

Regione Emilia - Romagna

Comune di Medicina

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

"MEDICINA 1" - "MEDICINA 2"

Loc. Fossatone

Oggetto:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Num. Rif. Lista:

2

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:



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

Cod. File:

243S22_PD_RT.02_00.01

Scala:

-

Formato:

-

Codice:

PD

Rev.:

00

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	09/2023	Prima emissione	Ing. Gaia D'Antonio	Ing. Marco Montalbini	Ing. Gabriele Nitrati
1	11/2023	integrazioni di cui alla nota Regione Emilia-Romagna fasc.1311/74/2023 del 14.11.2023	Ing. Gaia D'Antonio	Ing. Marco Montalbini	Ing. Gabriele Nitrati
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	5
3.3 CABINA DI CONSEGNA	8
4. CONCLUSIONI	9

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico prodotto dal lotto costituito da n. 2 impianti fotovoltaici che la Società CHIRON ENERGY SPV 24 S.r.l., con sede in Via Bigli n.2 del Comune di Milano (MI), intende realizzare presso il Comune di Medicina della Città Metropolitana di Bologna.

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici sarà convertita da corrente continua a corrente alternata alla tensione di 600V mediante n.96 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. 12 trasformatori elevatori BT/MT ubicati nelle sei cabine MT/BT, per poi essere trasferita alle tre cabine MT utente e alla cabina 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, ai 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 sei cabine MT/BT (Cabine MT/BT "1A", "1B", "1C", "2A", "2B" e "2C") che saranno provviste di due locali (locale BT e locale trasformatori).

Nel locale trafo di ciascuna cabina MT/BT saranno installati n.2 trasformatori elevatori alla tensione di 15 kV di potenza 1600 kVA.

Saranno inoltre installate n. 2 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 un'apposita cabina di consegna, 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 FG16OR16, 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 la Cabina di Consegna destinata al distributore che sarà predisposta per essere adibita 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

Il calcolo della distanza di prima approssimazione (D.P.A.) per le sei cabine MT/BT dove sono alloggiati i trasformatori elevatori di tensione da 600 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 dai trasformatori;
- distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dai trasformatori stessi.

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 pari a 1.540 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 utente, è pari a **4,0 m**.

Sono poi state determinate le zone in cui l'induzione magnetica è maggiore a 10 μT e a 100 μT (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 la somma dei valori efficaci 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 dei trasformatori 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 $100 \mu T$:

$$R_{B>10\mu T} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{10}} = 1,88 \text{ m}$$

$$R_{B>100\mu T} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{100}} = 0,59 \text{ m}$$

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

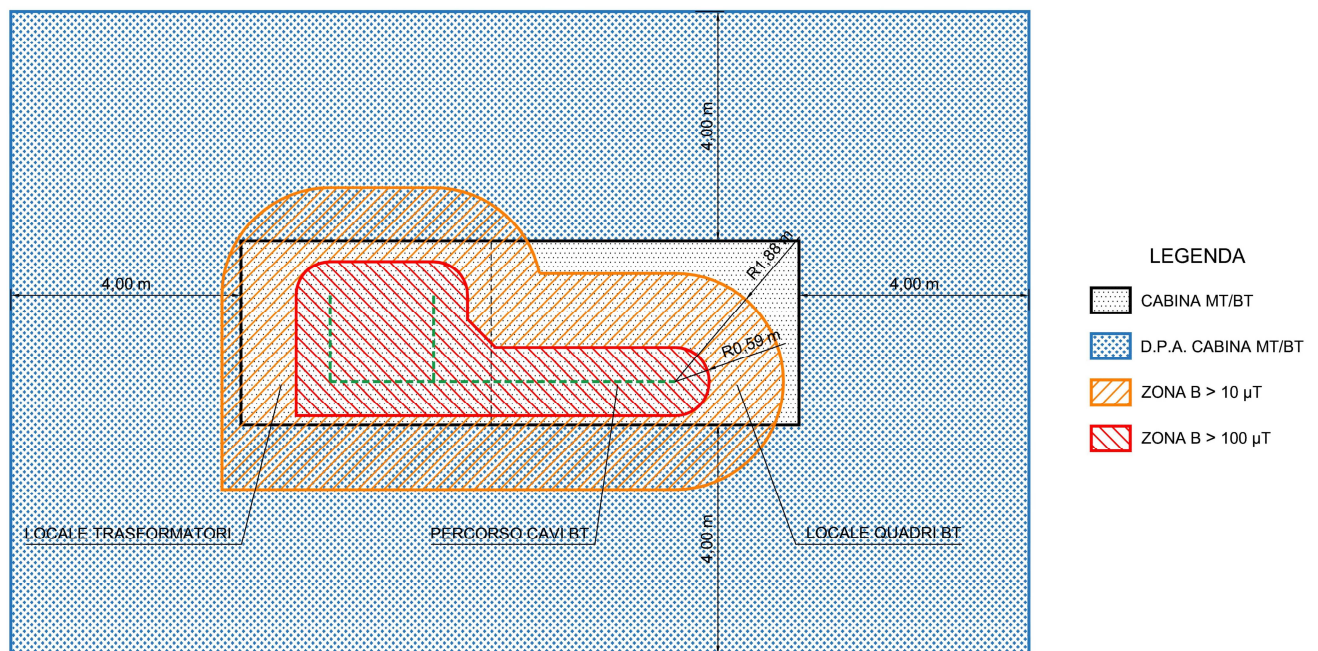


Figura 1 - Zone induzione magnetica cabine MT/BT

L'area in cui l'induzione magnetica supera il valore di $100 \mu T$ è contenuta interamente nel volume della cabina, riservato all'accesso esclusivo degli 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.

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.

Poiché le cabine 2A 2B e 2C 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.6 trasformatori [A]: i sei trasformatori di potenza pari a 1.600 kVA hanno una corrente nominale pari a 1.540 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 2A, 2B e 2C utente, è pari a **7,0 m**.

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.

3.3 CABINA DI CONSEGNA

Il calcolo della distanza di prima approssimazione (D.P.A.) per la cabina di consegna dove sarà alloggiato il 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.:

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

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 pari a 0,025 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 dalla cabina di consegna, è pari a **2,0 m**.

Sono poi state determinate le zone in cui l'induzione magnetica è maggiore a 10 µT e a 100 µT (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 pari a 0,025 m;
- I [A] è il valore efficace delle correnti simmetriche ed equilibrate che percorrono i conduttori;
- R [m] è la distanza del punto di calcolo dal conduttore centrale.

Da tale relazione si può ottenere:

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

In cui inserendo i valori di induzione magnetica di 10 µT e 100 µT, si ottengono rispettivamente la distanza dal percorso dei cavi BT del trasformatore che delimita la zona in cui l'induzione magnetica è maggiore a 10 µT e la distanza che delimita la zona in cui l'induzione magnetica è maggiore a 100 µT:

$$R_{B>10\mu T} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{10}} = 0,89 m$$

$$R_{B>100\mu T} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot S \cdot I}{100}} = 0,28 \text{ m}$$

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

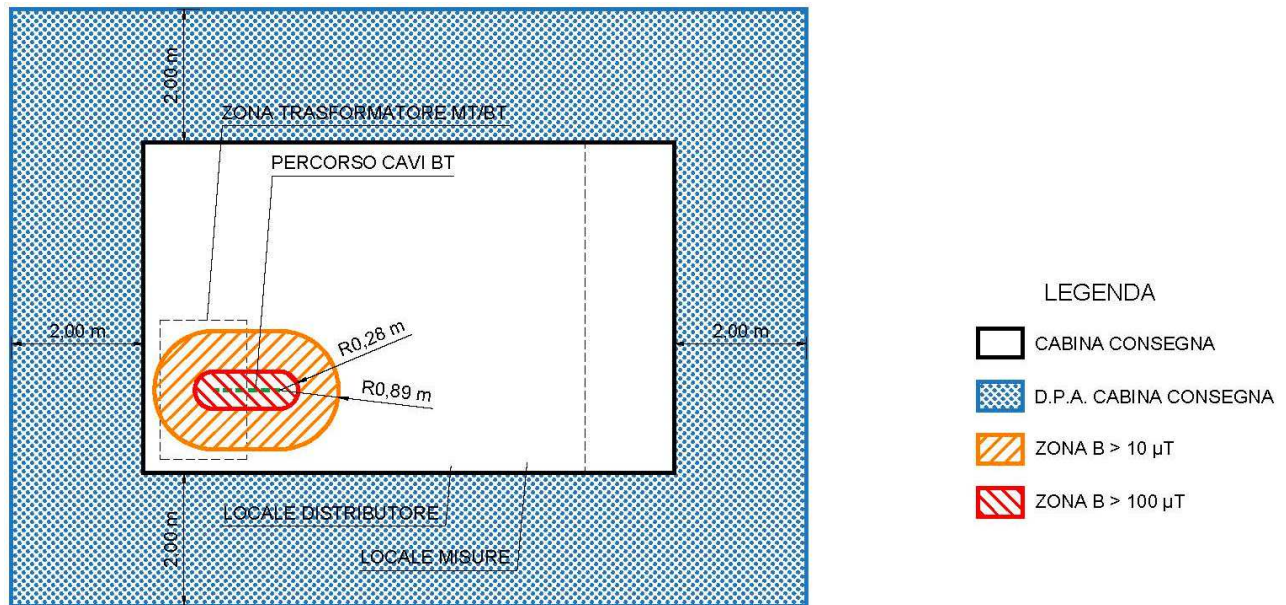


Figura 2 - Zone induzione magnetica cabina di consegna

L'area in cui l'induzione magnetica supera il valore di 10 μT è contenuta interamente nel volume del locale del distributore, riservato all'accesso esclusivo del personale del distributore che vi accederà 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.

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 1A, 1B e 1C, 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 per l'insieme delle cabine MT/BT 2A, 2B e 2C, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari a **7,0 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 la cabina di consegna, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari a **2,0 m** da considerarsi dal filo esterno della cabina. 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.

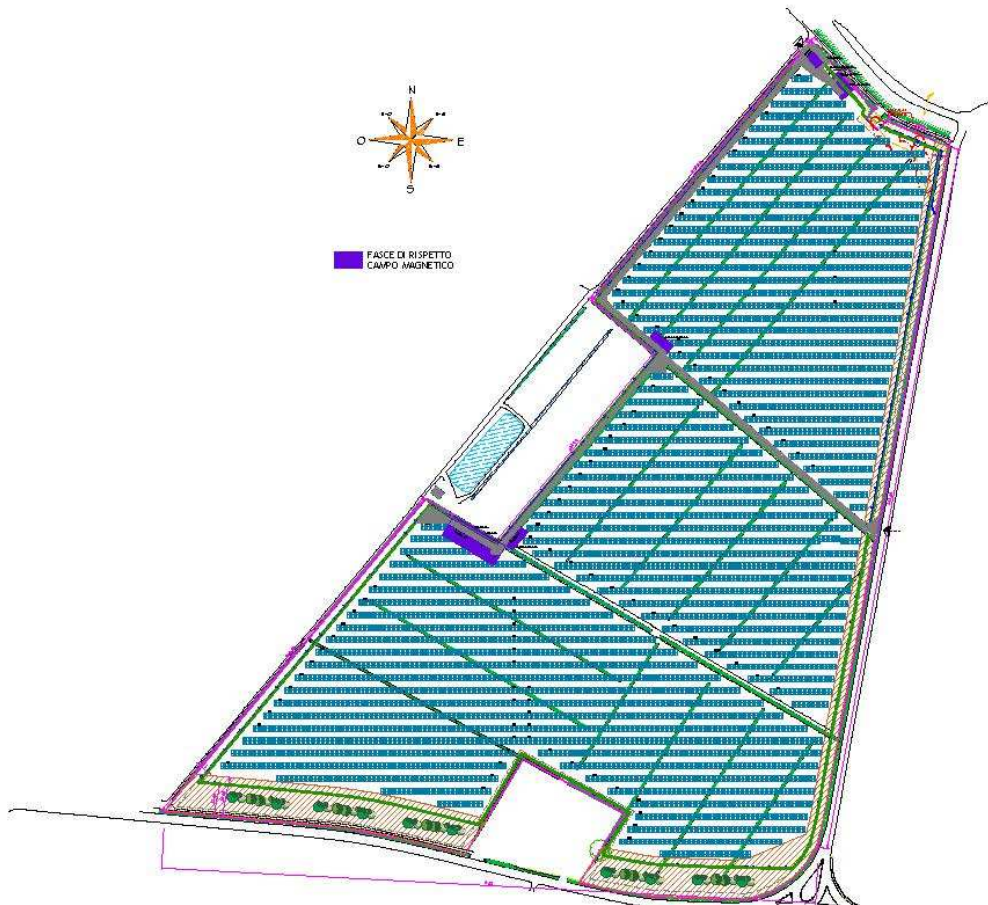
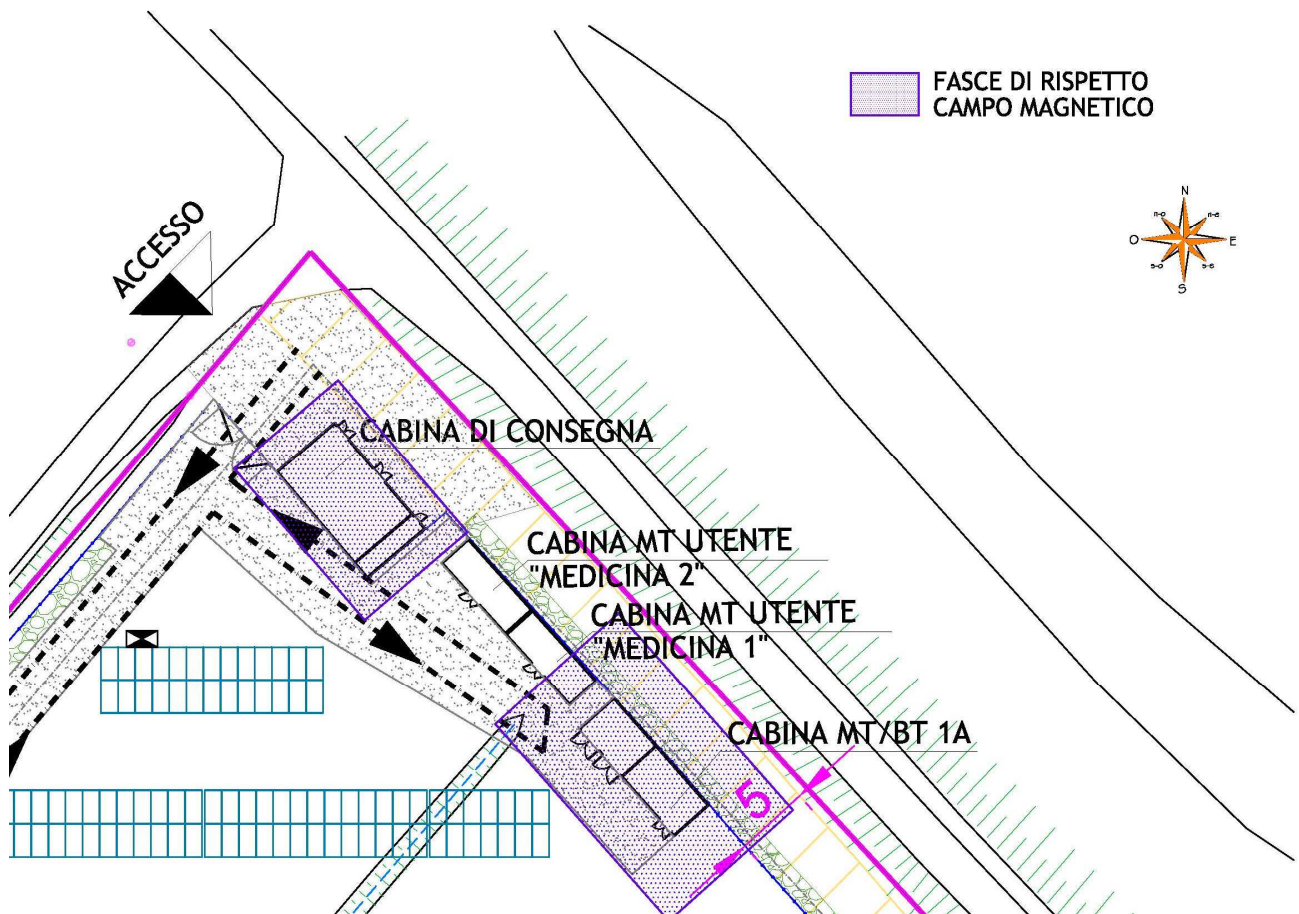
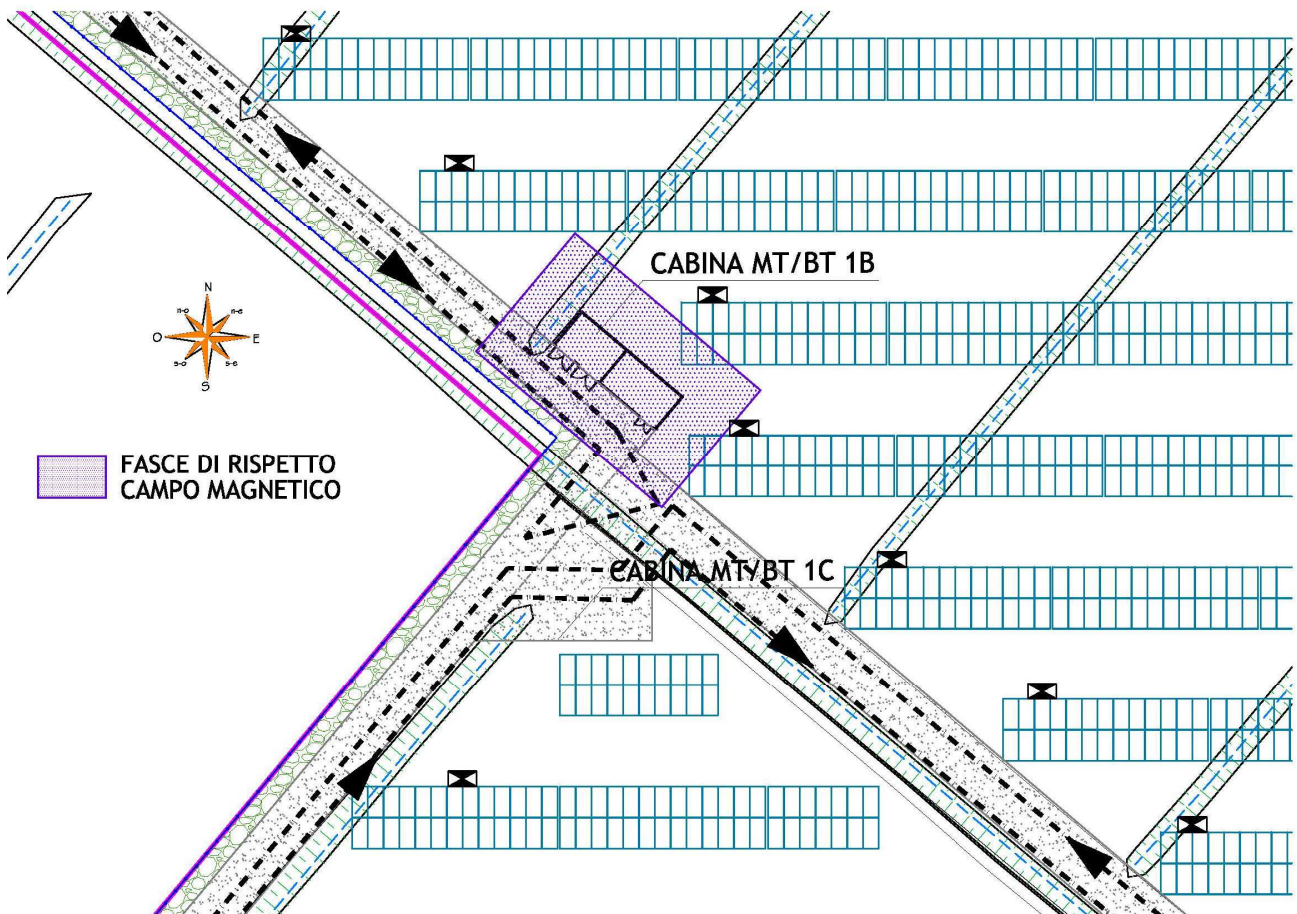


Figura 3 - Planimetria individuazione fasce di rispetto determinate





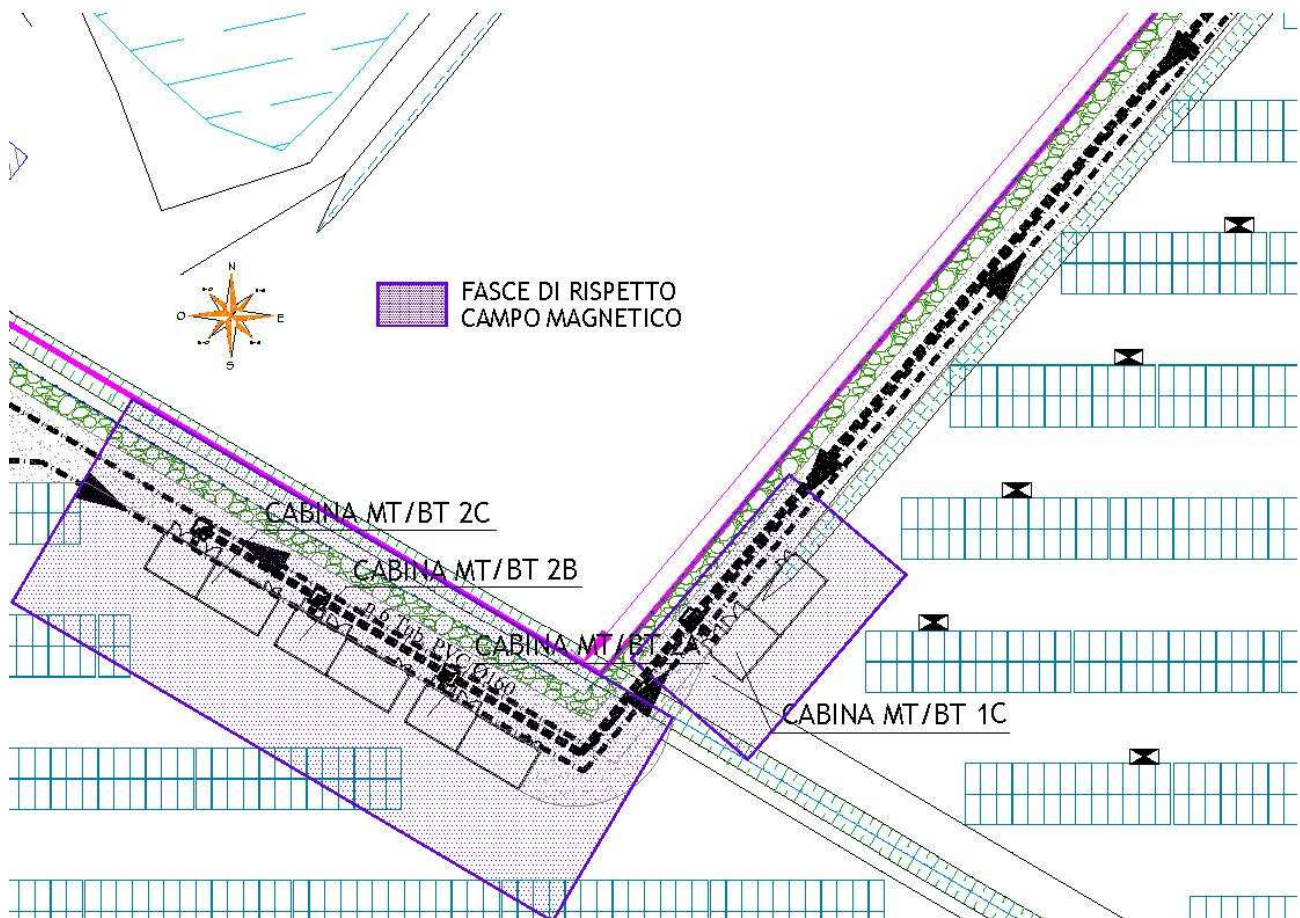


Figura 4 - Dettaglio fasce di rispetto determinate

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 Novembre 2023