

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE  
DELLA CABINA PRIMARIA DENOMINATA  
"CP LORETO"

COMUNE DI LORETO APRUTINO (PE)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTRROMAGNETICO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	Cod. Rintracciabilità	Tipo docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	ED-GPC-APD-CP-DJ001387126-G-011	G	0.1	01	11	ED-GPC-APD-CP-DJ001387126-G-011	12/02/2024	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	30/10/23	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	V&M	L.V.	V.M.
01	12/02/24	INTEGRAZIONI NOTE REGIONE ABRUZZO	V&M	L.V.	V.M.

PROGETTAZIONE:



VARVARO & MISURACA INGEGNERIA SRL

Piazza Matteo Maria Boiardo n.3  
90144 - Palermo  
P.IVA: 05916060824  
SDI: M5UXCR1

Progettisti:  
Ing. Vito Misuraca  
Ing. Leonardo Varvaro

COMMITTENTE:



E-DISTRIBUZIONE SpA  
I&N-PROJECT MANAGEMENT &  
CONSTRUCTION  
Via Ombrone, 2- 00198 Roma  
P. IVA.: 15844561009  
C.F. 05779711000  
Telefono 0683050.1

## INDICE

1 INTRODUZIONE .....	3
2NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3 INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	4
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	6
4.1 Generalità .....	6
4.2 Cabina primaria 20/220 kV .....	6
5 METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO .....	7
5.1 Definizioni .....	7
5.2 Cenni teorici sul modello utilizzato .....	7
5.3 Metodo di calcolo .....	8
6 CABINA PRIMARIA 20/110 kV .....	9
7 CONCLUSIONI.....	11
8 ALLEGATI .....	11

## 1 INTRODUZIONE

La valutazione dell'impatto elettromagnetico interessa la realizzazione della nuova cabina primaria 220/20 kV di E-Distribuzione "CP Loreto" da ubicare nel comune di Loreto Aprutino (PE).

La relazione è stata redatta al fine di determinare i valori di campo magnetico attesi (calcolo previsionale) e la valutazione degli effetti ambientali conseguenti ai sensi della legge 36/01 e DPCM 08/07/2003.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT.
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- CEI 20-21 "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287).
- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I".
- "La protezione dai campi elettromagnetici" - Edizione TNE.
- "Inquinamento elettromagnetico" - P. Bevitori et al. - Maggioli Editore.
- "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" - Edizione Maggioli Editore.
- "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 – Distanza di prima approssimazione da linee e cabine elettriche".

### 3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radiobase, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- Effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti;
- Effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

E' importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella 1 le definizioni inserite nella legge quadro).

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
Valori di attenzione	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 di lungo periodo.
Obiettivi di qualità	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 di lungo periodo.

Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29.08.2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);
- Le fasce di rispetto per gli elettrodotti.

	<b>RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Codice	ED-GPC-APD-CP-DJ001387126-G-011
		Revisione	01
		Data revisione	12/02/2024
		Pagina	Pag. 5 di 11

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B ( $\mu\text{T}$ )	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$  si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100  $\mu\text{T}$  per lunghe esposizioni e di 1000  $\mu\text{T}$  per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA, ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio" (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

### 4.1 Generalità

I campi a frequenze estremamente basse (ELF), quali quelli che si manifestano nell'esercizio delle linee elettriche, sono quelli con frequenze fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi (6000 km a 50 Hz e 5000 km a 60 Hz) e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e sono calcolati e misurati separatamente.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in Tesla (T), milliTesla (mT) o microTesla ( $\mu$ T). I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza e non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune che ne vengono facilmente attraversati.

Le opere elettriche di impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettrico e magnetico sono di seguito descritte:

- La cabina primaria 220/20 kV denominata "CP Loreto";

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche degli elementi di impianto da sottoporre allo studio dei campi magnetici.

### 4.2 Cabina primaria 220/20 kV

La cabina primaria 220/20 kV sarà costituita dalle seguenti apparecchiature elettromeccaniche:

- Trasformatori 200/20 kV di potenza 40 MVA;
- Scaricatori di sovratensione, per ciascun trasformatore;
- Sezionatori tripolari orizzontali con e senza lame di terra;
- Trasformatori di corrente;
- Trasformatori di tensione;
- Armadi smistamento cavi TR;
- Armadi smistamento;
- Interruttori unipolari;
- Bobine di Petersen;
- Box Container.

## 5 METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO

### 5.1 Definizioni

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto" si introducono le seguenti definizioni:

#### **Corrente**

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

#### **Portata in corrente in servizio normale**

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Portata in regime permanente**

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

#### **Fascia di rispetto**

Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

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

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. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

### 5.2 Cenni teorici sul modello utilizzato

L'induzione magnetica  $B$  generata da  $NR$  conduttori filiformi, numerati da 0 a  $(NR-1)$ , può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

dove  $\mu_0$  è la permeabilità magnetica del vuoto,  $NR$  è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3),  $i$  la corrente,  $C_k$  il conduttore generico,  $d\vec{l}$  un suo tratto elementare,  $r$  la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli.

Indicato con **Q** il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con **P<sub>k</sub>** il punto dove il generico conduttore **C<sub>k</sub>** interseca la *sezione normale*, e con **I<sub>k</sub>** la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse **z** nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni terna.

### 5.3 Metodo di calcolo

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

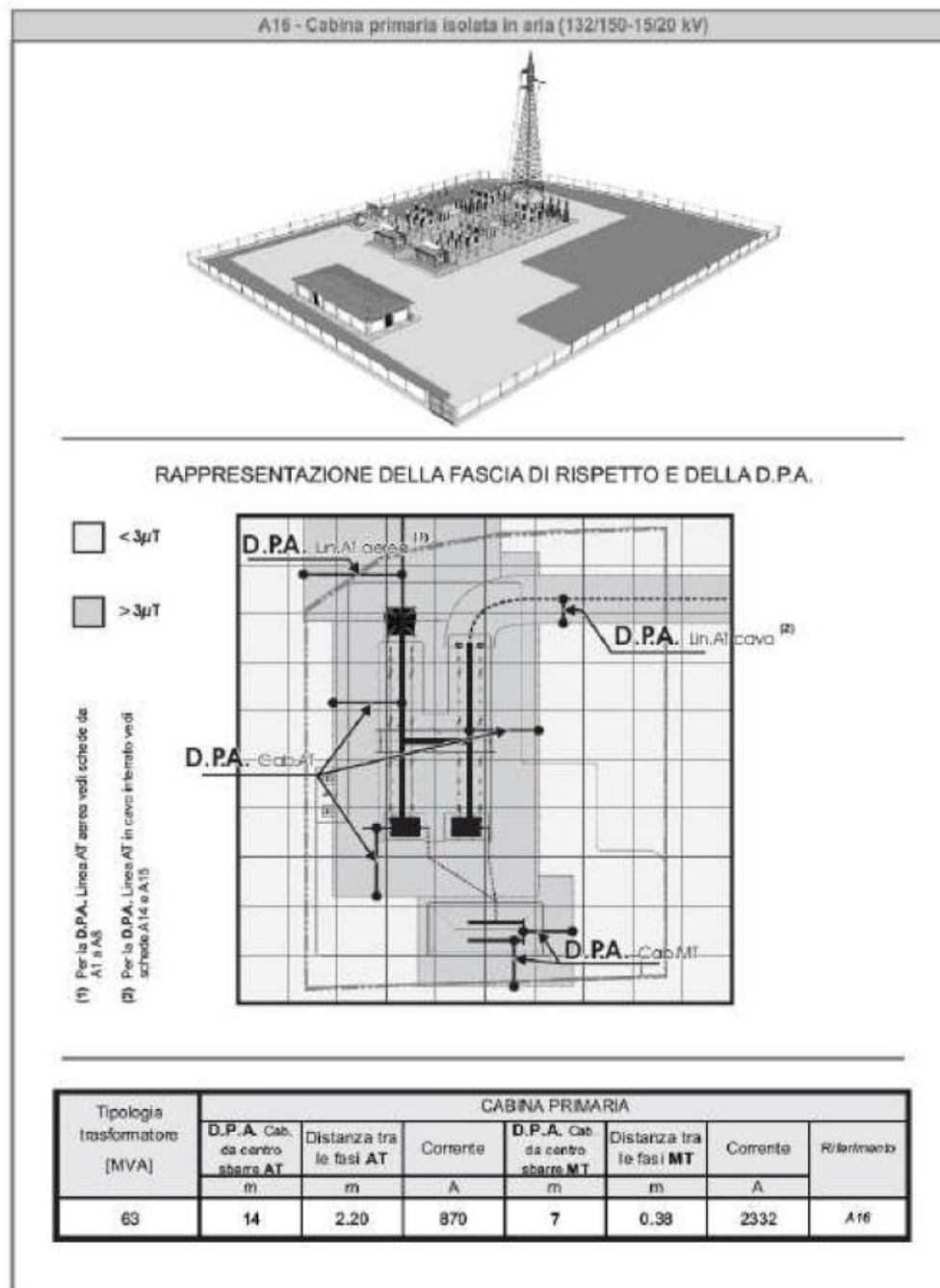
Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (DPA).

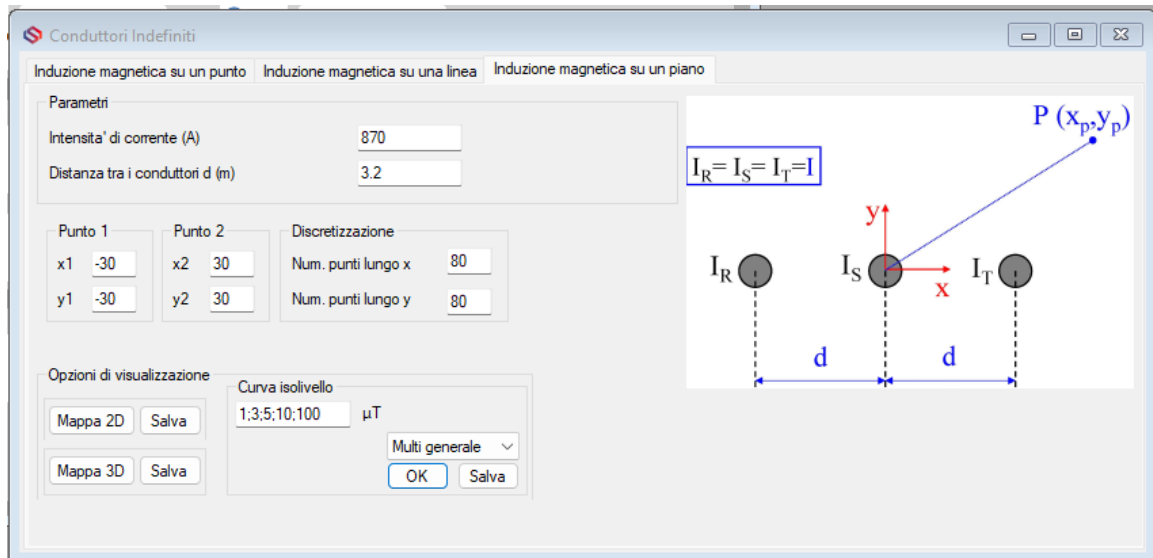


## 6 CABINA PRIMARIA 220/20 kV

La figura seguente, estratta dal documento “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08 – Distanza di prima approssimazione da linee e cabine elettriche”, riporta sinteticamente gli esiti della simulazione prevedendo che per una cabina primaria isolata in aria 150/20 kV kV trasformatori da 63 MVA, distanza tra le fasi di alta tensione di 2,20 m e distanza tra le fasi di media tensione di 0,37 m, le fasce di prima approssimazione risultano di 14 metri dall’asse delle sbarre AT e 7 m dal centro delle sbarre MT.



Nel caso in esame, trattandosi di una cabina primaria a 220 kV, per la sezione AT è stato rielaborato il calcolo dei campi elettromagnetici con l'ausilio di un software di calcolo di cui si riportano a seguire i risultati.



Dai risultati ottenuti risulta una DPA per la sezione AT 220 kV pari a 18 metri dall'asse delle sbarre.

In ogni caso, per le Cabine Primarie, generalmente, la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2 Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008)) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

Da premettere che la DPA riportata nella scheda tecnica delle "Linea guida di Enel" si riferisce ad un trasformatore di potenza 63 MVA, pertanto risulta una condizione peggiorativa rispetto ai trasformatori di potenza 40 MVA previsti in progetto.

A beneficio di quanto sopra esposto, nell'allegato A, viene riportata la rappresentazione grafica della DPA della sbarra principale AT, che risulta confinata all'interno della recinzione.

Nell'allegato A viene riportata anche la DPA delle sbarre MT che rientra all'interno del perimetro della stazione.

## 7 CONCLUSIONI

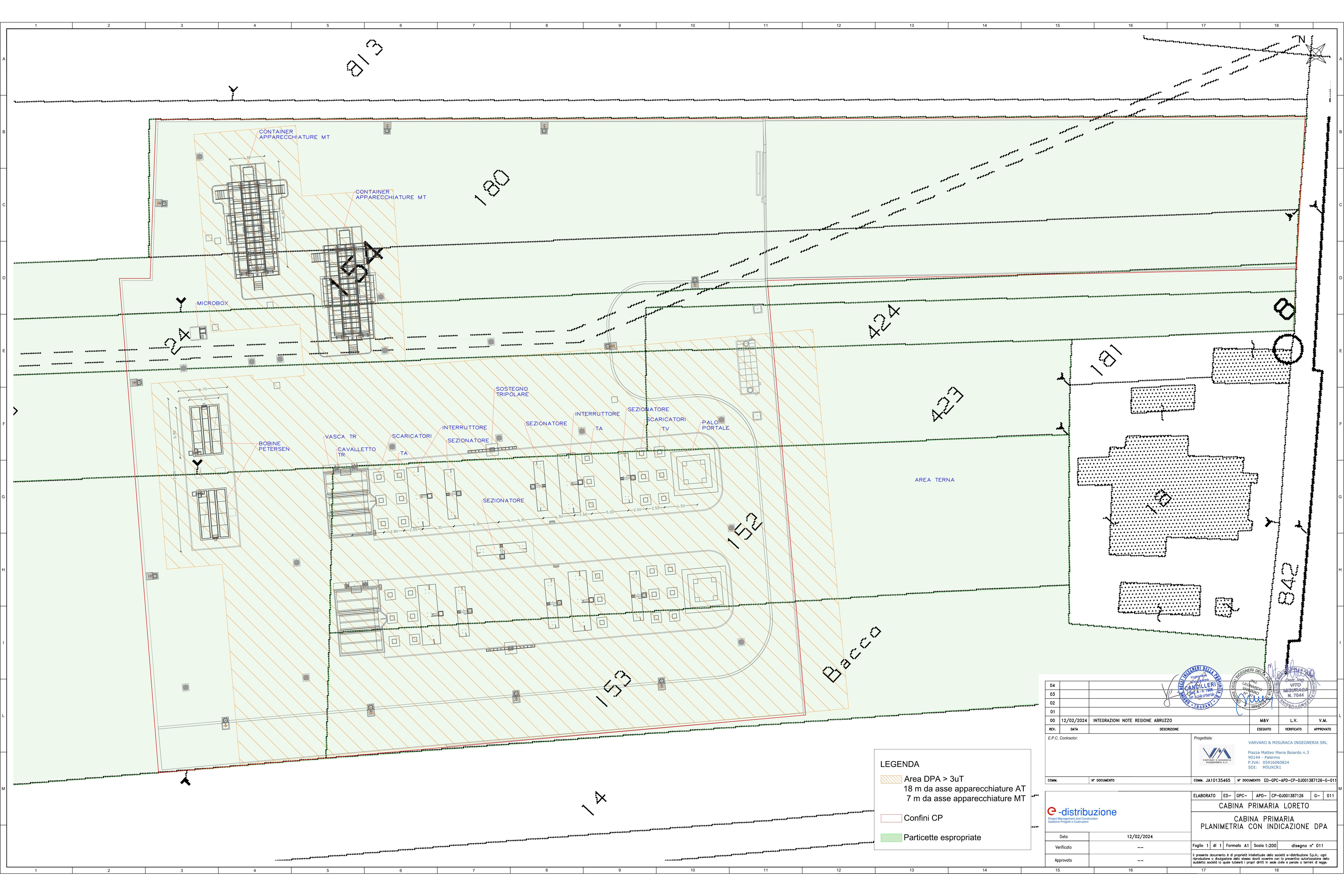
In conclusione, per la Cabina Primaria "CP Loreto" 220/20 kV:

- la distanza di prima approssimazione è pari a  $\pm 18$  m per le sbarre in alta tensione (220 kV). Si fa presente che tali DPA ricadono all'interno dell'area della futura cabina primaria.
- la distanza di prima approssimazione è pari a  $\pm 7$  m per le sbarre in media tensione (20 kV). Si fa presente che tali DPA ricadono all'interno dell'area della futura cabina primaria.

Si può quindi concludere che **la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione della Cabina Primaria "CP Loreto" rispetta la normativa vigente.**

## 8 ALLEGATI

- Planimetria con indicazione delle  $DPA \geq 3\mu T$



**LEGENDA**

- Area DPA > 3uT  
18 m da asse apparecchiature AT  
7 m da asse apparecchiature MT
- Confini CP
- Particette esproprie

04					
03					
02					
01					
00	12/02/2024	INTEGRAZIONI NOTE REGIONE ABRUZZO	M&V	L.V.	V.M.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
E.P.C. Contractor:			Progettista:		
			VARVARO & MISURACA INGEGNERIA S.R.L. Piazza Matteo Maria Boiardo n.3 90144 - Palermo P.IVA: 03916060824 SDI: MSUXCR1		
COMI.	N° DOCUMENTO	COMI. JA10135465	N° DOCUMENTO ED-GPC-APD-CP-DJ001387126-G-011		
<b>ELABORATO</b> ED- GPC- APD- CP-DJ001387126 G- 011 <b>CABINA PRIMARIA LORETO</b> <b>CABINA PRIMARIA PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DPA</b>					
Data	12/02/2024				
Verificato	---				
Approvato	---				
<small>Foglio 1 di 1 Formato A1 Scala 1:200 disegno n° 011            Il presente documento è di proprietà intellettuale della società e-distribuzione S.p.A.; ogni riproduzione o divulgazione dello stesso dovrà avvenire con la preventiva autorizzazione della suddetta società la quale tutela i propri diritti in sede civile e penale o termini di legge.</small>					