

CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l.

Chiron Energy
SPV 25 S.r.l.
Via Bigli, 2 - 20121 Milano
P.IVA e C.F. 12456150965

Firmato da Paolo
Pesaresi
Data: il 05/09/2024
alle 13:34:06 CEST

Regione Emilia - Romagna
Comune di Castel Maggiore

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

"CASTEL MAGGIORE 1" - "CASTEL MAGGIORE 2" - "CASTEL MAGGIORE 3"

Via Stradellaccio snc

Oggetto:

RELAZIONE IMPATTO Elettromagnetico

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

RT.02

Società di Ingegneria:

Solux s.r.l.

Via del Molino 28, 60035 Jesi (AN)
Tel: 0731 20 50 54 - Email: info@soluxengineering.it
C.F. e P.IVA 02851330429 | Num. REA: AN - 263477

WWW.SOLUXENGINEERING.IT

Progettista:



Gabriele Nitrati

Firmato da
Gabriele Nitrati
Data: 05/09/2024
11:16:58 CEST

Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy

Cod. File:

260S22_PD_RT.02_00.00

Scala:

-

Formato:

-

Codice:

PD

Rev.:

00

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	08/2024	Prima emissione	Ing. Gaia D'Antonio	Ing. Marco Montalbini	Ing. Gabriele Nitrati
1	-				
2	-				

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 GRANDEZZE, SIMBOLI, CONVENZIONI	2
1.2 QUADRO NORMATIVO	2
1.3 LIMITI E OBIETTIVI DI QUALITA'	3
2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	4
3. VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO MAGNETICO	4
3.1 CABINE MT/BT "1.A", "1.B", "1.C", "2.A", "2.B", "2.C" e "3.C"	5
3.2 CABINE MT/BT "3.A-3.B"	7
3.4 CABINE DI CONSEGNA	7
4. CONCLUSIONI	8

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico prodotto dal lotto costituito da n. 3 impianti fotovoltaici che la Società CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l., con sede in Via Bigli n.2 del Comune di Milano (MI), intende realizzare presso il Comune di Castel Maggiore nella provincia di Bologna.

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici sarà convertita da corrente continua a corrente alternata alla tensione di 800V mediante n.75 inverter di stringa, le linee AC di tutti gli inverter confluiranno verso le cabine MT/BT, successivamente l'energia sarà convertita alla tensione di 15 kV mediante n. 18 trasformatori elevatori BT/MT ubicati nelle nove cabine MT/BT, per poi essere trasferita alle tre cabine MT utente e alle tre cabine di consegna tramite cavi MT con posa interrata.

1.1 GRANDEZZE, SIMBOLI, CONVENZIONI

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ (F/m)	Permettività dielettrica del vuoto
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (H/m)	Permeabilità magnetica del vuoto
\vec{E}	Vettore campo elettrico
E	Valore efficace del campo elettrico
E_x, E_y, E_z	Valori efficaci delle componenti spaziali del campo elettrico
\vec{B}	Vettore campo magnetico
B	Valore efficace del campo magnetico
B_x, B_y, B_z	Valori efficaci delle componenti spaziali del campo magnetico
f	Frequenza
T	Tesla
V	Volt
W	Watt
AT	Alta Tensione (> 30 kV)
MT	Media Tensione (15-30 kV)
BT	Bassa Tensione (230-400 V)
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale

1.2 QUADRO NORMATIVO

Le norme costituenti il quadro normativo vigente in materia di inquinamento elettromagnetico derivante da impianti di trasmissione, trasformazione e distribuzione di energia elettrica a frequenza industriale (50 Hz) sono:

- Legge 22 febbraio 2001, n° 36 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 08.07.2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti;

- Decreto ministeriale 21.03.1988, n. 449 Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne;
- Decreto ministeriale 29.05.2008 Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica;
- Decreto ministeriale 29.05.2008 Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo (2006-02);
- CEI 211-4 Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09);
- 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 (2001-01)
- ENEL Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo (2006-07).

1.3 LIMITI E OBIETTIVI DI QUALITA'

L'attuale quadro normativo definisce, con il D.P.C.M. 8/7/2003, i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per il campo elettrico e per quello magnetico da porre quale riferimento nella progettazione di nuovi elettrodotti e stazioni elettriche.

I limiti di esposizione sono definiti come segue (art. 3 c.1):

- Campi elettrici alla frequenza di 50 Hz: 5 kV/m inteso come valore efficace
- Campi magnetici alla frequenza di 50 Hz: 100 μ T inteso come valore efficace

I valori di attenzione non devono essere superati nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore/giorno, nei luoghi per l'infanzia e scolastici. Tali valori sono (art. 3 c.2):

- Campi magnetici alla frequenza di 50 Hz: 10 μ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Gli obiettivi di qualità (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 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 ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Nella progettazione delle linee di trasmissione della potenza elettrica prodotta dall'impianto in esame sarà posto quale limite da non superare in prossimità di aree destinate alla permanenza di persone il limite dei 3 μ T.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Il progetto del nuovo impianto fotovoltaico prevede la realizzazione di nove cabine MT/BT ("Cabina MT/BT 1A", "Cabina MT/BT 1B", "Cabina MT/BT 1C", "Cabina MT/BT 2A", "Cabina MT/BT 2B", "Cabina MT/BT 2C", "Cabina MT/BT 3A", "Cabina MT/BT 3B", "Cabina MT/BT 3C", ognuna delle quali sarà provvista di due locali (locale BT e locale trasformatori).

In tutte le cabine MT/BT saranno installati n.2 trasformatori elevatori alla tensione di 15 kV della potenza di 1600 kVA.

Saranno inoltre installate n. 3 cabine MT utente che conterranno i quadri MT con i dispositivi per la protezione delle linee in media tensione provenienti dai trasformatori e i dispositivi per le funzioni di protezione generale e di protezione di interfaccia in conformità alla Norma CEI 0-16.

La connessione alla rete pubblica in MT avverrà mediante la realizzazione di tre apposite cabine di consegna, ciascuna suddivisa in locale distributore e locale misura.

La rete MT sarà realizzata con cavi tipo ARE4H5EX ad elica visibile; le linee AC degli inverter saranno realizzate con cavi tipo FG16R16, per ogni ulteriore dettaglio relativo al progetto in esame si rimanda agli elaborati grafici ed alle relazioni tecniche del progetto di cui la presente relazione è parte integrante.

Nella presente relazione verrà valutata soltanto l'induzione magnetica, in quanto il valore del campo elettrico è da ritenersi trascurabile sia per i cavi MT che sono schermati, sia per la parte di impianto in BT, anche a distanze ravvicinate e inferiori alle D.P.A. calcolate con riferimento all'induzione magnetica.

Il presente progetto prevede l'utilizzo di cavi MT tripolari cordati ad elica visibile con posa interrata, per i quali la metodologia di calcolo di cui al D.M. 29/05/2008 non è applicabile in quanto "le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n. 449 /88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991." (Art.3.2 dell'Allegato al D.M. 29/05/2008).

Le linee BT di collegamento degli inverter non saranno soggette a verifica, poiché risultando di prima classe secondo il decreto interministeriale 21.03.88 n. 449, la metodologia di calcolo di cui al D.M. 29/05/2008 non è applicabile in quanto "le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n. 449 /88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991." (Art.3.2 dell'Allegato al D.M. 29/05/2008).

Inoltre questi ultimi cavi risulteranno installati all'interno della recinzione di delimitazione dell'impianto fotovoltaico, zona di accesso esclusivo agli operatori che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione, pertanto in tali zone deve essere applicato il limite di esposizione di cui al D.Lgs. 81/08. Nelle immediate vicinanze di tali cavi non vi saranno luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno.

Pertanto saranno oggetto di verifica esclusivamente le Cabine MT/BT e le Cabine di Consegna destinate al distributore che saranno predisposte per essere adibite a trasformazione MT/BT.

3. VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO MAGNETICO

La valutazione delle emissioni elettromagnetiche è stata condotta adottando la metodologia indicata dal D.M. 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

Il Decreto Ministeriale richiamato propone due diversi livelli di analisi:

Livello 1: determinare la "distanza di prima approssimazione" (DPA) secondo la norma CEI 106-11 Parte 1, mediante un modello di calcolo bidimensionale semplificato. La norma CEI 106-11 del 1 aprile 2006 definisce la fascia di rispetto come lo spazio circostante i conduttori di una linea che comprende tutti i punti caratterizzati da un valore di induzione magnetica maggiore

o uguale a 3 μ T.

Livello 2: qualora non risulti sufficiente il calcolo della DPA, per una maggiore precisione, si va a determinare la fascia di rispetto vera e propria verificando l'andamento del campo in tutto il volume intorno ai conduttori.

Sono escluse dall'applicazione della metodologia:

- le linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50 Hz);
- le linee definite di classe zero secondo il decreto interministeriale 21.03.88 n. 449;
- le linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21.03.88 n. 449;
- le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

3.1 CABINE MT/BT "1.A", "1.B", "1.C", "2.A", "2.B", "2.C" e "3.C"

Il calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) per le cabine MT/BT "1.A", "1.B", "1.C", "2.A", "2.B", "2.C" e "3.C" dove sono alloggiati i trasformatori elevatori di tensione da 800 V a 15 kV, è stato condotto applicando la metodologia di cui al punto 5.2.1. dell'Allegato al D.M. 29.05.2008.

Il caso in esame rispetta tutte le condizioni necessarie per l'applicazione del metodo semplificato proposto ovvero:

- sistema trifase percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore;
- distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

Nelle condizioni indicate è pertanto possibile applicare la seguente relazione per calcolare la D.P.A.:

$$Dpa = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0,5241} [\mu T]$$

dove:

- I è la somma delle correnti nominali di bassa tensione dei due trasformatori [A]: i due trasformatori di potenza pari a 1.600 kVA hanno una corrente nominale complessiva pari a 2.309 A;
- x è il diametro dei cavi BT di collegamento al trasformatore che nel caso in esame è pari a 0,033 m.

Si ottiene quindi che la D.P.A., approssimata al mezzo metro superiore come prescritto dal DM 29.05.2008, da intendersi come distanza dal filo esterno delle cabine MT/BT "1.A", "1.B", "1.C", "2.A", "2.B", "2.C" e "3.C", è pari a **4,0 m**.

Sono poi state determinate le zone in cui l'induzione magnetica è maggiore a 10 μ T e a 100 μ T (limite di esposizione) applicando la guida CEI 106-11 ed in particolare la formula approssimata per il calcolo dell'induzione magnetica B di una terna di conduttori disposti in piano o in verticale, di cui al punto 6.2.1:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T]$$

Nella quale:

- S [m] è la distanza tra i conduttori che essendo posti in piano a contatto coincide con il

diametro esterno dei cavi;

- I [A] è il valore efficace delle correnti simmetriche ed equilibrate che percorrono i cavi;
- R [m] è la distanza del punto di calcolo dal conduttore centrale.

Da tale relazione si può ottenere:

$$R = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{B}} \quad [m]$$

In cui inserendo i valori di induzione magnetica di $10 \mu T$ e $100 \mu T$, si ottengono rispettivamente la distanza dal punto di passaggio dei cavi BT del trasformatore che delimita la zona in cui l'induzione magnetica è maggiore a $10 \mu T$ e la distanza che delimita la zona in cui l'induzione magnetica è maggiore a $100 \mu T$:

$$R_{B>10\mu T} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{10}} = 1,62 \text{ m}$$

$$R_{B>100\mu T} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{100}} = 0,51 \text{ m}$$

Nella figura che segue sono rappresentate le due zone definite da queste distanze e la D.P.A.

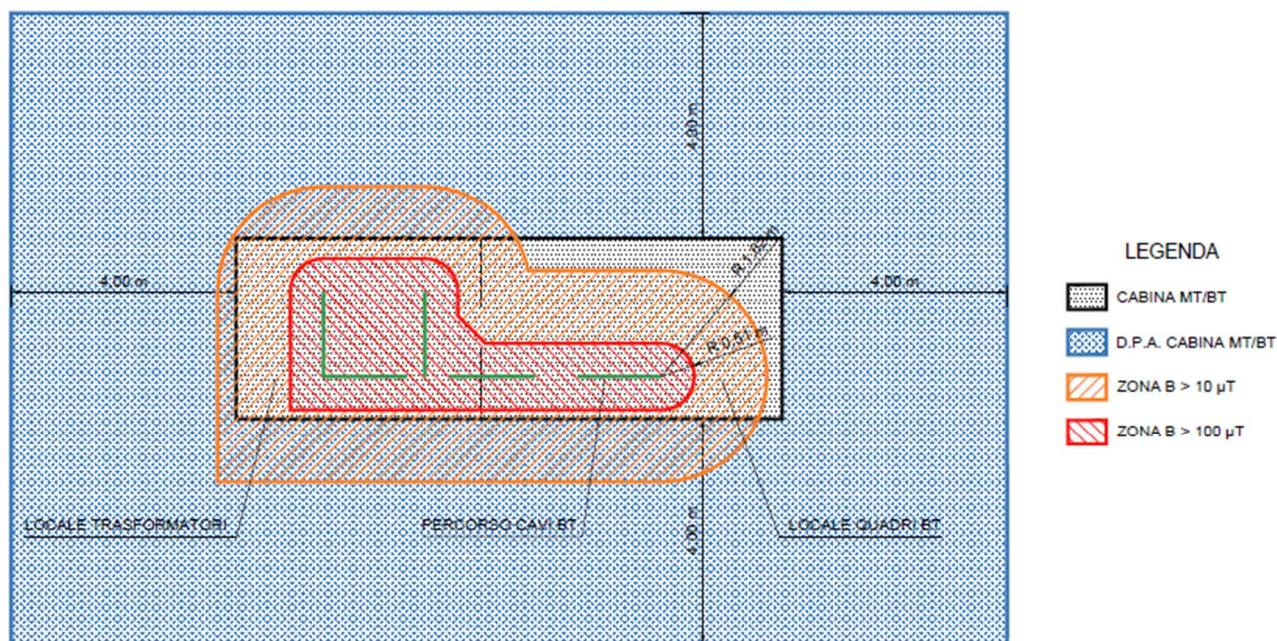


Figura 1 - Zone induzione magnetica CABINA MT/BT

Tali aree saranno di accesso esclusivo agli operatori che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione; pertanto in tali zone deve essere applicato il limite di esposizione di cui al D.Lgs. 81/08. Inoltre, la zona in cui l'induzione magnetica supera il valore di $100 \mu T$, limite di esposizione del D.P.C.M. 8/7/2003, è confinata all'interno della cabina.

Non vi saranno né all'interno delle fasce di rispetto individuate né delle immediate vicinanze

luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno, non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse dagli addetti professionalmente esposti.

3.2 CABINE MT/BT "3.A-3.B"

Poiché le cabine 3.A e 3.B sono posizionate a schiera, la DPA di tali cabine è stata calcolata tenendo conto della sovrapposizione degli effetti dei trasformatori in esse contenuti.

Nelle condizioni indicate è pertanto possibile applicare la seguente relazione per calcolare la D.P.A.:

$$Dpa = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0,5241} [\mu T]$$

dove:

- I è la somma delle correnti nominali di bassa tensione dei n.4 trasformatori [A]: i quattro trasformatori di potenza pari a 1.600 kVA hanno una corrente nominale totale pari a 4.619 A;
- x è il diametro dei cavi BT di collegamento al trasformatore che nel caso in esame è pari a 0,033 m.

Si ottiene quindi che la D.P.A., approssimata al mezzo metro superiore come prescritto dal DM 29.05.2008, da intendersi come distanza dal filo esterno delle cabine MT/BT 4.A e 4.B, è pari a 5 m.

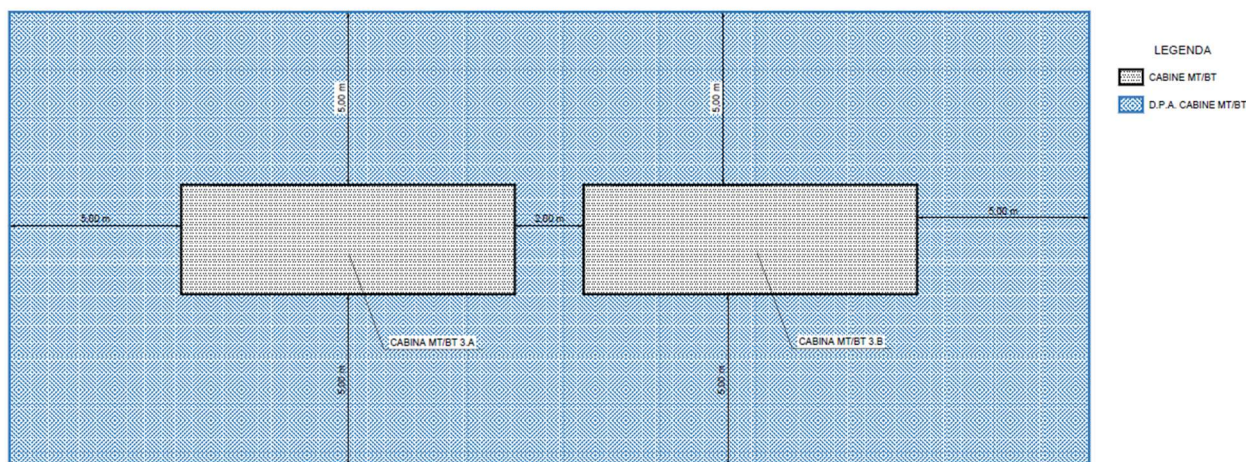


Figura 2 - Zone induzione magnetica cabine MT/BT 3.A e 3.B

Non vi saranno né all'interno delle fasce di rispetto individuate né delle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno.

3.4 CABINE DI CONSEGNA

Il calcolo della distanza di prima approssimazione (D.P.A.) per le tre cabine di consegna, in ciascuna delle quali sarà alloggiato un trasformatore MT/BT del distributore con tensione primaria 15 kV, tensione secondaria 400 V e potenza massima 630 kVA è stato condotto applicando la metodologia di cui al punto 5.2.1. dell'Allegato al D.M. 29.05.2008.

Il caso in esame rispetta tutte le condizioni necessarie per l'applicazione del metodo semplificato proposto, ovvero:

- sistema trifase percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore;
- distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

Nelle condizioni indicate è pertanto possibile applicare la seguente relazione per calcolare la D.P.A.:

$$Dpa = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0,5241} [m]$$

dove:

- I è la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore [A]: il trasformatore alloggiato nelle cabine di consegna avrà una potenza massima pari a 630 kVA e una corrente nominale massima pari a 909 A.
- x è il diametro dei cavi BT di collegamento al trasformatore: il collegamento sarà effettuato mediante cavi unipolari in rame di sezione 150 mm² aventi diametro massimo pari a 0,027 m.

Poiché le tre cabine di consegna saranno installate in vicinanza, per il calcolo della D.P.A. è stata considerata a favore della sicurezza la somma delle correnti nominali di bassa tensione dei tre trasformatori.

Si ottiene quindi che la D.P.A., approssimata al mezzo metro superiore come prescritto dal DM 29.05.2008, da intendersi come distanza dal filo esterno delle cabine di consegna, è pari a 3,0 m, come riportato nella figura che segue.

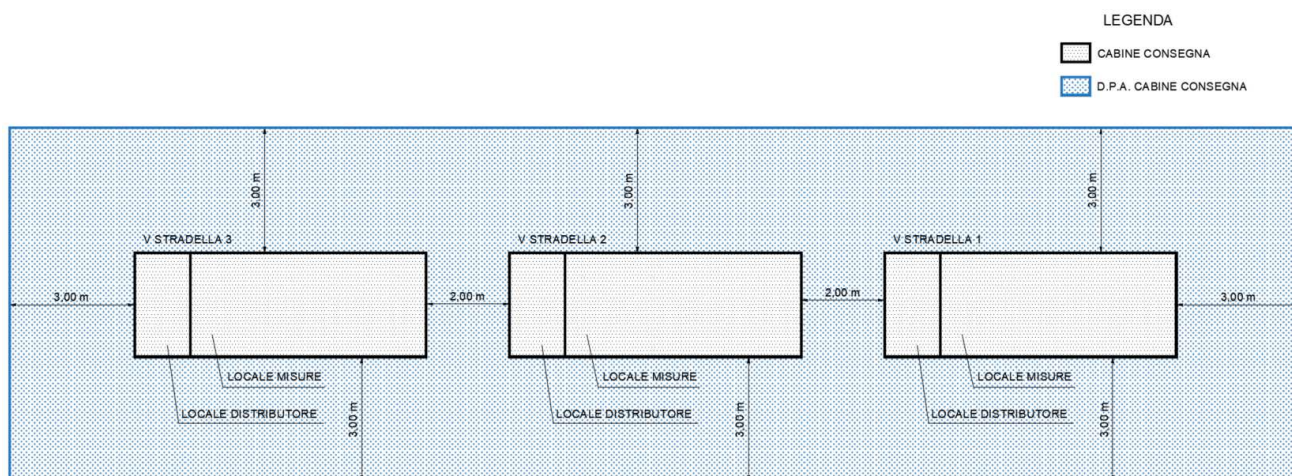


Figura 3 – D.P.A. cabine di consegna

Non vi saranno né all'interno delle fasce di rispetto individuate né delle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno.

4. CONCLUSIONI

In sintesi a seguito della valutazione effettuata si può concludere quanto segue:

- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata per le cabine MT/BT "1.A", "1.B", "1.C", "2.A", "2.B", "2.C" e "3.C", compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari a **4,0 m** da considerarsi dal filo esterno delle pareti delle cabine. Le aree comprese all'interno delle fasce di rispetto non comprendono luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno.
- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata complessivamente per le cabine MT/BT "3.A" e "3.B", compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari a **5,0 m** da considerarsi dal filo esterno delle pareti delle cabine. Le aree comprese all'interno delle fasce di rispetto non comprendono luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno.

- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata per le cabine di consegna, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari a **3,0 m** da considerarsi dal filo esterno delle cabine. L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno.

Le planimetrie nelle successive figure forniscono un quadro d'insieme delle fasce di rispetto determinate.

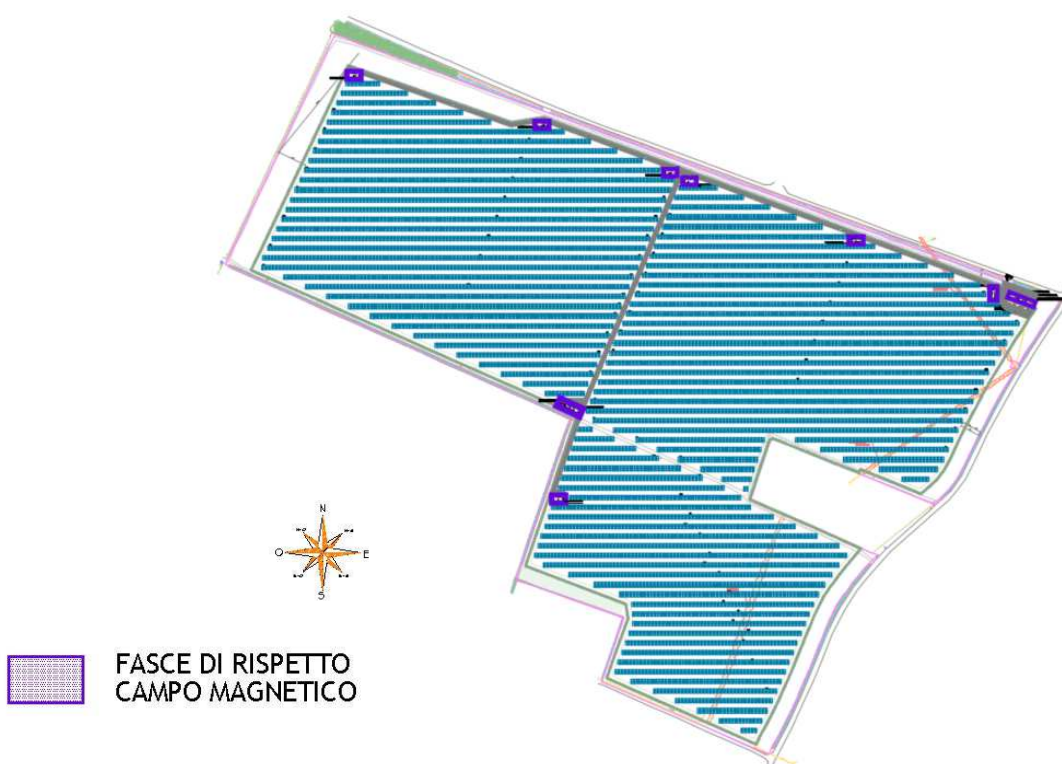


Figura 4 - Planimetria generale individuazione fasce di rispetto determinate

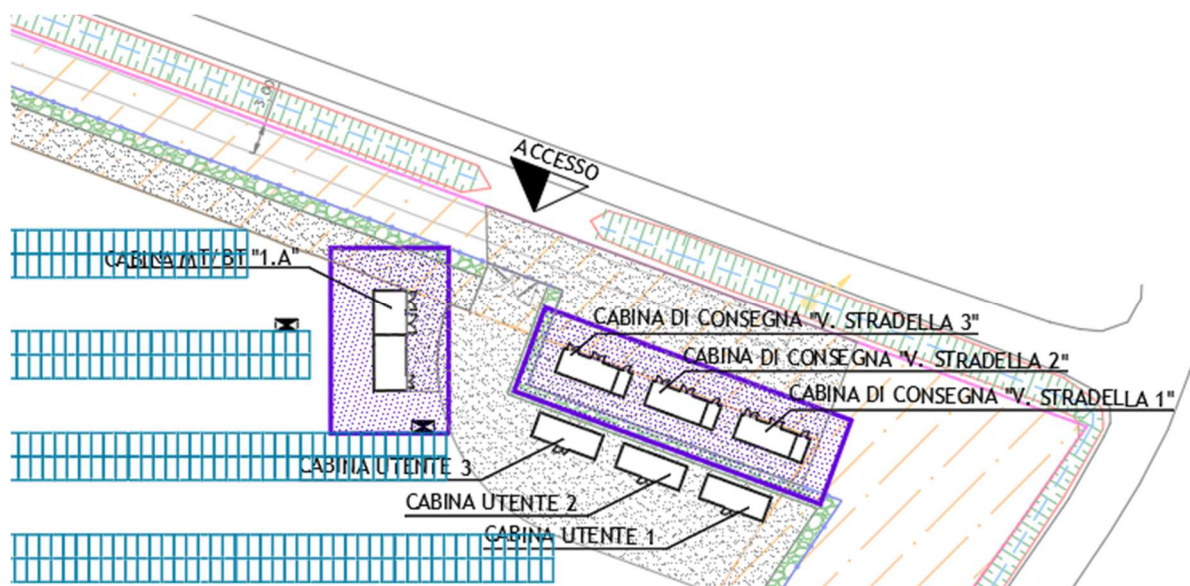


Figura 4 - Individuazione fasce di rispetto Cabine di Consegna e Cabina MT/BT 1.A

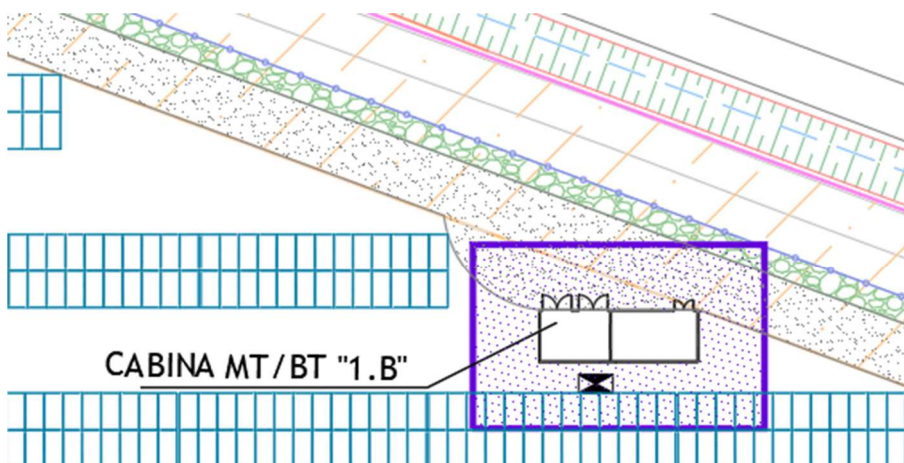


Figura 5 - Individuazione fasce di rispetto Cabina MT/BT 1.B

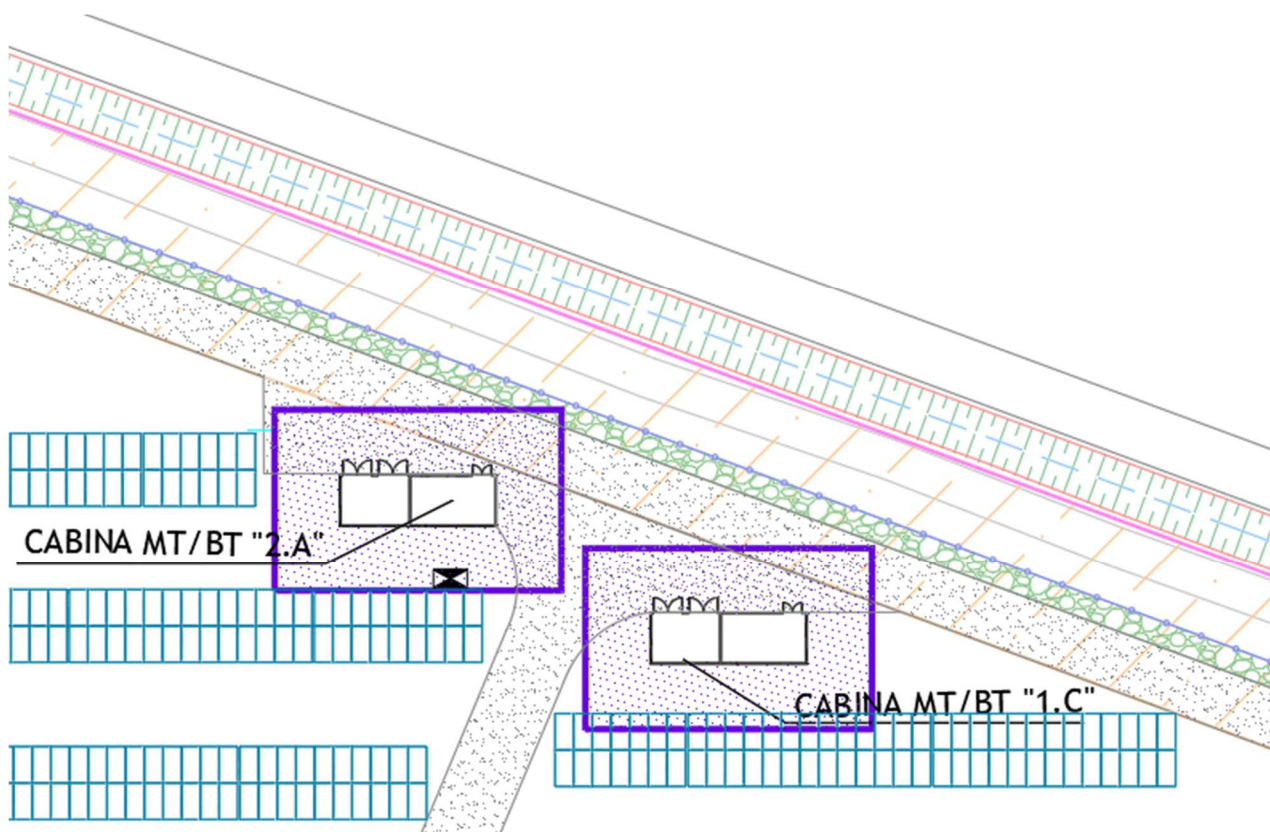


Figura 6 - Individuazione fasce di rispetto Cabine MT/BT 1.C e 2.A

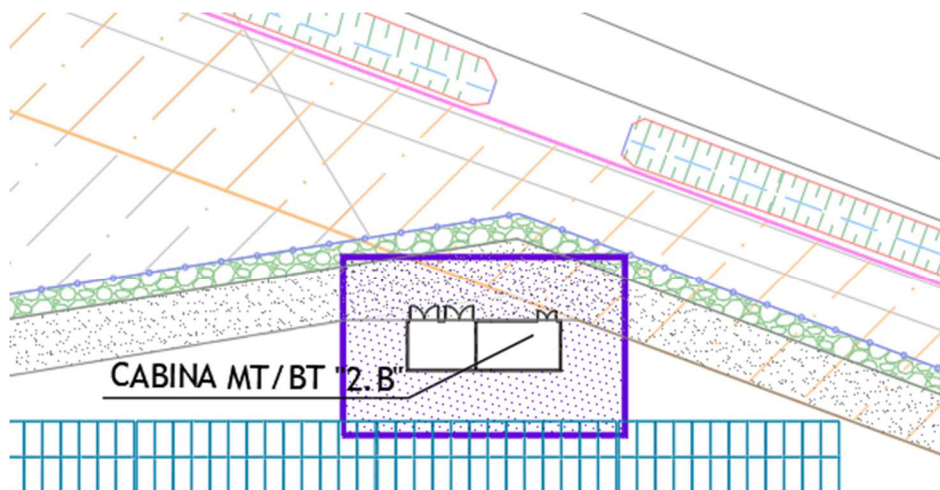


Figura 7 - Individuazione fasce di rispetto Cabina MT/BT 2.B

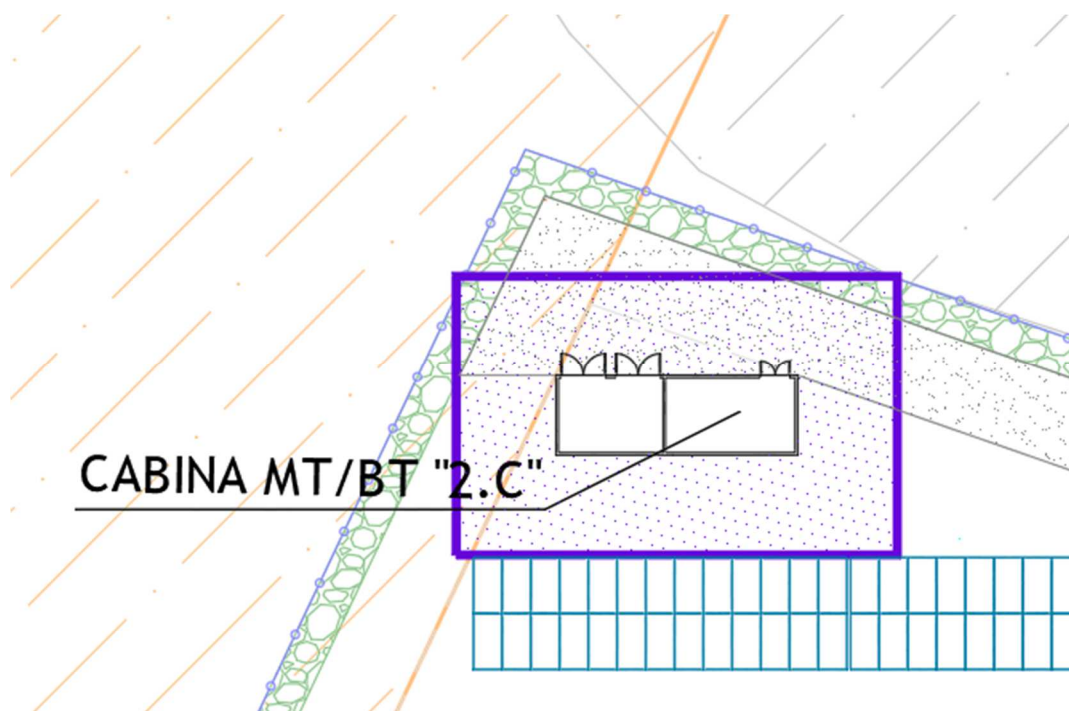


Figura 8 - Individuazione fasce di rispetto Cabina MT/BT 2.C

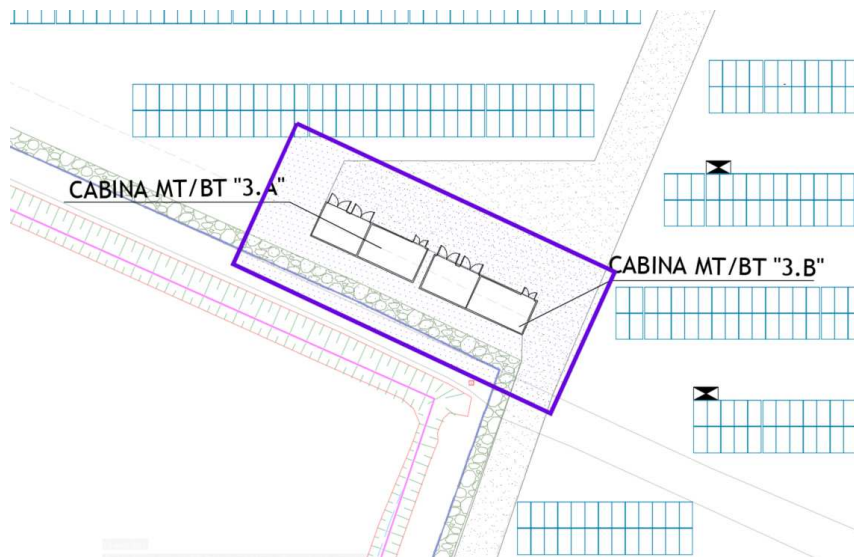


Figura 9 - Individuazione fasce di rispetto Cabine MT/BT 3.A e 3.B

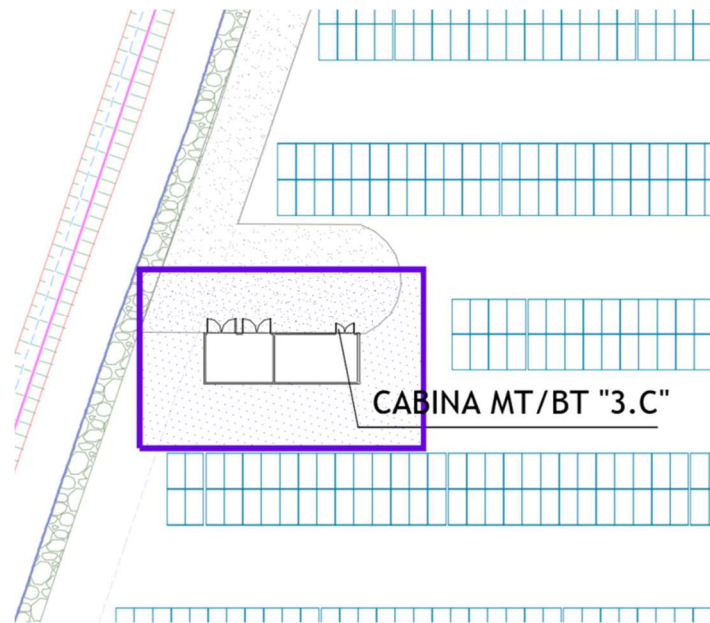


Figura 10 - Individuazione fasce di rispetto Cabina MT/BT 3.C

Per quello che riguarda la valutazione di impatto elettromagnetico relativo alle opere di rete per la connessione dell'impianto fotovoltaico si rimanda allo specifico documento (Rif. RE.02).

Jesi, lì Agosto 2024