

**REGIONE SICILIA**  
PROVINCIA DI TRAPANI  
**COMUNE DI ALCAMO**  
LOCALITÀ MONTELEONE

Oggetto:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 25,01 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE 22,37 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

Sezione:

**SEZIONE H - ELABORATI PROGETTUALI SISTEMA ELETTRICO**

Elaborato:

**RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Nome file stampa:

**FV.ALC01.PD.H.05.pdf**

Codifica Regionale:

RS06REL0012A0

Scala:

-

Formato di stampa:

**A4**

Nome elaborato:

**FV.ALC01.PD.H.05**

Tipologia:

R

Proponente:

**E-WAY 8 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
P.IVA. 16771051006



E-WAY 8 S.R.L.  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 - Roma  
G.E./P.Iva 16771051006  
PEC: e-way8srl@legalmail.it

Progettazione:

**E-WAY 8 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
P.IVA. 16771051006



**CODICE**

**REV. n.**

**DATA REV.**

**REDAZIONE**

**VERIFICA**

**VALIDAZIONE**

FV.ALC01.PD.H.05

00

11/2023

A.Bottone

A.Bottone

A.Bottone

E-WAY 8 S.r.l.

Sede legale  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
PEC: e-way8srl@legalmail.it tel. +39 0694414500



**RELAZIONE IMPATTO  
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	2 di 34

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>	<b>19</b>
5.1	Tracker fotovoltaici (interni al parco).....	19
5.2	Linee elettriche BT (DC) in cavo interrato.....	21
5.3	Power Station.....	22
5.4	Linea elettrica in cavo interrato AT a 36 kV (interno al parco).....	25
5.5	Cabina di raccolta (di utenza).....	27
5.5.1	Quadri AT.....	29
5.5.2	Trasformatore AT/BT per servizi ausiliari.....	29
5.6	Linea elettrica in cavo interrato AT a 36 kV (esterno al parco).....	30
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>34</b>



## RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	3 di 34

### INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 Ortofoto con impianto PV in progetto e collegamento alla RTN</i> .....	8
<i>Figura 2 Schema a blocchi impianto PV con cavi in progetto</i> .....	9
<i>Figura 3 Calcolo delle fasce di rispetto nel caso di nuovo elettrodotto</i> .....	13
<i>Figura 4 Processo di valutazione dell' esp. dei lavoratori (CEI 106-23 § 4.2)</i> .....	16
<i>Figura 5 Campo magnetico generato da filo percorso da corrente</i> .....	18
<i>Figura 6 Emissione EM (minima distanza [cm] sotto il tracker)</i> .....	20
<i>Figura 7 Power Station Ingecon SUN FSK (tipologico)</i> .....	22
<i>Figura 8 DRS POWER STATION (PS9)</i> .....	24
<i>Figura 9 Rappresentazione cavo ARE4H5E</i> .....	25
<i>Figura 10 Fascia rispetto - 2 terne AT (interno parco)</i> .....	26
<i>Figura 11 Cabina di raccolta (CR) in progetto</i> .....	27
<i>Figura 12 DRS - cabina di raccolta di utenza</i> .....	28
<i>Figura 13 Fascia rispetto - terna AT (esterno parco)</i> .....	31
<i>Figura 14 Esempio di buffer EM – CR</i> .....	32
<i>Figura 15 Esempio di buffer EM - lungo sede stradale</i> .....	33



**RELAZIONE IMPATTO  
ELETTRROMAGNETICO**

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	4 di 34

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 Limiti vigenti.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 2 VLE per induzione magnetica (<math>B_0</math>) per frequenze tra 0 1 Hz (tabella A1) .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 3 VA per induzione magnetica (<math>B_0</math>) di campi statici (tabella B4) .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 4 Elenco tratte interne cavo interrato AT .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 5 Caratteristiche dimensionali cavi AT (interno parco).....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 6 Tratta esterna al parco in cavo interrato AT.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 7 Caratteristiche dimensionali cavo AT (esterno parco).....</i>	<i>30</i>





## RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	5 di 34

### 1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN ALCAMO (TP), LOCALITÀ MONTELEONE.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza installata pari a 25,01 MW e una potenza nominale di 22,37 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 11 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotto esterno in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN a 220/36 kV, da inserire in entrata - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna";

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 8 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 16771051006

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- 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 (*Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i servizi Tecnici*);
- 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”;
- 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 II”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche. Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08. Enel Distribuzione S.p.A.;
- DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici);
- D.lgs. 09/04/2008, n. 81 “TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO”, Titolo VIII - Capo IV “PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI”;
- Allegato XXXVI del D.lgs. 09/04/2008, n. 81;
- Indicazioni operative Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII, Capo IV “Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – INAIL”;
- CEI EN 50499 (CEI 106-23) “Procedura per la valutazione dell’esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici”;
- CEI EN 50647 (106-36) “Norma base per la valutazione dell’esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica”.



## RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	7 di 34

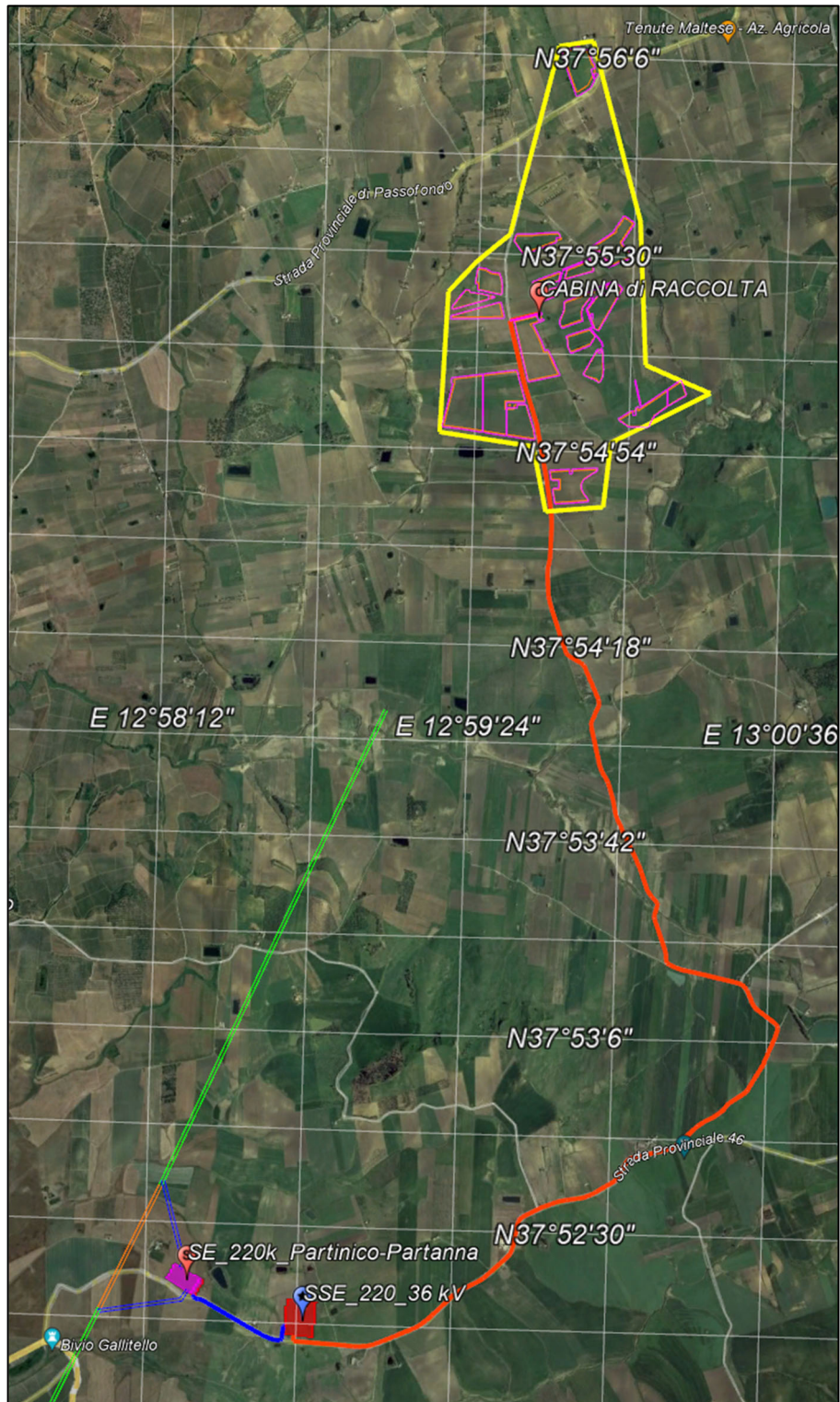
### 3 DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente studio sarà costituito da **35224 moduli** da 710 Wp cadauno, per una potenza complessiva di picco pari a **25009,04 kWp**, distribuiti su **1258** stringhe; saranno necessari **15 inverter** per una potenza nominale complessiva di uscita pari a **22371,00 kW**;

La Soluzione Tecnica Minima Generale alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN a 220/36 kV, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna";

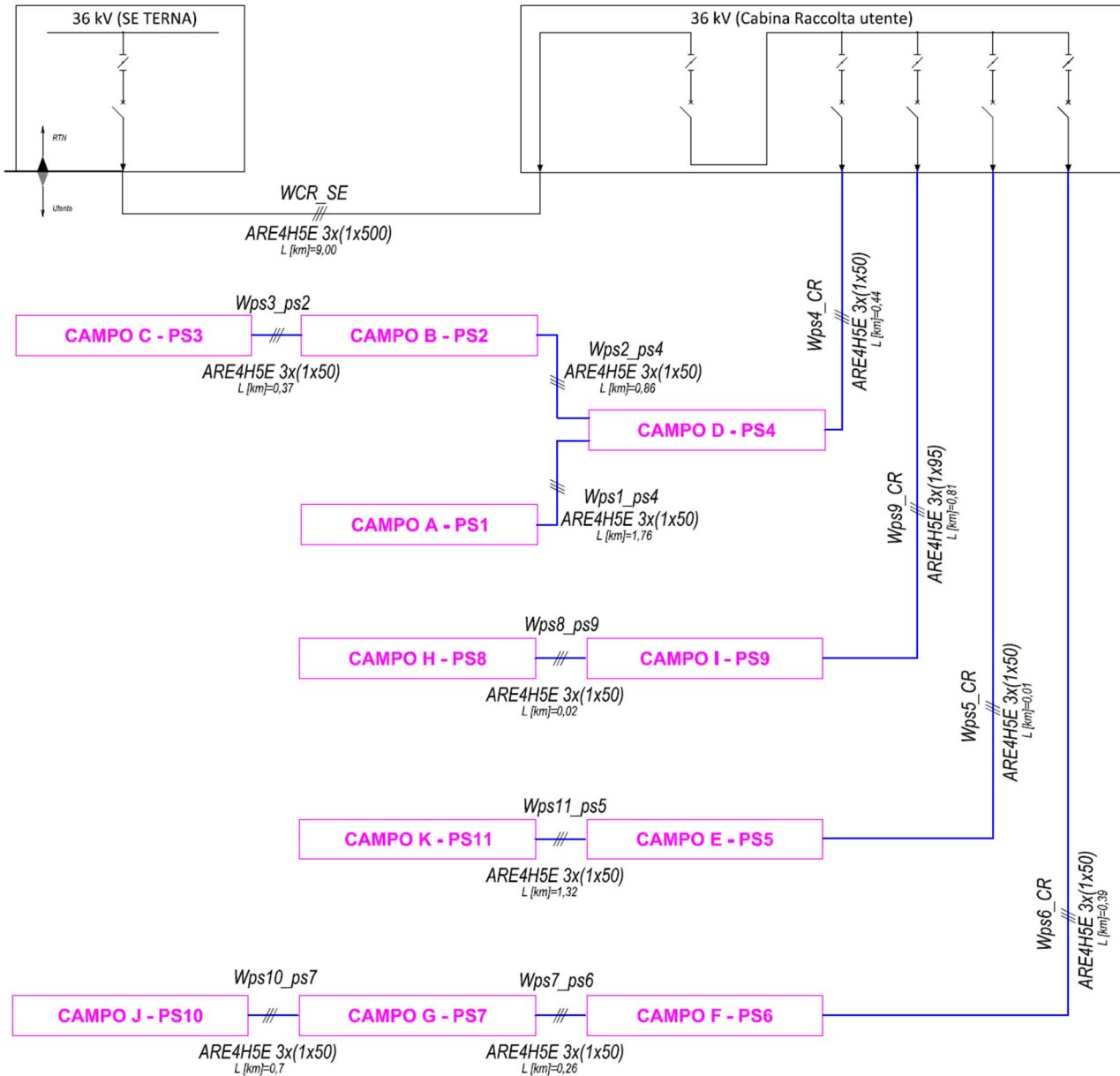
Le opere elettriche di impianto, sulle quali rivolgere l'attenzione ai fini della presente valutazione sono:

- **Tracker fotovoltaici** (interni al parco), quali strutture di sostegno dei moduli, interessati dai cavi di collegamento stringa (DC), raggruppati a fascio (posa aerea) sulla parte centrale della struttura;
- **Linee elettriche BT (DC) in cavo interrato** (interne al parco), congiungente i QdS (quadri di stringa) con gli inverter;
- **Power Station** (interni al parco), "skid" contenente il convertitore DC/AC, il trasformatore BT/AT e le apparecchiature elettromeccaniche AT (quadri AT);
- **Linea elettrica in cavo interrato (interno)** AT a 36 kV, congiungenti il parco fotovoltaico (entra-esce tra le varie Power Station) con la cabina di raccolta (di utenza);
- **Cabina** di raccolta di utenza;
- **Linea elettrica in cavo interrato (esterno)** AT a 36 kV, congiungente la cabina di raccolta con la sezione a 36 kV della SE RTN.



**Figura 1** Ortofoto con impianto PV in progetto e collegamento alla RTN

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	9 di 34



**Figura 2 Schema a blocchi impianto PV con cavi in progetto**



## 4 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La tutela di cui al D.P.C.M. 8 luglio 2003 si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti (art.5), sia sulla regolamentazione delle nuove installazioni e/o nuovi insediamenti presso elettrodotti preesistenti (art.6).

Il secondo caso, oggetto della presente relazione, si attua mediante gli strumenti di pianificazione territoriale ed in particolare mediante la previsione di fasce di rispetto, comunicate alle autorità competenti dal proprietario/gestore dell'elettrodotto.

### Definizioni

- **Distanza di Prima Approssimazione (DPA):** per le linee è 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 della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- **Distanza di rispetto dalla sorgente (DRS):** distanza dalla singola sorgente oltre la quale il campo di induzione magnetica generato dalla sorgente stessa è inferiore all'obiettivo di qualità. Per ogni sorgente abbiamo generalmente tre distanze di rispetto valutate lungo i tre assi cartesiani e misurate a partire dal centro di riferimento relativo della sorgente stessa. Le tre distanze di rispetto, associate a ogni singola sorgente, definiscono la fascia di rispetto relativa alla sorgente
- **Elettrodotto:** è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- **Fascia di rispetto:** è lo 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 (3  $\mu$ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 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 e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- **Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.
- **Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1):** nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- **Linea:** collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.
- **Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h):** aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.
- **Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4):** nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	11 di 34

operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- **Portata in corrente in servizio normale:** è la 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 § 2.6. La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata": per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60; per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori; per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come 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).
- **Tratta:** porzione di tronco (campate contigue) avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, ecc.) e relative alla proprietà.
- **Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2):** a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- **Distanza di prima approssimazione di parete (DPAP):** è la distanza da ogni singola parete, soffitto e pavimento del locale ospitante le apparecchiature elettriche atte alla trasformazione da media a bassa tensione e il sezionamento a media tensione dell'energia elettrica, che garantisce l'osservanza della fascia di rispetto. Nel calcolo della DPA di parete si devono considerare i contributi dovuti alle apparecchiature installate presso la parete in esame.
- **Effetti biofisici diretti:** effetti provocati direttamente nel corpo umano a causa della sua presenza all'interno di un campo elettromagnetico, che comprendono:
  - a. effetti termici, quali il riscaldamento dei tessuti a causa dell'assorbimento di energia dai campi elettromagnetici nei tessuti medesimi;
  - b. effetti non termici, quali la stimolazione di muscoli, nervi e organi sensoriali. Tali effetti possono essere di detrimento per la salute mentale e fisica dei lavoratori esposti. Inoltre, la stimolazione degli organi sensoriali può comportare sintomi transitori quali vertigini e fosfeni. Inoltre, tali effetti possono generare disturbi temporanei e influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari e possono, pertanto, influire negativamente sulla capacità di un lavoratore di operare in modo sicuro;
  - c. correnti negli arti;

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	12 di 34

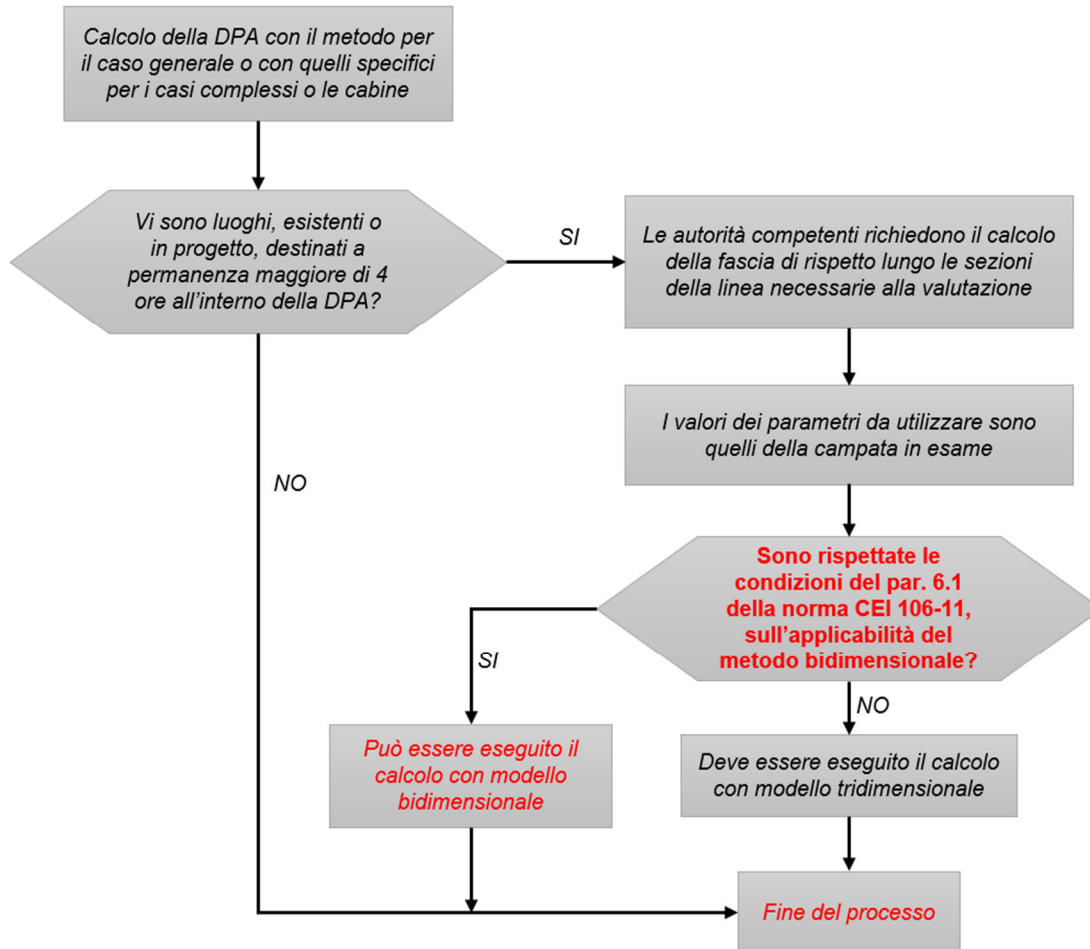
- **Effetti indiretti:** effetti provocati dalla presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico, che potrebbe essere causa di un pericolo per la salute e sicurezza, quali:
  - a. interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici, compresi stimolatori cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo;
  - b. rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici statici;
  - c. innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
  - d. incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
  - e. correnti di contatto;
- **Valori limite di esposizione (VLE):** valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti;
- **VLE relativi agli effetti sanitari:** VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare;
- **VLE relativi agli effetti sensoriali:** VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali;
- **Valori di azione (VA):** livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nel presente capo.
- **Lavoratori DMIA:** portatori di dispositivi medici impiantabili attivi.

Il calcolo dell'induzione magnetica deve essere eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti.

Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 parte I;
- tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi (estensione della norma CEI 211-4).





**Figura 3** Calcolo delle fasce di rispetto nel caso di nuovo elettrodotto

**Modello di calcolo normalizzato (§ 6.1 della norma CEI 106-11 parte I):**

Il modello normalizzato utilizzato per la seguente valutazione per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto dalla Norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot-Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, considerate simmetriche ed equilibrate.

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei sub-conduttori dei fasci;
- per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato sopra descritto, che richiede l'uso di codici di calcolo, seppur relativamente semplici, si può ricorrere a formule analitiche approssimate, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori della linea elettrica o reciprocamente la distanza da tale centro geometrico a cui si verifica un prefissato valore di induzione magnetica: esse sono pertanto molto utili per valutazioni approssimate e immediate delle fasce di rispetto delle **linee aeree e in cavo interrato**.

Tali formule derivano dalla considerazione che l'induzione magnetica generata da un sistema di conduttori di lunghezza infinita e tra di loro paralleli può essere espresso dalla scomposizione in serie della legge di Biot-Savart e che, per punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a 3 µT, lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con un'approssimazione tanto più accettabile tanto più è elevata la distanza dai conduttori. Con questa approssimazione le curve isolivello dell'induzione magnetica sono le circonferenze aventi per centro il **centro geometrico dei conduttori**.

Per quanto riguarda le cabine elettriche, si adotta una metodologia semplificata (**§ 2 della norma CEI 106-11 parte II**) che tiene conto della disposizione dei componenti all'interno di una cabina; quindi si rende necessario ampliare il concetto della distanza di prima approssimazione (DPA), unica per tutte le pareti, ad un concetto di distanza di prima approssimazione di parete (DPAP).

I componenti presenti in cabina possono essere modellizzati mediante sorgenti di campo magnetico proporzionali all'intensità della corrente e inversamente proporzionali alla distanza dalla sorgente o dal quadrato o dal cubo della stessa.

$$B = \alpha * \frac{I}{r^\beta}$$

La sorgente può avere inoltre simmetria di tipo cilindrico o sferico.

Dalla formula dell'andamento dell'induzione è possibile determinare la fascia di rispetto associata al valore dell'obiettivo di qualità  $3\mu\text{T}$ :

$$r_{3\mu\text{T}} = \sqrt[\beta]{\frac{\alpha}{3}} * \sqrt[\beta]{I}$$

I coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  sono determinati in funzione dei parametri geometrici delle diverse sorgenti (trasformatore, collegamenti elettrici, quadri).

**Di seguito un prospetto dei limiti attualmente vigenti (f=50 Hz):**

Normativa	Limiti previsti	Intensità del campo di Induzione magnetica B ( $\mu\text{T}$ )	Intensità del campo Elettrico E (kV/m)
L. 36/01 DPCM 8/7/03	Limite d'esposizione	100	5
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. Cons. Europeo 12/07/1999	Livelli di riferimento	100	5
ICNIRP (2010)	Livelli di riferimento	200	5

**Tabella 1 Limiti vigenti**

**Il campo elettrico** è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. Dal momento che i valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano, l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante.

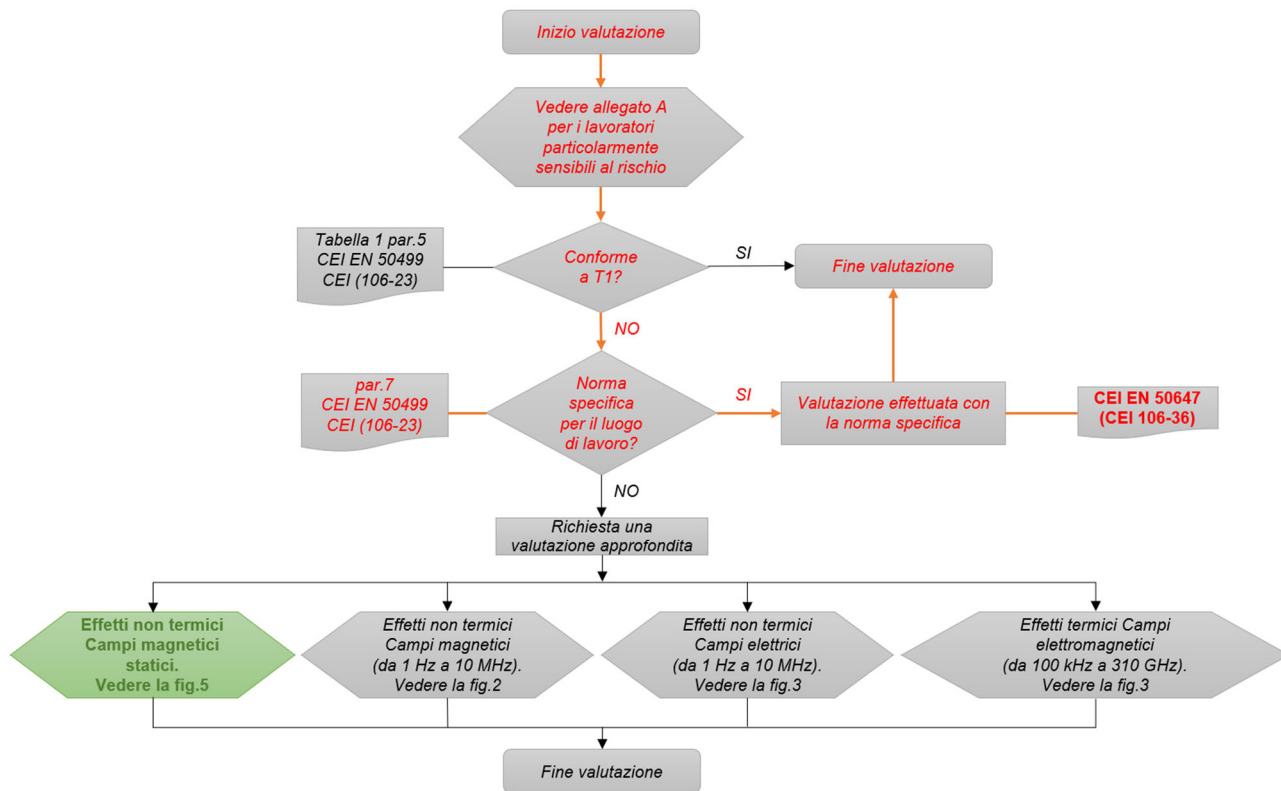
La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico, e in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

Per il caso di elettrodotti interrati, il campo elettrico è ridotto dai rivestimenti dei cavi e soprattutto dall'interramento, tanto che già a brevissima distanza dal cavo il campo è sostanzialmente trascurabile (§ 6.5.2.2 della norma CEI 11-17). Si pensi infatti che date le caratteristiche dielettriche del terreno, il piano di terra costituisce un riferimento elettrico equipotenziale, a potenziale nullo. Per tale motivo, il campo elettrico non è generalmente di interesse per la valutazione di effetti biologici legati alla presenza di elettrodotti in bassa frequenza (50Hz), e le normative che fissano i limiti di esposizione a bassa frequenza sono incentrate sul campo magnetico.

**Procedura di valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi E.M. (EN 50499 – CEI 106-23)**

Come stabilito dall' art. 209 (D.lgs. 09/04/2008, n. 81), la valutazione dei rischi e l'identificazione dell'esposizione devono essere effettuati tenendo anche conto delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche europee e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6 del presente decreto, e delle informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni.

Lo schema a blocchi presentato nella Fig. 4 mostra graficamente il processo di valutazione. Prima di iniziare il processo di valutazione, e per determinare quale livello di approfondimento della valutazione del luogo di lavoro sia eventualmente necessario, si deve prima di tutto caratterizzare il luogo di lavoro. Ciò impone al datore di lavoro di stabilire quali apparecchiature elettriche che emettono campi elettromagnetici siano presenti nel luogo di lavoro.



**Figura 4 Processo di valutazione dell' esp. dei lavoratori (CEI 106-23 § 4.2)**

L'esposizione deve essere valutata nel luogo o nei luoghi di lavoro dove è permessa o è ragionevolmente prevedibile la presenza di lavoratori. Il livello di esposizione nei luoghi di lavoro è valutato nelle aree dove un lavoratore può accedere nell'ambito delle sue mansioni, ed i suoi contributi sono le emissioni dalle apparecchiature che influenzano tali aree.

Dalla fig.4 è facile dedurre che la norma specifica a cui far riferimento (da CEI 106 – 23 § 7) è la EN 50647 (**CEI 106 – 36**) “Norma base per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica”.

**(CEI 106 -36 § 10) Esposizione a campi in corrente continua**

**Non sono previsti limiti** nella Direttiva (2013/35/UE) per i campi elettrici in corrente continua.

I limiti di esposizione per i campi magnetici CC sono dati direttamente in termini di ampiezza del campo, poiché gli effetti di induzione si verificano solo quando un oggetto conduttore si muove in un campo statico.

Per i **VLE** e **VA** degli effetti non termici si farà riferimento all'**allegato E della CEI 106-36** e all'**allegato XXXVI** del D.lgs. 09/04/2008, n. 81; i quali riportano i medesimi valori.

	VLE relativi agli effetti sensoriali [T]
Condizioni di lavoro normali	2
Esposizione localizzata degli arti	8
	VLE relativi agli effetti sanitari [T]
Condizioni di lavoro controllate	8

**Tabella 2 VLE per induzione magnetica ( $B_0$ ) per frequenze tra 0 1 Hz (tabella A1)**

Rischi	VA ( $B_0$ ) [mT]
Interferenza con dispositivi impiantabili attivi, ad esempio stimolatori cardiaci	0,5
Rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti ad alta intensità (> 100 mT)	3

**Tabella 3 VA per induzione magnetica ( $B_0$ ) di campi statici (tabella B4)**

Quando si analizza l'esposizione al campo magnetico CC, si deve considerare che esiste un'esposizione di fondo dovuta al campo magnetico terrestre (tra 30  $\mu$ T e 70  $\mu$ T a seconda della vicinanza ai poli magnetici).

Per quanto riguarda il calcolo dell'esposizione dei lavoratori in prossimità dei cavi, si applicano le formule riportate nell'**allegato B (§B.2 e §B.3)**:

**Correnti nei singoli conduttori (§B.2)**

$$d_{lim}(m) = 0,2 * \frac{I(A)}{B_{lim}(\mu T)}$$

### Correnti nei circuiti (§B.3)

Quando due conduttori percorsi da corrente  $I$  (A) si trovano a distanza  $S$  (m) e dove  $S \ll D$ , vale la formula:

$$d_{lim}(m) = \sqrt{0,2 * \frac{I(A) * S(m)}{B_{lim}(\mu T)}}$$

Due conduttori paralleli trasportano correnti uguali che scorrono in direzioni opposte.

Poiché le correnti sono uguali e opposte ei conduttori sono vicini tra loro, i campi si annullano in gran parte, dove il grado di cancellazione dipende da quanto sono vicini i conduttori.

Per i conduttori che trasportano correnti di diverse circuiti (posa in fasci) è applicabile la corrente netta nel fascio di conduttori, molto più bassa di quella percorsa dal singolo conduttore;

In maniera cautelativa, ipotizzeremo che la corrente del fascio sia data dalla somma algebrica delle correnti di tutti i circuiti costituenti il fascio, trascurando le correnti di segno opposto (§B.2);

Si può considerare che il conduttore è un filo rettilineo infinito. In pratica, questa ipotesi semplificata è conservativa in quanto sovrastima il campo reale.

La distanza limite risultante è calcolata a partire del centro geometrico del fascio

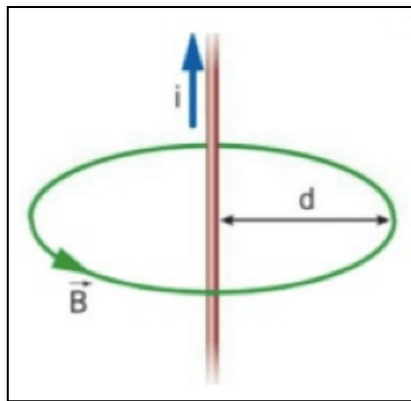


Figura 5 Campo magnetico generato da filo percorso da corrente

#### NOTA sulle correnti di contatto:

Le correnti di contatto sono effetti indiretti di campi elettrici e magnetici che si verificano quando una persona entra in contatto con un oggetto conduttivo (solitamente una struttura metallica) dove la persona e/o l'oggetto sono sotto l'influenza del campo (Tracker).

Nel caso in cui la corrente di contatto sia prodotta da un campo magnetico, **la messa a terra** deve essere effettuata nelle immediate vicinanze (decine di metri) dal punto di contatto e deve essere di buona qualità.

## 5 CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 5.1 Tracker fotovoltaici (interni al parco)

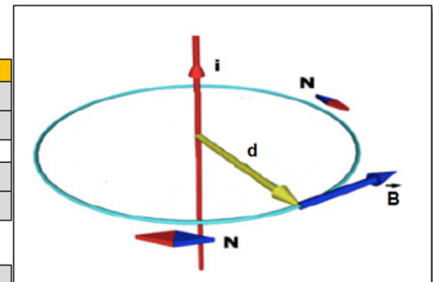
L'impianto AGRO-FOTOVOLTAICO di progetto prevede l'implementazione e la coltivazione di impianti di vite (*Vitis vinifera*) al di sotto e tra le file dei pannelli fotovoltaici. Tale coltura sarà proposta anche dal di fuori di alcune superfici esterne ai recinti di delimitazione del parco agro-fotovoltaico. Le attività previste per la gestione e la coltivazione della vite saranno quelle comunemente impiegate nel territorio e possono essere così sintetizzate: lavorazioni superficiali del suolo, gestione di eventuali inerbimenti stagionali, potature, eventuali trattamenti fitosanitari, concimazione e raccolta a mano e mediante macchine scavallatrici).

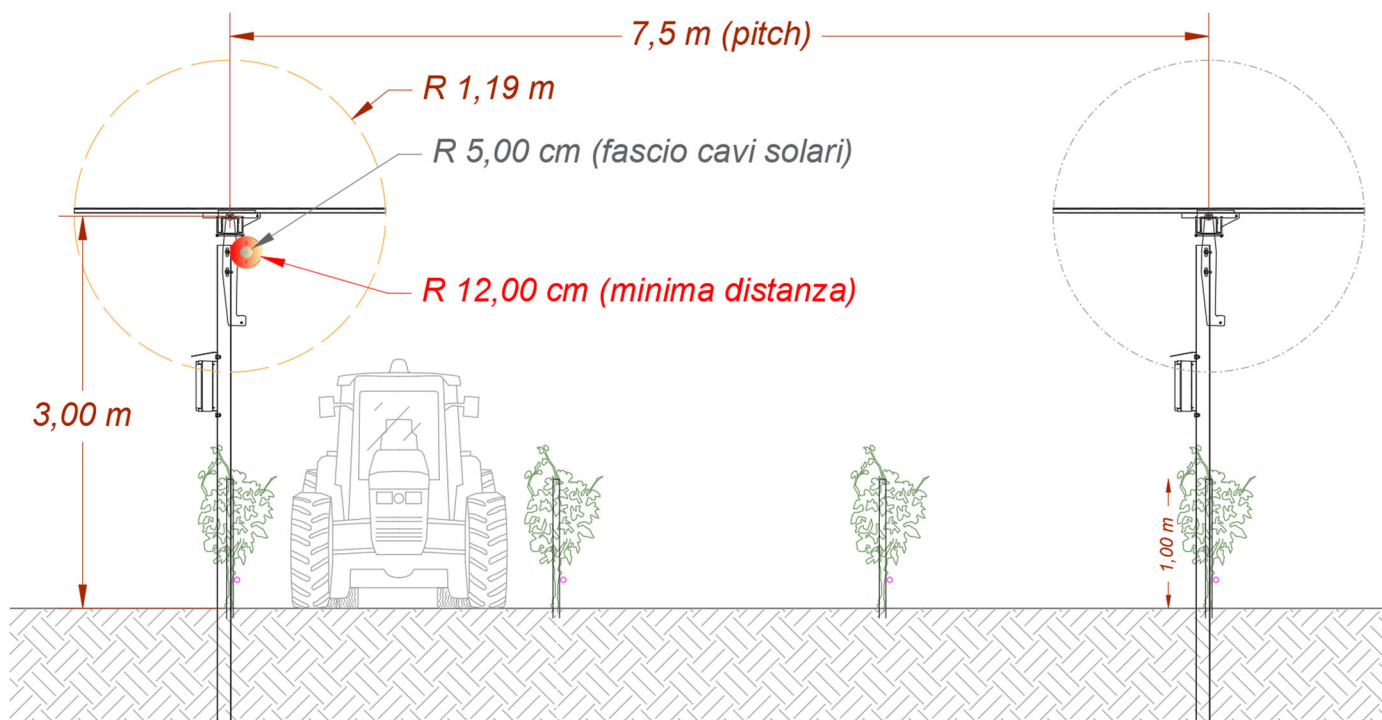
Ragion per cui l'area sottostante i moduli fotovoltaici, si configura come ambiente di lavoro e necessita di valutazione ai fini della sicurezza (d.lgs.81/08).

Analizzeremo il tracker con QdS annesso (**caso peggiore**), interessato dalla confluenza/arrivo di **9 stringhe fotovoltaiche**, le stringhe percorreranno il tracker in lunghezza (raggruppate a fascio nella parte centrale in posa aerea):

CEI 106-36	EN 50647 2017-06 allegato B §B.2	Sorgenti di campo magnetico a 50 Hz (impianti produzione-trasmissione-distribuzione)	
	9 stringhe da 16,75 A in parallelo verso QdS Corrente di esercizio (TOTALE DEL FASCIO)	Conduttore - filo rettilineo infinito	
		I [A] = 150,75	
		<b>d<sub>lim</sub> [cm]</b>	
VLE (B0 statico) All.XXXVI Tabella A1	VLE (cond.lavoro normali)	B <sub>lim</sub> [mT] = 2000,00	0,0015
	VLE (esp. localizzata arti)	B <sub>lim</sub> [mT] = 8000,00	0,0004
		B <sub>lim</sub> [mT] = 0,50	6,0300
VA (B0 statico) All.XXXVI Tabella B4	VA (interferenza con AIMD)	B <sub>lim</sub> [mT] = 3,00	1,0050
	VA (attr.e proiezione oggetti metallici)		
		<b>max [cm]</b>	7,0000

$$d_{lim}(cm) = 0,2 * \frac{I(A)}{B_{lim}(mT)}$$





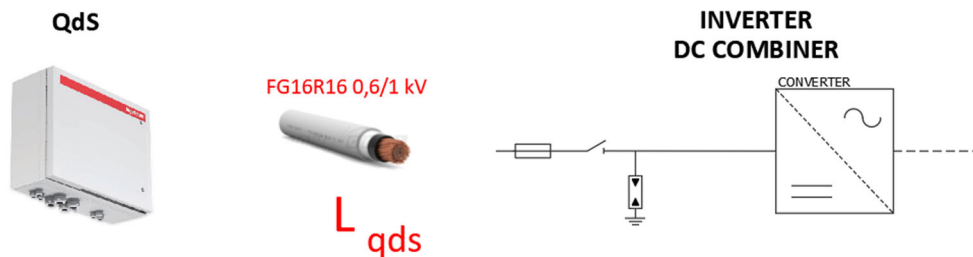
**Figura 6 Emissione EM (minima distanza [cm] sotto il tracker)**

L'emissione resta confinata sotto il tracker, in luogo non accessibile in condizioni ordinarie di lavoro.



## 5.2 Linee elettriche BT (DC) in cavo interrato

Dai QdS (quadro di stringa) partiranno dei cavi elettrici in posa interrata, per raggiungere i DC-Combiner dei convertitori presenti all'interno dello "skid" Power-STATION:

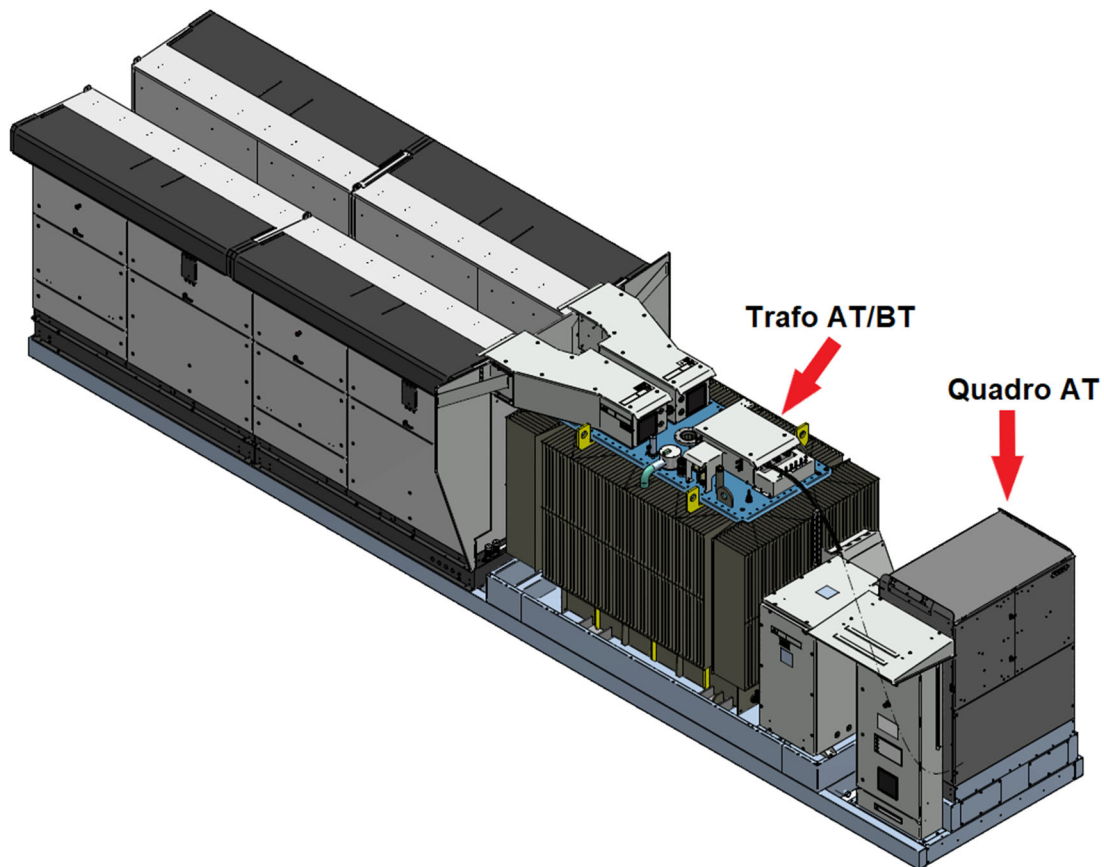


**Ai fini delle emissioni E.M. valgono le stesse considerazioni e risultati ottenuti nel paragrafo 5.1.**

Essendo i cavi, posati in tubo corrugato, ad una profondità di posa di *almeno* 1 metro, le emissioni sono confinate ben al di sotto del terreno.

### 5.3 Power Station

L'impatto EM dello "skid" Power Station è essenzialmente prodotto dal trasformatore AT/BT e dalle apparecchiature elettromeccaniche AT.



*Figura 7 Power Station Ingecon SUN FSK (tipologico)*

In via cautelativa, i calcoli saranno condotti considerando:

- uno "skid" composto da 4 *convertitori di taglia massima*, complessivamente pari a **7172 KVA** con un **trasformatore AT/BT** di potenza nominale pari a **7100 kVA**;
- per i **quadri AT**, si farà riferimento alla **PS9 (caso peggiore)**, la quale in configurazione entra-esce, è interessata da una potenza in transito di **8263 kVA**;

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	23 di 34

CEI 106-11/2 *appendice* **TRASFORMATORE AT-BT (36/0,69) in olio, avente pot.nom. S = 7100 kVA**

Trasformatore **in olio**

Vpri (kV) = **36,00**  
Vsec (kV) = **0,69**  
Rapp.trasf. = 52,17

Potenza nominale (kVA) S = **7100,00**  
Isec (A) I = **5940,85** uscita BT

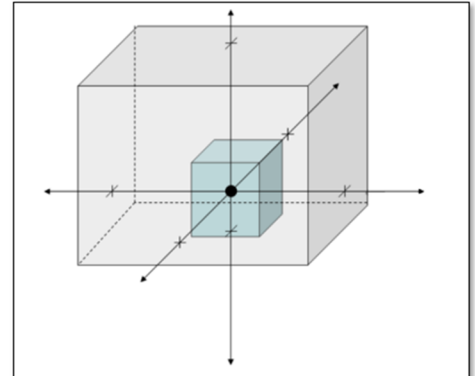
$$d_{3\mu T} = 3 \left( \frac{B_0 u_{cc\%}}{6} \sqrt{\frac{S}{630}} \right)^{0,357} [m]$$

B<sub>0</sub> = **3,00**

u<sub>cc</sub> (%) = **8,00%**

La formula riportata fornisce la distanza d<sub>3μT</sub>, **dal centro del trasformatore**, alla quale il campo di induzione magnetica è pari a 3μT:

DRS	
d <sub>3μT</sub> [m]	<b>5,12</b>
DRS <sub>radiale</sub> [m]	<b>6,00</b>



Le celle AT (barre di parallelo) della **PS9** sono interessate da una corrente complessiva pari a:

$$I [A] = \frac{8263}{36 * \sqrt{3}} = 133$$

CEI 106-11/2 *par. 6.1* **QUADRO MEDIA TENSIONE (3 celle) isolato in aria**

Portata di corrente in regime permanente PCR<sub>P</sub> [A]

I = **133**

Lungo X  $r_{3\mu T} = 0,3024 \sqrt[3]{I}$   
Lungo Y  $r_{3\mu T} = 0,3485 \sqrt[3]{I}$   
Lungo Z  $r_{3\mu T} = 0,6437 \sqrt[3]{I}$

B<sub>x</sub> (m)  $r_{3\mu T} = **1,54**$   
B<sub>y</sub> (m)  $r_{3\mu T} = **1,78**$   
B<sub>z</sub> (m)  $r_{3\mu T} = **3,29**$

max(x,y) [m] = **1,78**  
DRS<sub>x,y</sub> [m] = **2,00**

Nel caso di quadro non isolato in aria, le dimensioni sono inferiori e pertanto l'approccio proposto è cautelativo.

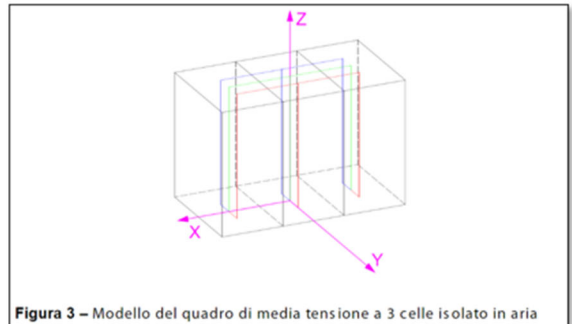
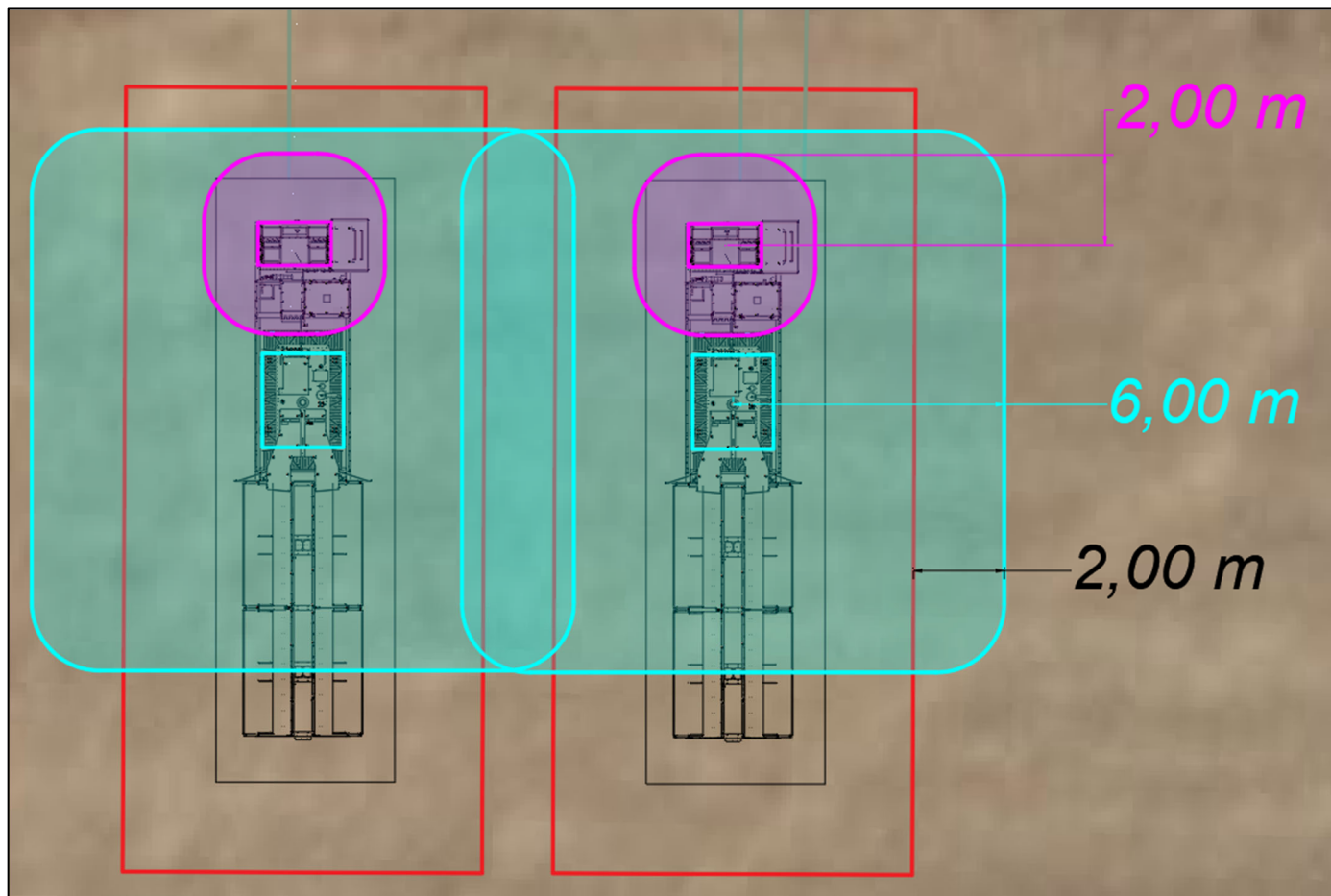


Figura 3 – Modello del quadro di media tensione a 3 celle isolato in aria



*Figura 8 DRS POWER STATION (PS9)*

Le emissioni della PS sono confinate all'interno del campo fotovoltaico, in aree non aperte al pubblico, quindi non sono aree protette o tutelate;

Inoltre, l'area non è interessata da lavorazioni agricole, in quanto ricade quasi esclusivamente nello spazio circostante le apparecchiature, lasciato libero per permettere manutenzione ordinaria e straordinaria con ausilio di mezzi meccanici.

#### 5.4 Linea elettrica in cavo interrato AT a 36 kV (interno al parco)

Si prevede l'utilizzo di cavi del tipo **ARE4H5E** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttori interni ed esterni in mescola estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.

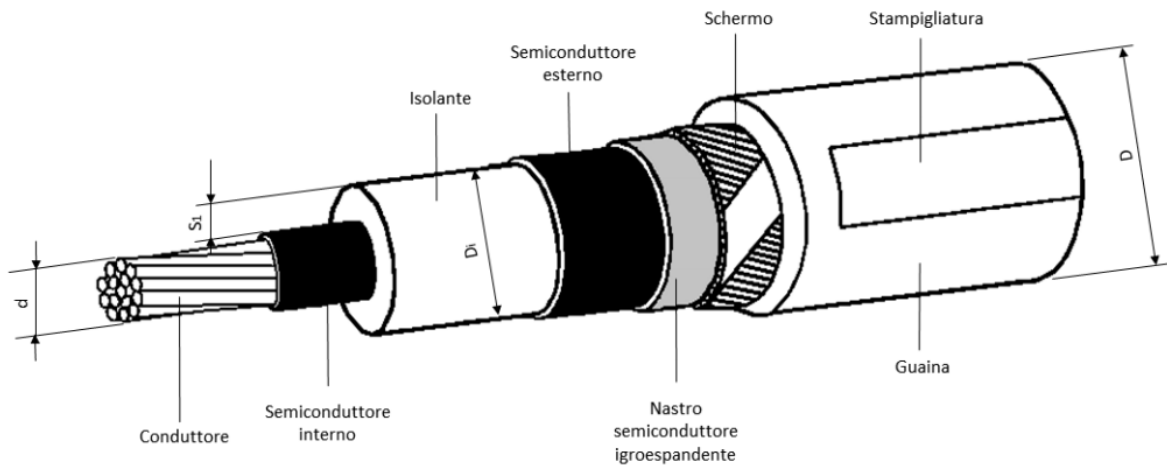


Figura 9 Rappresentazione cavo ARE4H5E

Le sezioni di cavo previste per le diverse tratte interne al parco sono riportate nella seguente tabella:

PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI: ALCAMO Loc. Monteleone (TP) con pot.nom. 22371 kW											
Denominazione tratta	Wps3_ps2	Wps2_ps4	Wps1_ps4	Wps4_CR	Wps8_ps9	Wps9_CR	Wps11_ps5	Wps5_CR	Wps10_ps7	Wps7_ps6	Wps6_CR
Potenza attiva [kW] @ cosφ = 1	1169,00	2728,00	1169,00	5690,00	3586,00	8263,00	1559,00	3897,00	1559,00	2728,00	4521,00
Lunghezza Linea [km]	0,37	0,86	1,76	0,44	0,02	0,81	1,32	0,01	0,70	0,26	0,39
N.ro di cavi x fase	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tipo cavo	ARE4H5E 20,8/36 1x...										
Tipo di posa prevalente	Cavi direttamente interrati (CEI 11-17 - tipo M)										
Disposizione delle terne	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio
Profondità di posa [m]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Tipo di linea	Trifase										
Tensione di linea [kV]	36										
Corrente di impiego [A]	18,75	43,75	18,75	91,25	57,51	132,52	25	62,5	25	43,75	72,51
Sez. anima cond. [mm <sup>2</sup> ]	50	50	50	50	50	95	50	50	50	50	50
Materiale anima conduttore	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al

Tabella 4 Elenco tratte interne cavo interrato AT

Dati costruttivi cavo ARE4H5E 20,8/36 1x...						
Sez. (mm <sup>2</sup> )	Ø cond. (mm)	Øi isolante (mm)	Øext massimo (mm)	Peso (kg/km)	Rmin curv. (mm)	Portata a trifoglio int. [Io] (A)
50	8,20	25,50	34,00	830	450	147
95	11,40	26,50	35,00	950	470	215

**Tabella 5 Caratteristiche dimensionali cavi AT (interno parco)**

In via cautelativa, a garanzia di sicurezza, si riportano di seguito i risultati ottenuti considerando le tratte con il cavo di sezione maggiore (1 x 95 mm<sup>2</sup>) e la rispettiva corrente al limite termico (**215 A**).

**Inoltre, si è ipotizzato che per tutte le tratte interne al parco e fino alla cabina di raccolta, sia posata parallelamente in scavo adiacente, altra terna di cavi AT.**

Quindi si ipotizzerà un percorso con due terne di cavi, di sezioni identiche, distanziate tra loro di 25 cm.

CEI 106-11 par.6.2.3 punto b)

obiettivo di qualità  
distanza tra cond. [m]  
profondità di posa [m]

CEI 11-17

portata in corrente regime permanente [A]

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T] \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

$h=0$

Linee in cavo interrato a semplice terna (unipolari posati a trifoglio)

$B \text{ (}\mu T\text{)} = 3,00$

$S = 0,044$

$d = 1,25$

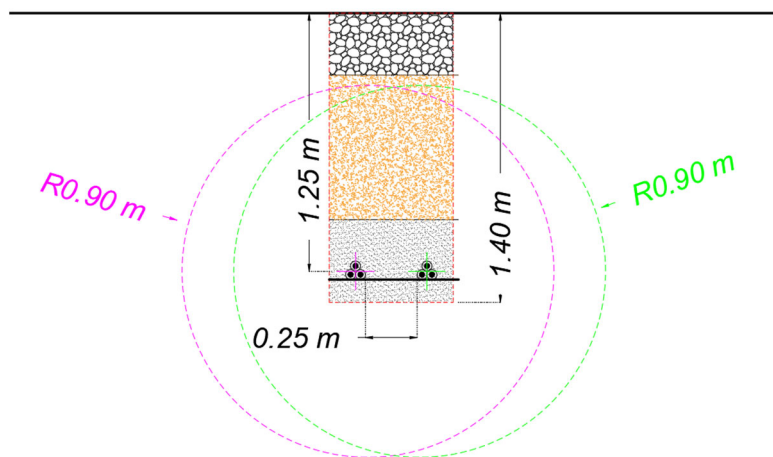
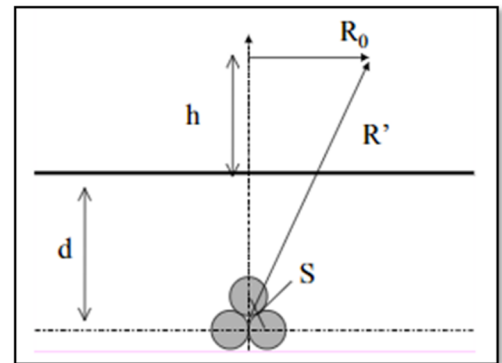
$I = 214,50$

$k = 0,29$

$R' [m] = 0,88$

$R' [m] = 0,90$

$R0 [m] = R' \cdot d$



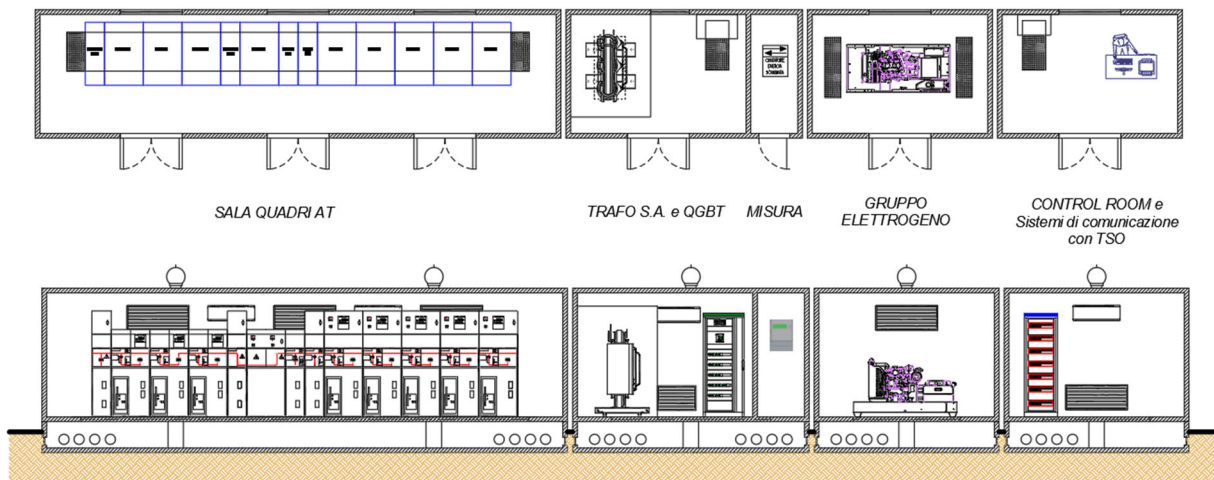
**Figura 10 Fascia rispetto - 2 terne AT (interno parco)**

Emissione confinata sotto sede viaria interna.

## 5.5 Cabina di raccolta (di utenza)

Considerando la distribuzione geografica dei sottocampi fotovoltaici e la potenza complessiva in gioco, si è deciso di dividere l'intero parco in **quattro** zone elettricamente indipendenti, ognuna con un proprio arrivo nella cabina di raccolta.

Il sistema sarà costituito da tutte le apparecchiature necessarie per l'interconnessione e il controllo delle diverse Power Station (PS).



*Figura 11 Cabina di raccolta (CR) in progetto*

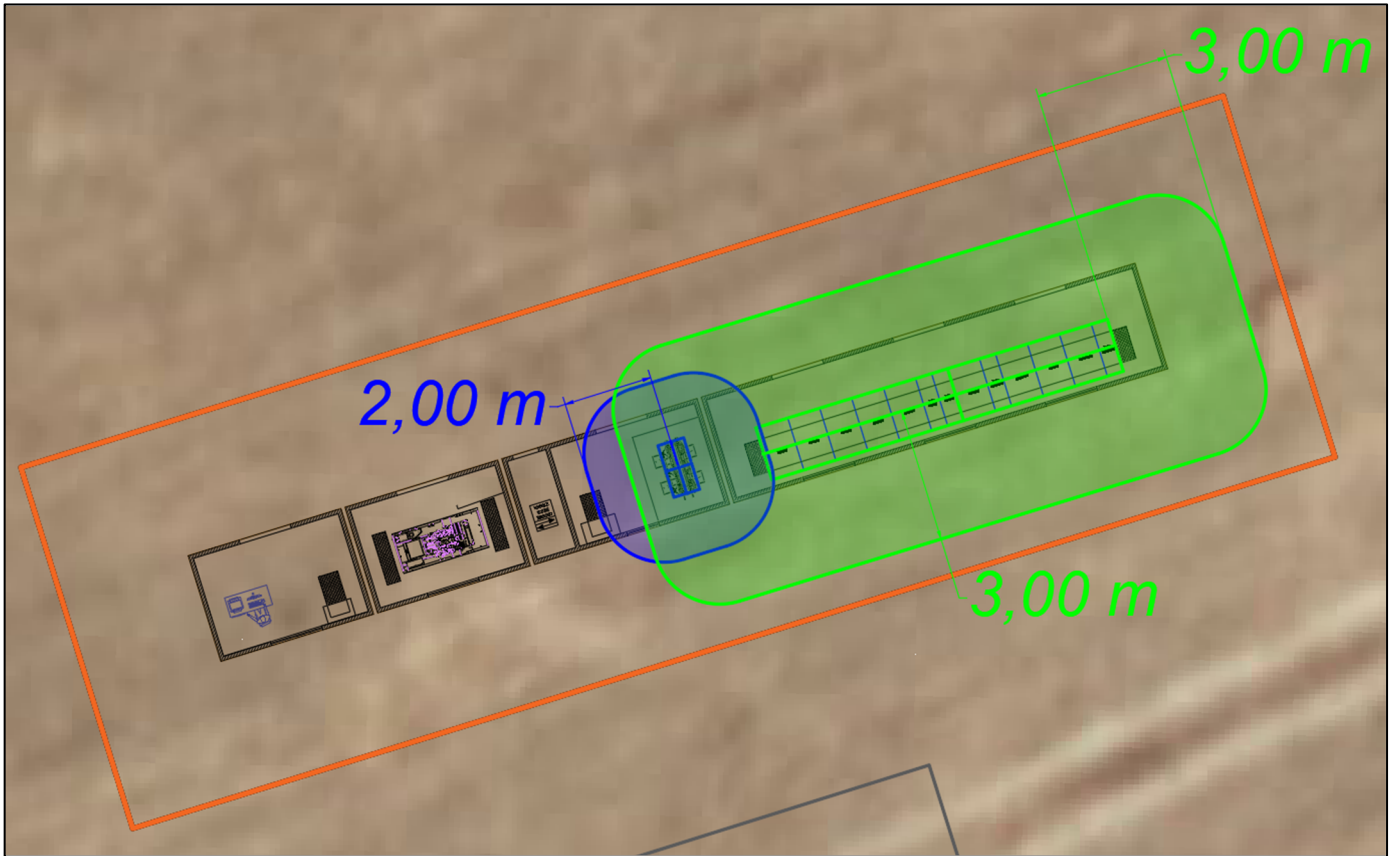
All'interno della cabina, ai fini dell'emissione elettromagnetica, si configurano due punti di emissione:

- Quadri AT;
- Trasformatore AT/BT per servizi ausiliari.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le caratteristiche elettriche delle sorgenti interne alla cabina, ed il calcolo delle relative DPA:

Come si evince dalla figura 12, la DPA è interamente contenuta nelle immediate vicinanze delle strutture affiancate, e comunque non oltre l'area di pertinenza della cabina, lasciata libera per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.





*Figura 12 DRS - cabina di raccolta di utenza*



### 5.5.1 Quadri AT

Per il calcolo si fa riferimento alle celle AT interessate da una corrente complessiva pari a:

$$I [A] = \frac{22371}{36 * \sqrt{3}} = 359$$

CEI 106-11/2 **par.6.1** **QUADRO MEDIA TENSIONE (3 celle) isolato in aria**

Portata di corrente in regime permanente PCR [A]

I = **359**

Lungo X	$r_{3\mu T} = 0.3024\sqrt[3]{I}$
Lungo Y	$r_{3\mu T} = 0.3485\sqrt[3]{I}$
Lungo Z	$r_{3\mu T} = 0,6437\sqrt[3]{I}$

	DRS
Bx (m)	$r_{3\mu T} = 2,15$
By (m)	$r_{3\mu T} = 2,48$
Bz (m)	$r_{3\mu T} = 4,57$
max(x,y) [m]	<b>2,48</b>
DRS <sub>x,y</sub> [m]	<b>3,00</b>

Nel caso di quadro non isolato in aria, le dimensioni sono inferiori e pertanto l'approccio proposto è cautelativo.

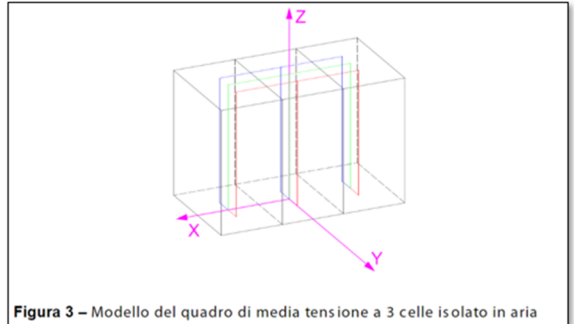


Figura 3 – Modello del quadro di media tensione a 3 celle isolato in aria

### 5.5.2 Trasformatore AT/BT per servizi ausiliari

Si utilizzerà un trasformatore in resina, di potenza nominale **160 kVA**, con tensione primaria = 36 kV e tensione secondaria = 400 V;

CEI 106-11/2 **par.6.3** **TRASFORMATORE A SECCO (IN RESINA) con h = 1m (Tab.3 e Tab.4)**

	Vpri (kV) = <b>36,00</b>		
	Vsec (kV) = <b>0,69</b>		
	Rapp.trasf. = 52,17		
	Potenza nominale (kVA)	Pnom = <b>160,00</b>	
	Isec (A)	I = <b>133,88</b>	uscita BT
Lungo X	$r_{3\mu T} = \frac{\beta_x}{3} \sqrt{\frac{\alpha_x}{3} \beta_x \sqrt{I}}$		
Lungo Y	$r_{3\mu T} = \frac{\beta_y}{3} \sqrt{\frac{\alpha_y}{3} \beta_y \sqrt{I}}$		
Lungo Z	$r_{3\mu T} = \frac{\beta_z}{3} \sqrt{\frac{\alpha_z}{3} \beta_z \sqrt{I}}$		
	Bx (m)	$r_{3\mu T} = 1,87$	
	By (m)	$r_{3\mu T} = 1,46$	
	Bz (m)	$r_{3\mu T} = 3,10$	
	max(x,y) [m]	<b>1,87</b>	
	DRS <sub>x,y</sub> [m]	<b>2,00</b>	

L'origine degli assi coincide con la proiezione sul piano z = 0 del baricentro della base della colonna centrale del trasformatore. Infatti le colonne non poggiano sul piano z = 0 (generalmente il piano di calpestio), ma sono rialzate di una quota che dipende dalla taglia del trasformatore (0,5 m)

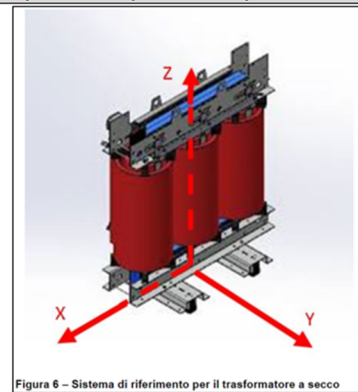


Figura 6 – Sistema di riferimento per il trasformatore a secco



**RELAZIONE IMPATTO  
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	30 di 34

### 5.6 Linea elettrica in cavo interrato AT a 36 kV (esterno al parco)

Si prevede l'utilizzo di cavi del tipo **ARE4H5E** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttivi interni ed esterni in miscela estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.

La sezione di cavo prevista per la tratta esterna al parco (**dalla CR alla SE**) è riportata nella seguente tabella:

<b>PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI: ALCAMO Loc. Monteleone (TP) con pot.nom. 22371 kW</b>	
<b>Denominazione tratta</b>	<b>CR-SE</b>
Potenza attiva [kW] @ $\cos\phi = 1$	22371,00
Lunghezza Linea [km]	9,00
N.ro di cavi x fase	1
Tipo cavo	<b>ARE4H5E 20,8/36 1x...</b>
Tipo di posa prevalente	<i>Cavi direttamente interrati (CEI 11-17 - tipo M)</i>
Disposizione delle terne	<i>a trifoglio</i>
Profondità di posa [m]	1,25
Tipo di linea	<i>Trifase</i>
Tensione di linea [kV]	<b>36</b>
Corrente di impiego [A]	358,78
Sez. anima cond. [mm <sup>2</sup> ]	<b>500</b>
Materiale anima conduttore	<i>Al</i>

*Tabella 6 Tratta esterna al parco in cavo interrato AT*

<b>Dati costruttivi cavo ARE4H5E 20,8/36 1x...</b>						
Sez.	Ø cond.	Øi isolante	Øext massimo	Peso	Rmin curv.	Portata a trifoglio int. [Io]
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(A)
500	26,50	42,60	51,70	2630	1086	547

*Tabella 7 Caratteristiche dimensionali cavo AT (esterno parco)*

In via cautelativa, a garanzia di sicurezza, si riportano di seguito i risultati ottenuti considerando la sezione del cavo (1 x 500 mm<sup>2</sup>) e la rispettiva corrente al limite termico (547 A).

CEI 106-11 par.6.2.3 punto b)

obiettivo di qualità  
distanza tra cond. [m]  
profondità di posa [m]

CEI 11-17

portata in corrente regime permanente [A]

Linee in cavo interrato a semplice terna (unipolari posati a trifoglio)

B (μT) = 3,00

S = 0,065

d = 1,25

I = 547,00

k = 0,29

R' [m] = 1,70

R' [m] = 1,70

R0 [m] = 1,15

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [}\mu\text{T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

h=0

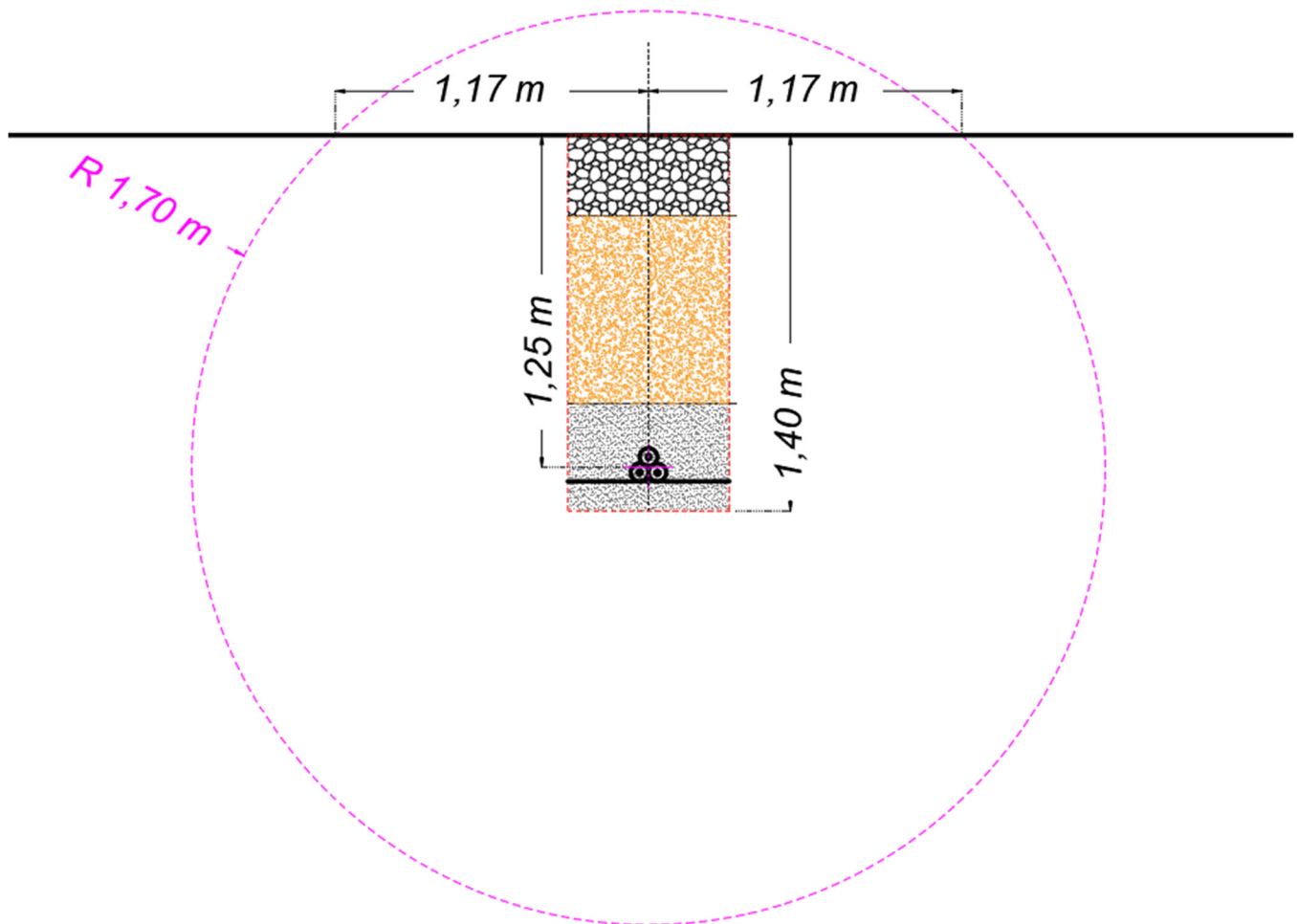
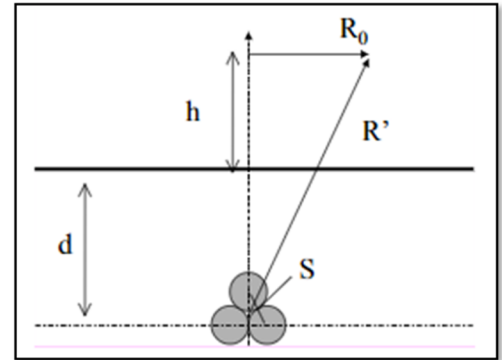


Figura 13 Fascia rispetto - terna AT (esterno parco)

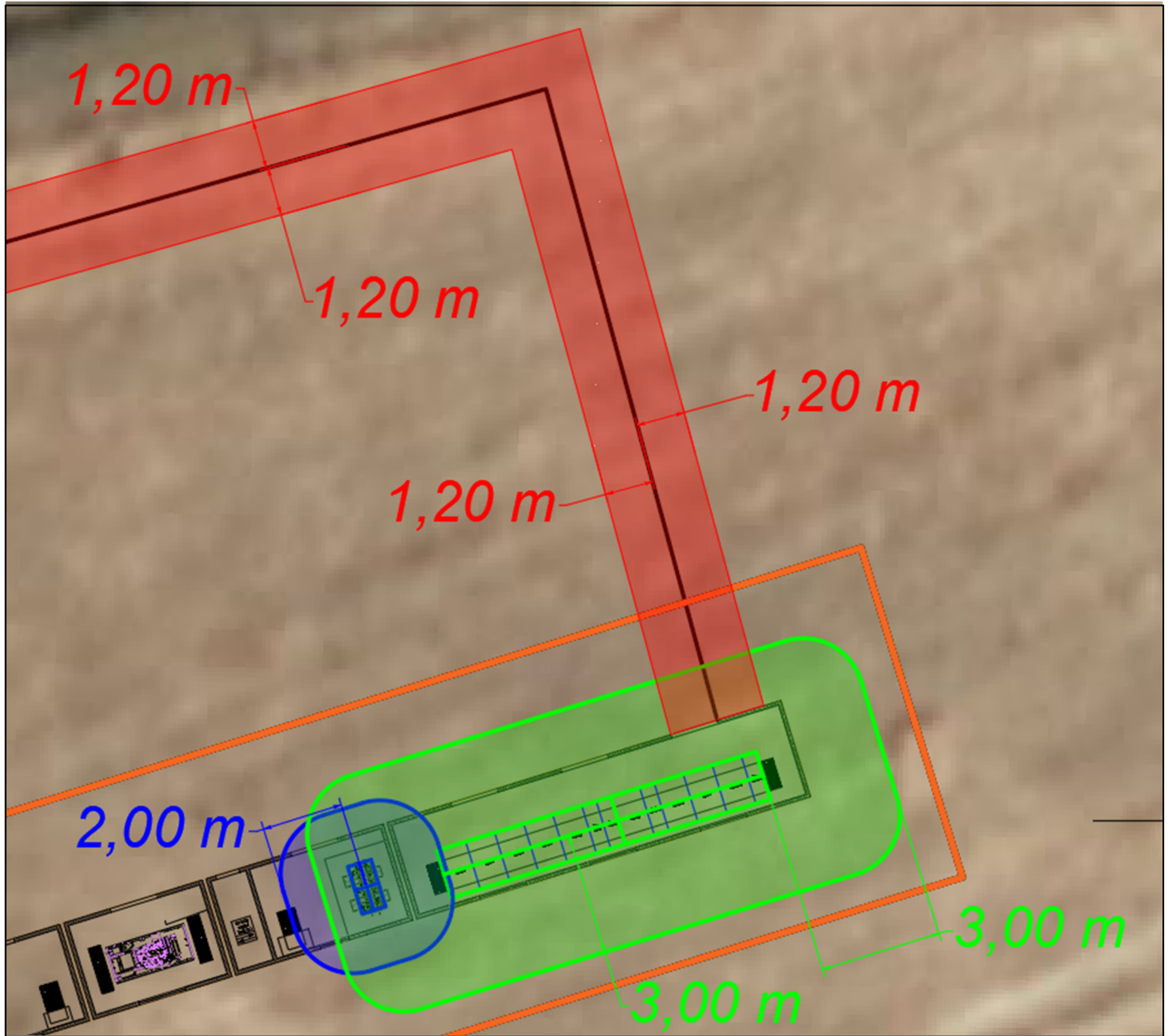
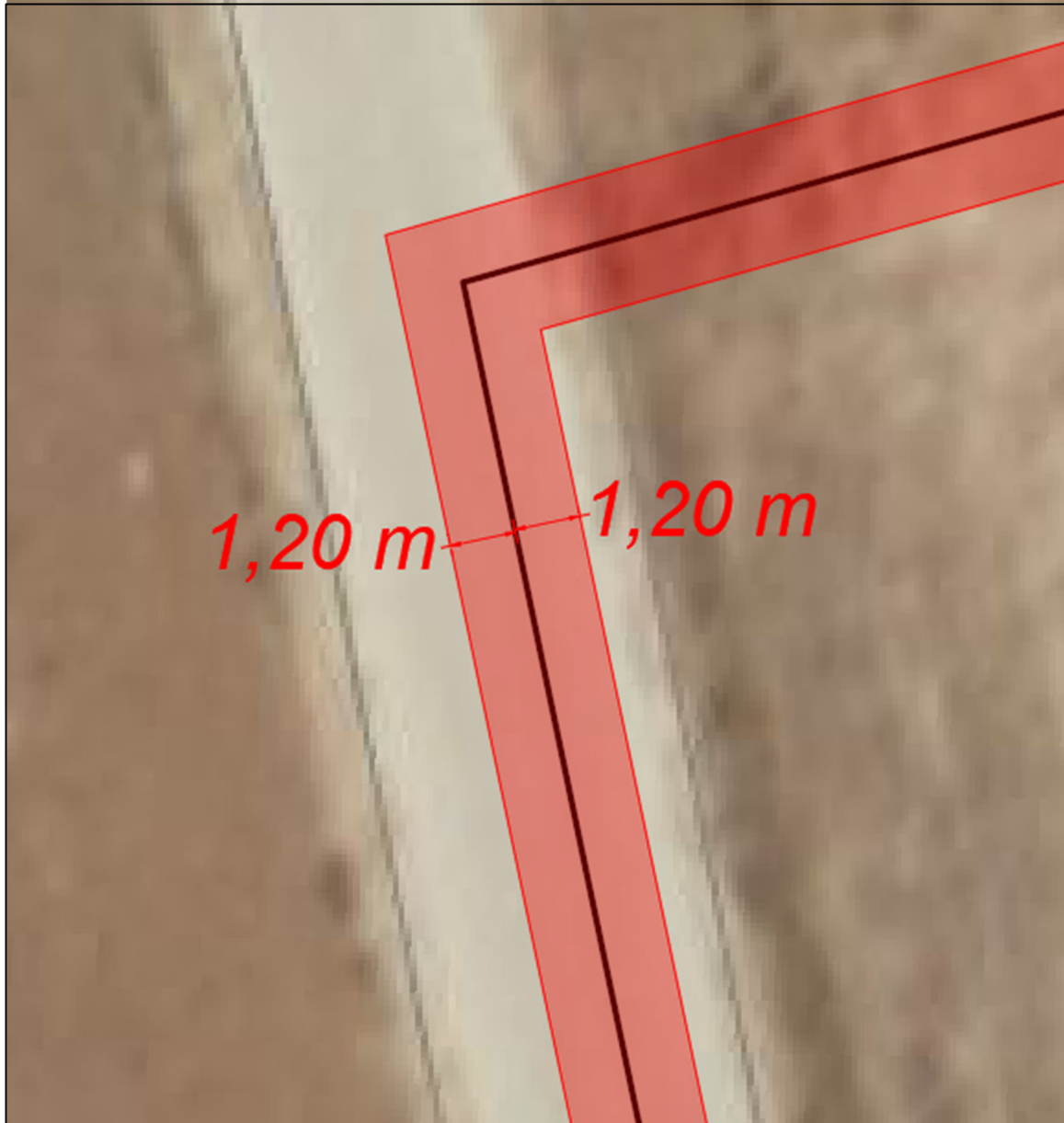


Figura 14 Esempio di buffer EM – CR



*Figura 15 Esempio di buffer EM - lungo sede stradale*

Emissione confinata entro sede stradale esterna.



**RELAZIONE IMPATTO  
ELETTRROMAGNETICO**

CODICE	FV.ALC01.PD.H.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	34 di 34

## 6 CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che tutte le aree caratterizzate da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di quantità (**3 $\mu$ T**) sono:

- Interne all'impianto fotovoltaico o ricadono in aree utilizzate dall'impianto medesimo. All'interno di tali aree non si riscontra la presenza di "luoghi tutelati", ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.
- All'interno della sede viaria (tratte AT in cavo interrato);

**Ergo, la realizzazione delle opere elettriche previste dal presente progetto sono conformi a quanto stabilito dalla normativa vigente e non costituiscono incremento dei fattori di rischio per la salute pubblica.**