

PROVINCIA DI BOLOGNA  
COMUNE DI VALSAMOGGIA

**TOYOTA**

MATERIAL HANDLING

## PROPOSTA PROGETTUALE PER NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO

COMMITTENTE

**Toyota Material Handling Italia s.r.l.**  
Via del Lavoro, N°93/1  
40033 Casalecchio di Reno (BO)

Redazione

Per.Ind. Luca Puglisi

Contr.Emissione

Per.Ind. Francesco Pancaldi

Progettista

Per.Ind. Francesco Pancaldi

Direttore Lavori

Ing. Guido Generali

Timbro e firma



PROGETTAZIONE

**STUDIO GENERALI**

VIA FORMIGINA N°624 - 41126 MODENA  
TEL/FAX 059/357352



**STUDIO MANZINI-PANCALDI**  
SOCIETÀ TRA PROFESSIONISTI

PROGETTAZIONI E CONSULENZE  
IMPIANTI ELETTRICI INDUSTRIALI

di Manzini Ing. Maurizio - Manzini P.I. Marco  
- Pancaldi P.I. Francesco  
Via Imola, 90/B - 41125 Modena (MO)  
Tel. 059-395646 Email: info@stmanzini.it

**IMPIANTI ELETTRICI e SPECIALI**

COMMESSA  
**T004**

TITOLO ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA**  
Calcolo DPA Cabina 2 MT-BT

SCALA

TAVOLA

**IE.1B**

CODICE ELABORATO

03					
02					
01					
00	EMISSIONE	05/09/2024	L.P.	F.P.	F.P.
N°	MOTIVO REVISIONE	DATA	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL PROGETTISTA NON SI RITERRA' RESPONSABILE DI EVENTUALI CAMBIAMENTI E/O MODIFICHE APPORTATE AL PROGETTO SENZA LA SUA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA. A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODUZIONE SENZA SPECIFICA AUTORIZZAZIONE.



# CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) DI CABINA 2 MT / BT

*(Ai sensi L. n°36 del 22/2/2001 - D.P.C.M. 8 luglio 2003 - D.M. 29/05/08)*

**Oggetto: REALIZZAZIONE DI CABINA ELETTRICA IN AREA INTERNA NUOVO STABILIMENTO TOYOTA,  
NELL'AREA SITA IN VIA CASSOLETTA, 40053 VALSAMOGGIA (BO)**

**Dati del progettista:**

Per. Ind. Francesco Pancaldi  
STUDIO MANZINI-PANCALDI s.r.l. s.t.p.  
Indirizzo: Via Imola, 90 - MODENA  
Albo professionale: Collegio Periti Industriali e Periti Industriali Laureati di Modena  
Numero di iscrizione all'albo: 2196  
Codice Fiscale: 02737910360



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA VALUTAZIONE DELLA DPA:</b> .....	<b>3</b>
2.1	DECRETO MINISTERO AMBIENTE 29/5/2008 .....	3
2.2	DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE.....	4
2.3	DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO .....	5
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>STIMA DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (D.P.A.)</b> .....	<b>8</b>
4.1	LINEA IN CAVO INTERRATO MT .....	8
4.2	NUOVA CABINA TRASFORMAZIONE .....	9
<b>5</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	<b>11</b>

## 1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo stimare le Distanze di Prima Approssimazione (DPA) previste dal D.M. 29/05/08 nell'intorno di una futura cabina 2 di trasformazione MT/BT e relativo cavidotto MT, da realizzare nell'area sita in VIA CASSOLETTA - 40053 VALSAMOGGIA (BO).

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA VALUTAZIONE DELLA DPA:

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36;
- D.P.C.M. 8 luglio 2003;
- D.M. 29 maggio 2008;
- APAT Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti – art. 5.2.1 Cabine elettriche;
- Delibera Regione Emilia-Romagna 23/12/2013 n. 2088;
- Documento di INRETE DISTRIBUZIONE S.p.A. IO.INR\_E02.04\_D1 “Definizione delle fasce di rispetto di linee e impianti AT e MT” depositato con prot. n. 18204/17 del 07/06/2017;
- Documento di INRETE DISTRIBUZIONE S.p.A. IO.INR\_E02.04\_D2 “DPA di linee e impianti AT e MT - Configurazioni di riferimento” depositato con prot. n. 18204/17 del 07/06/2017.

### 2.1 DECRETO MINISTERO AMBIENTE 29/5/2008

**“Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.** (GU n. 156 del 5-7-2008 - Suppl. Ordinario n.160)

La metodologia definita dall'APAT in attuazione dell'Art. 6 comma 2 del DPCM 8 luglio 2003, è contenuta nell'allegato del Decreto 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. Sono escluse dalla applicazione della metodologia:

1. le linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50Hz);
2. le linee definite di classe zero secondo il Decreto interministeriale 21/3/1988 n. 449 (Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne);
3. le linee definite di prima classe secondo il Decreto interministeriale 21/3/1988 n. 449;
4. le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree).

In tutti i suddetti casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto interministeriale n. 449/1988 e dal DM Lavori Pubblici del 16/1/1991 (Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne) .

In essa oltre alle definizioni delle terminologie elettromeccaniche di linea vengono distinti due concetti fondamentali:

#### **Fascia di rispetto:**

*È lo spazio circostante l'elettrodotta, che comprende **tutti i punti, al di sopra e al sotto del livello del suolo**, caratterizzati da un'induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall' Art.4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.*

### **Distanza di prima approssimazione (Dpa):**

*Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della 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.*

### **NOTE ALLE DEFINIZIONI**

Le due definizioni denotano due livelli di approssimazione:

1. nella prima (FASCIA DI RISPETTO) viene definito un VOLUME che crea il reale vincolo sanitario e quindi urbanistico nella realizzazione di edifici nei quali siano previste prolungate permanenze. La determinazione di detto vincolo spaziale può risultare molto complessa nel caso esistano più sorgenti incidenti e verrà determinato nelle più gravose situazioni ipotizzabili (PCSN delle linee).
2. la DPA riprende il concetto dei piani paralleli contrapposti e serve principalmente a dare degli orientamenti di massima nella pianificazione del territorio, ma a differenza della fascia di rispetto non risulta vicolo urbanistico sanitario. Qualora vengano previsti spazi che intersecano tale distanza dovranno essere soggetti ad un'analisi più approfondita (fascia di rispetto).

## **2.2 DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE**

In base a quanto riportato dall'art. 6 del DCPM 08/07/2003, l'APAT definisce la metodologia di calcolo per la determinazione di tali fasce di rispetto; tale metodologia viene riportata nel D.M. del 29/05/08.

La metodologia riportata nel D.M. 29/05/08 prevede l'individuazione di una distanza di prima approssimazione (Dpa) intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina oltre la quale il campo magnetico dovrebbe presentare valori inferiori ai 3  $\mu$ T.

Il calcolo della distanza di prima approssimazione (d.p.a.) viene applicato nel caso specifico di cabine di ultima generazione, realizzate secondo gli standard di riferimento nazionali; in particolare, alle cabine tipo box (con dimensioni mediamente di 4 x 2.4 m, altezze di 2.4 e 2.7 m e trasformatore da 250-400-630 kVA).

Nel caso in cui vi siano tipologie di cabine differenti, al fine del calcolo della "d.p.a." sarà necessario valutare se il caso in esame possa essere trattato analogamente a quelli proposti dalla metodologia sopra citata; in caso contrario dovranno provvedere all'individuazione delle specifiche fasce.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi in uscita dal trasformatore stesso.

I dati di ingresso per il calcolo della Dpa nel caso specifico della cabina di trasformazione sono pertanto la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore ed il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

Il metodo approssimato e valido per cabine (fino a 630kVA), si può sintetizzare nei seguenti punti:

- i dati di partenza sono la corrente di uscita (I) dal secondario del trasformatore e le sezioni dei conduttori in bassa tensione.
- Dalla formula si determina

$$D_{pa} = 0,40942 \cdot \sqrt{I} \cdot x^{0,5241} [m] \quad (1)$$

**Dpa** distanza di prima approssimazione (m)

**I** corrente nominale secondaria del trasformatore (A)

**x** diametro dei cavi in uscita dal trasformatore (m).

- Il valore così ottenuto dovrà infine essere arrotondato al mezzo metro superiore.

### 2.2.2 Stima DPA per cabine complesse (potenze superiori a 630 kVA)

Nel caso si debba stimare la DPA per un solo trasformatore di potenza superiore a 630kVA si propone di utilizzare la formula riportata di seguito ipotizzando che tutta la corrente del lato di bassa tensione sia canalizzata in un unico cavo collocato adiacente il muro interno della cabina.

$$B = \frac{0.35 \cdot I \cdot D}{R^2} \quad (2)$$

Dove

**I** = Corrente circolante nei cavi in ampere (A)

**D** = Distanza tra i conduttori in metri (m)

**R** = Distanza dai cavi

Come valore di corrente (I) occorre inserire la massima corrente circolante sul lato bassa tensione del trasformatore. La corrente si può calcolare con la formula seguente, di derivazione CEI per conduttori in rame, in funzione della potenza del trasformatore (P in kVA).

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3}}$$

**V** = Tensione concatenata BT

La distanza D in metri (diametro conduttori) si può stimare se non conosciuta considerando la massima corrente circolante in un cavo in funzione della sezione fissata pari a 1,3 A/mm<sup>2</sup>.

$$D = 0,0021 \cdot \sqrt{\frac{I}{4}}$$

Combinando le relazioni precedenti e sostituendo  $B = \mu T$  si ottiene la  $R = DPA$  pari a:

$$DPA = 0.015 \cdot P^{0.75} \quad (3)$$

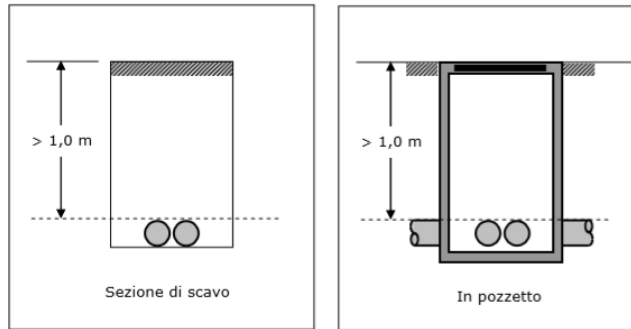
Il vantaggio di questa formula è quello di non dover cercare il diametro dei conduttori essendo calcolato matematicamente.

Analogamente si può stimare la D.P.A. di una cabina costituita da più trasformatori ipotizzando che tutta la corrente del lato bassa tensione sia canalizzata in un unico cavo collocato adiacente il muro interno della cabina.

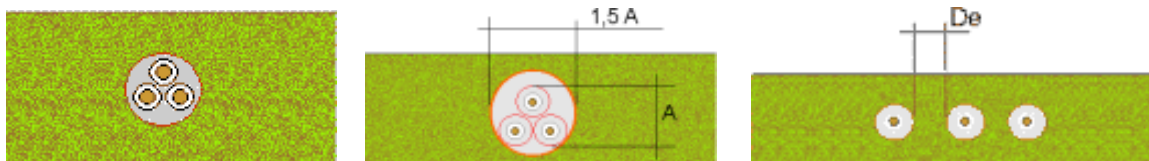
$$DPA = 0.015 \cdot \left( \sum_i P_i \right)^{0.75} \quad (4)$$

## 2.3 DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO

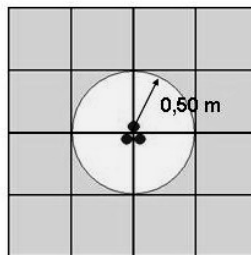
Per quanto riguarda i cavidotti interrati in MT, la posa in opera e la profondità di posa influenzeranno il livello di campi elettromagnetici generati. La profondità minima consentita in una strada pubblica è di 1 m sull'estradosso.



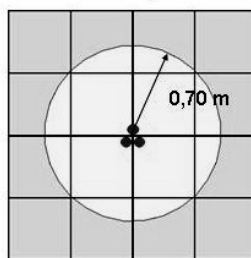
Le pose possono essere a trifoglio o in posa lineare parallela al piano stradale



Le dimensioni delle DPA generate dagli elettrodotti in MT sono solitamente molto contenute come si evidenzia nelle simulazioni seguenti (FONTE ENEL):



Fascia di rispetto ( $B > 3$  microT) per cavo aereo MT ad elica visibile (passo d'elica 1 m) – sez. 150 mm<sup>2</sup> – In 340 A



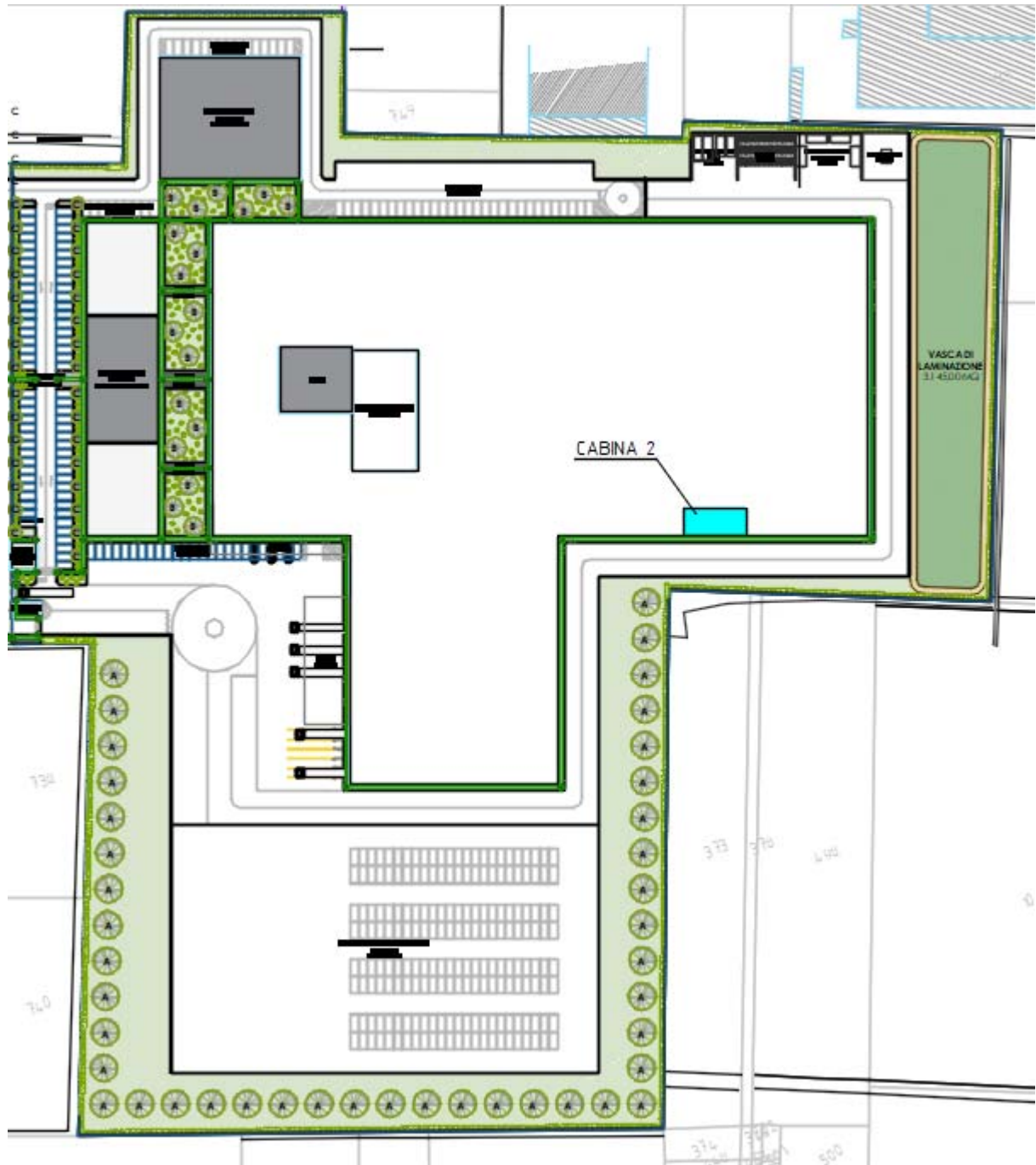
Fascia di rispetto ( $B > 3$  microT) per cavo interrato MT ad elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm<sup>2</sup> – In 324 A

Ne risulta quindi che i valori di qualità dell'induzione magnetica all'altezza del piano di calpestio sono tipicamente rispettati.

### 3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede l'installazione di una nuova cabina elettrica realizzata con una struttura in calcestruzzo armato con dimensioni complessive totali esterne pari a 5,52m x 18m posta all'interno del fabbricato industriale.

La cabina è collegata alla rete di distribuzione mediante terna di cavi MT posti in appositi elettrodotti interrati.



## 4 STIMA DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (D.P.A.)

### 4.1 LINEA IN CAVO INTERRATO MT

L'intervento prevede la posa di un cavidotto di collegamento in cavo isolato in media tensione 15kV, sia sul lato distributore che sul lato utente, considerando tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di una terna cosiddetta "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo in prossimità dei cavi.

L'elettrodotto interrato ad 1m di profondità, sarà realizzato con cavo elicordato tipo RG16H1R12 12/20 kV di sezione 3x(1x120) mm<sup>2</sup> e posato entro polifora a 6 fori nel tratto che va dalla Cabina 1 in progetto alla nuova cabina denominata "CABINA 2", per una lunghezza pari a 400 metri circa.

La DPA dell'elettrodotto interrato, nel tratto in questione è pertanto pari a 1m.

Pertanto, essendo l'elettrodotto interrato ad 1m, l'estensione della DPA risulta essere nulla, e quindi fuori terra viene rispettato il valore di qualità di 3 $\mu$ T.

## 4.2 NUOVA CABINA TRASFORMAZIONE

All'interno del locale distributore saranno presenti un quadro di distribuzione in Media Tensione (MT) che andrà ad alimentare due trasformatori in olio minerale (TRAFO), indipendenti non in parallelo, ciascuno della potenza di targa massima di 1250 kVA. Per ogni trasformatore, la tensione secondaria è di 400Vac da cui ottiene una corrente massima in uscita lato BT pari a  $I = 1804$  A.

I conduttori di fase in uscita da ogni TRAFO saranno posati in canali portacavi a soffitto, collegati direttamente al di sopra del quadro generale di bassa tensione; per ogni trasformatore i conduttori di bassa tensione saranno costituiti da cavi nella seguente formazione (3F+N+T):  $3 \times 6 \times 240 \text{mm}^2 + 3 \times 240 \text{mm}^2 + 2 \times 120 \text{mm}^2$ , cioè per ogni fase ad una sezione totale sezione pari a  $1440 \text{mm}^2$ , a cui corrisponde un diametro  $x = 0.161 \text{m}$

Dalla formula (1) nel punto 5.2.1 del DM 29/05/08 si ottiene:  $\text{DPA} = 6,65 \text{ m}$   
che viene arrotondata a **DPA = 7 m**.

*Nota bene: Dato che i trasformatori sono collegati singolarmente in modo indipendente, si ritiene che il contributo della corrente alla formazione del campo elettromagnetico non debba sommarsi.*

Tuttavia essendo il trasformatore di potenza superiore a 630 kVA, in riferimento al DM 29/05/08 occorre riferirsi anche ad un metodo di calcolo alternativo. Per quanto riguarda il campo magnetico, ai fini della presente relazione, si utilizzerà la formula che permette di calcolare l'induzione magnetica B prodotta da un trasformatore MT/BT in resina in funzione della distanza dal trasformatore.

$$B = 0,72 \cdot \text{vcc}\% \cdot \frac{\sqrt{S_n}}{d^{2,8}}$$

dove:

vcc% = tensione di corto circuito percentuale del trasformatore (= 6%)

$S_n$  = potenza apparente nominale del trasformatore (1250 kVA)

d = distanza dal trasformatore espressa in m

In funzione della distanza d, si ottiene la seguente tabella per i valori di induzione magnetica B:

D [m]	B [ $\mu\text{T}$ ]
1	152,7
1,5	49,1
2	21,9
2,5	11,7
3	7,1
3,5	4,6
4	3,1
4,5	2,3
5	1,7

E' da precisare che attraverso l'applicazione della richiamata formula analitica si ottengono valori di induzione magnetica sovrastimati; confrontando i valori di tabella, si nota che già ad una distanza di 4,5m dal trasformatore il valore di induzione magnetica è sceso al di sotto del valore limite di  $3 \mu\text{T}$ .

Pertanto si può assumere, in modo cautelativo, che il valore della DPA sia misurata a partire dalla parete esterna della torre eolica e risulta  $DPA = 4,5\text{m}$

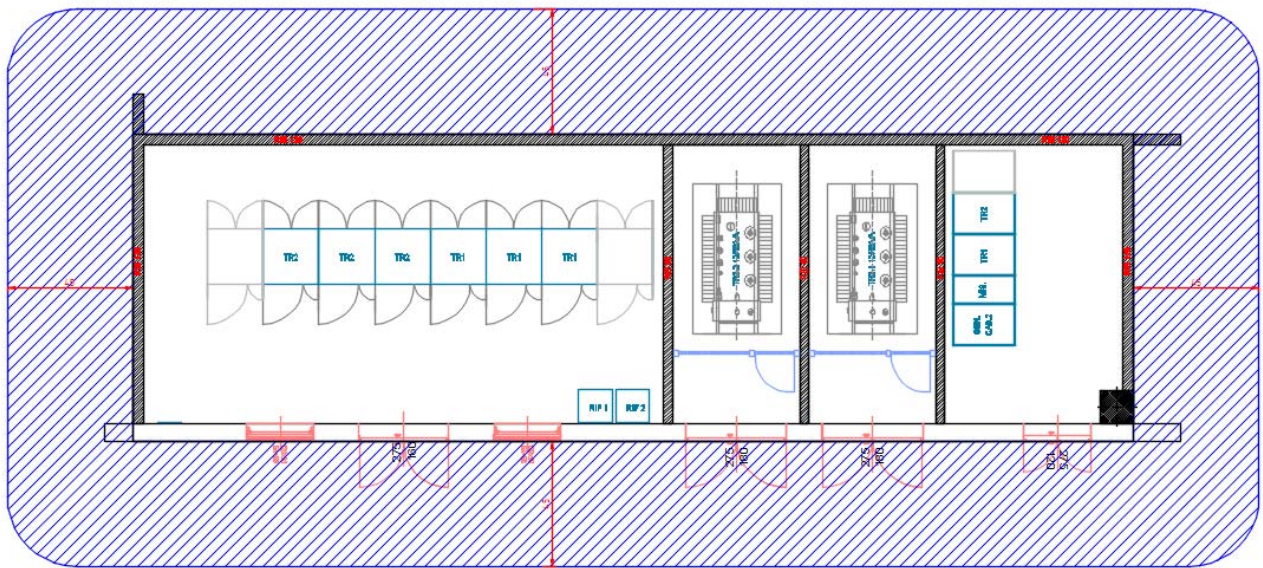
## 5 CONSIDERAZIONI FINALI

Per il calcolo della DPA relativo alla cabina di trasformazione in oggetto si suppone, ipoteticamente, che lungo il perimetro della cabina transitino tutti i cavi in uscita dal trasformatore MT/BT lato bassa tensione e che tali cavi siano percorsi dalla corrente nominale del proprio trasformatore.

La DPA risulta di 4,5m (metodologia calcolo analitico dell'induzione B generata dal trasformatore)

In tal modo è possibile individuare una distanza dal perimetro della cabina oltre la quale è ragionevolmente prevedibile un valore di induzione magnetica inferiore al limite imposto: 4,5 mt, come rappresentata dalla figura sottostante:

- **DPA = 4,5 m**



La cabina elettrica MT/BT è posta ad una distanza superiore a 4,5m da qualunque tipo di opera che preveda la permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Per quanto riguarda il cavidotto MT in progetto, con l'interramento a 1,0m, non esistono punti in superficie in cui siano superati i livelli di qualità previsti all'Art. 4 del DPCM 8 luglio 2003.

Modena, 05/09/2024

Il tecnico progettista

Per. Ind. Francesco Pancaldi

