown in the next pages comes with the traceability chain of the laboratory and the related calibration certificates in their course of validity. Uncertainty declared in this document has been determined in compliance with the document EA-4/02 Expression of uncertainty of Measurement in Calibration and is expressed with a covering factor  $k=2$ , corresponding to a confidence level of about 95%.

Person in charge  
 Jan Bulli Wilkinson

Measurement operator  
 Ing. Marco Borrega

