



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI  
10,162 MW<sub>P</sub> DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MILIS  
(OR) CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE  
ELETTRICHE  
DENOMINATO "PILINGRINUS"

RELAZIONE SUI CAMPI  
ELETTROMAGNETICI

Rev. 0.0

Data: 01 GIUGNO 2022

PV029-REL012

Committente:

**Ecosardinia 4 S.r.l.**

Via Manzoni, 30

20121 MILANO (MI)

C. F. e P. IVA: 11117490968

PEC: ecosardinia4srl@legalmail.it

Incaricato:

**Queequeg Renewables, Ltd**

Unit 3.03, 1110 Great West Road

TW80GP London (UK)

Company number: 111780524

email: [mail@quenter.co.uk](mailto:mail@quenter.co.uk)

Progettista:

ing. Alessandro Zanini







---

## Sommario

1. GENERALITÀ.....	4
1.1 Descrizione del progetto .....	4
1.2 Tipo e ubicazione dell'immobile.....	4
1.3 Caratteristiche generali.....	4
1.4 Descrizione dell'impianto agro-fotovoltaico .....	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO .....	6
3.1 Valori limite del campo magnetico.....	7
3.2 Valori limite del campo elettrico .....	7
4. FONTI DI EMISSIONE.....	7
4.1 Elettrodotti interrati MT e BT .....	8
4.2 Cabine MT lato distribuzione .....	10
4.3 Cabina MT/BT di consegna e trasformazione utente .....	11
4.4 Cabina MT/BT di trasformazione in campo (n. 5 cabine) .....	13
5. CONCLUSIONI. ....	15



---

## 1. GENERALITÀ

### 1.1 Descrizione del progetto

La presente relazione descrittiva riguarda un impianto agro-fotovoltaico ed i relativi impianti accessori, fino al punto di consegna dislocato nella cabina Primaria MT/AT "NARBOLIA 2" di e-distribuzione nel comune di Narbolia (OR), di una centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare denominata "Milis-Pilingrinus".

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di distribuzione in Media Tensione (RDN).

La connessione alla RDN sarà realizzata mediante 1 cabina di consegna che sarà collegata in antenna, mediante linea interrata in conduttore cordato a elica visibile da 240 mmq, alla cabina primaria esistente "NARBOLIA 2" di proprietà di e-distribuzione. Il progetto è redatto secondo le norme CEI ed in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni di e-distribuzione S.p.A.

### 1.2 Tipo e ubicazione dell'immobile

L'impianto agro-fotovoltaico è localizzato in località "Pilingrinus" nel Comune di Milis (OR). La cabina primaria è localizzata in prossimità dell'abitato di Narbolia (OR).

### 1.3 Caratteristiche generali

L'impianto agro-fotovoltaico in esame sarà connesso alla rete pubblica di distribuzione mediante un impianto di rete, che sarà ceduto a e-distribuzione. Oltre all'impianto di rete sarà presente anche un impianto interno.

L'impianto di rete è composto da:

- uno stallo MT su cabina primaria AT/MT esistente;
- una linea elettrica MT interrata in cavo cordato ad elica visibile da 240 mmq;
- una cabina elettrica MT di sezionamento;
- n. 4 cabine elettriche di ricezione e trasformazione MT/bt;

L'impianto sarà alimentato in antenna, mediante elettrodotto MT 15kV interrato, previa realizzazione di un nuovo stallo MT dalla cabina primaria esistente "NARBOLIA 2" nel Comune di Narbolia (OR). L'elettrodotto, in cavo tripolare ad elica visibile in alluminio ed isolante estruso con sezione 3x240 mmq (unificazione ENEL DC4385C) prosegue in



cavidotto interrato per circa 3615 metri fino alla cabina di sezionamento del tipo DG2061 con tetto a falde contenente n. 2 scomparti linea motorizzati ENEL DY803/2 per realizzare l'entra-esce. Dalla cabina di sezionamento il cavidotto, sempre in cavo di alluminio 3x240 mmq, prosegue per circa 3990 metri fino alla cabina di consegna del tipo ENEL DG 2092 dell'impianto. Nella cabina di consegna sarà allestito n. 1 scomparto linea motorizzato ENEL DY803/2 e uno scomparto utente, anch'esso motorizzato, del tipo ENEL DY803/15. Dallo scomparto utente sarà alimentata la cabina di consegna e trasformazione utente e, da quest'ultima, le cabine di trasformazione MT/bt dislocate in campo. I moduli fotovoltaici saranno installati a terra mediante tracker monoassiali.

#### **1.4 Descrizione dell'impianto agro-fotovoltaico**

Sono previsti 4 campi fotovoltaici. Il campo fotovoltaico n. 1 è alimentato direttamente dalla cabina di consegna utente. Da tale cabina partono 4 linee MT a 15 kV ARG7H1RX in cavo tripolare elicordato interrato che collegano le 4 cabine in campo alla cabina di consegna e trasformazione utente.

Da ciascuna cabina di trasformazione MT/BT sono alimentati, mediante linee BT in cavo ARG7R con sezione 3(1x185) + (1x95) + (1PE95) mmq posate entro cavidotto interrato, i 30 inverter in campo. Agli inverter sono sottesi i moduli fotovoltaici, ciascuno con potenza nominale di picco pari a 670 Wp, raggruppati in stringhe da 32 moduli. All'interno della cabina di consegna utente, sarà dislocato un trasformatore MT/BT da 1600 kVA, per il relativo campo fotovoltaico, e un trasformatore MT/BT da 100kVA per l'alimentazione degli impianti ausiliari. All'interno delle altre 3 cabine di trasformazione in campo sarà dislocato un trasformatore MT/BT dal 1600 kVA.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nel presente progetto, che come già detto si riferisce alla porzione di impianto che va dal campo fotovoltaico fino all'ingresso della cabina primaria "Serbariu", si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99, "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia";



- Decreto del 27/02/09 , Ministero della Sviluppo Economico;
- Decreto del 29/05/08, "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- 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 a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma 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";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma 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".
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- 

### **3. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO**

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici è stato tenuto conto della normativa vigente in materia. In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.



### 3.1 Valori limite del campo magnetico

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003. L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	100 $\mu$ T (da intendersi come valore efficace)
Valore di attenzione (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	10 $\mu$ T intendersi come mediana dei valori 4 ore nelle normali condizioni
Obiettivo di qualità (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)	3 $\mu$ T (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

### 3.2 Valori limite del campo elettrico

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

## 4. FONTI DI EMISSIONE

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco agrofotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco:

- 1) Linee elettriche a servizio del parco:



- a) elettrodotto MT interrato di connessione fra le cabine MT/BT di campo e le cabine di consegna e trasformazione utente;
  - b) elettrodotto MT interrato di vettoriamento dell'energia prodotta dalla cabina di consegna utente alla cabina primaria "NARBOLIA 2" esistente;
  - c) Elettrodotto BT interrato dagli inverter alle cabine di trasformazione MT/BT;
  - d) Elettrodotto BT interrato per l'alimentazione degli impianti ausiliari
- 2) le cabine MT di sezionamento, consegna e trasformazione lato Distributore;
- 3) le cabine MT/BT di consegna e trasformazione utente; 4) le cabine MT/BT di trasformazione in campo.

Per quanto riguarda le linee interrate di collegamento in corrente continua tra i moduli fotovoltaici e gli inverter, dove avviene la conversione da DC ad AC si consideri che:

- tale sezione di impianto è tutta esercita in corrente continua (0 Hz);
- la buona esecuzione vuole che i cavi di diversa polarizzazione (+ e -) viaggino sempre a contatto, annullando quasi del tutto i campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- la raccomandazione 1999/519/CE (una raccomandazione del Consiglio Europeo che stabilisce limiti da rispettare in caso di esposizione della popolazione) per i campi magnetici statici (frequenza 0 - 1 Hz) stabilisce un limite di riferimento per l'induzione magnetica che non deve essere superato pari di 40 mT (40.000  $\mu$ T), valore enormemente più alto dell'equivalente per la corrente a 50 Hz (valore di attenzione 3  $\mu$ T obbligatorio per tutte le nuove installazioni). Per quanto sopra detto, si può certamente escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo magnetico statico dovuto alla sezione in corrente continua.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

#### **4.1 Elettrodotti interrati MT e BT**

Secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);





- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
  - linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
  - linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree - Figura 1);
- in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

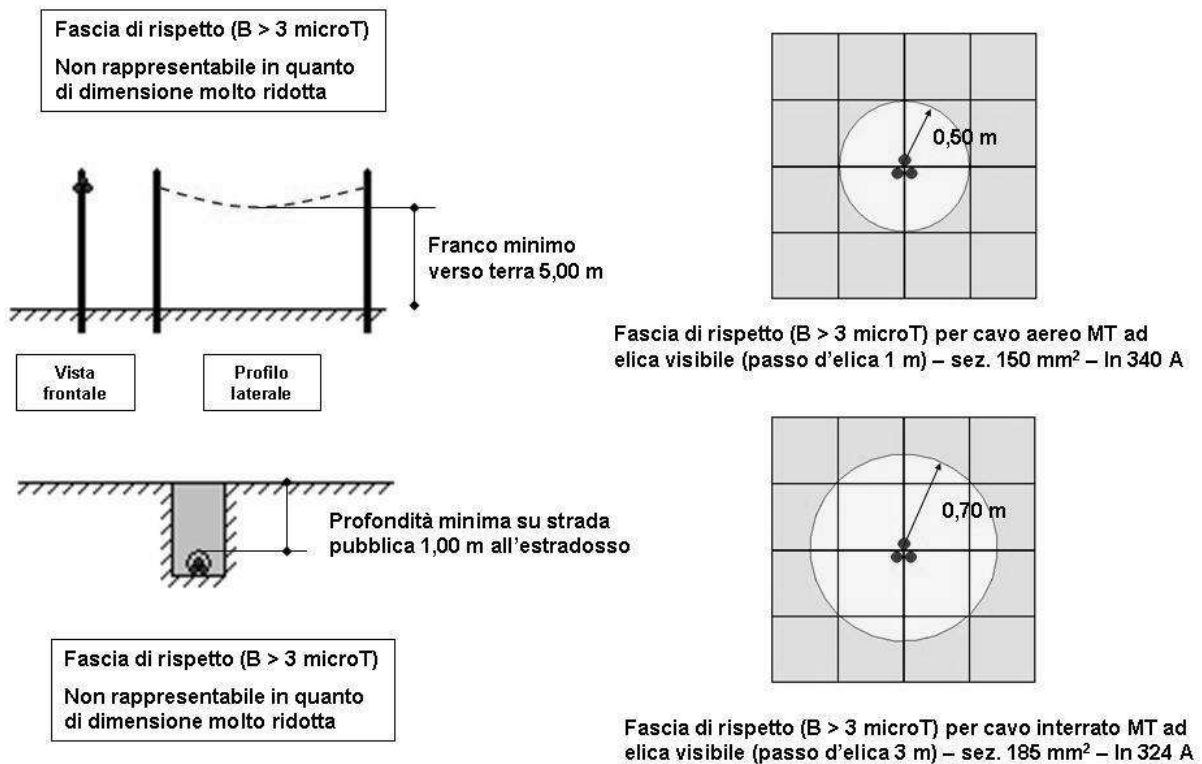
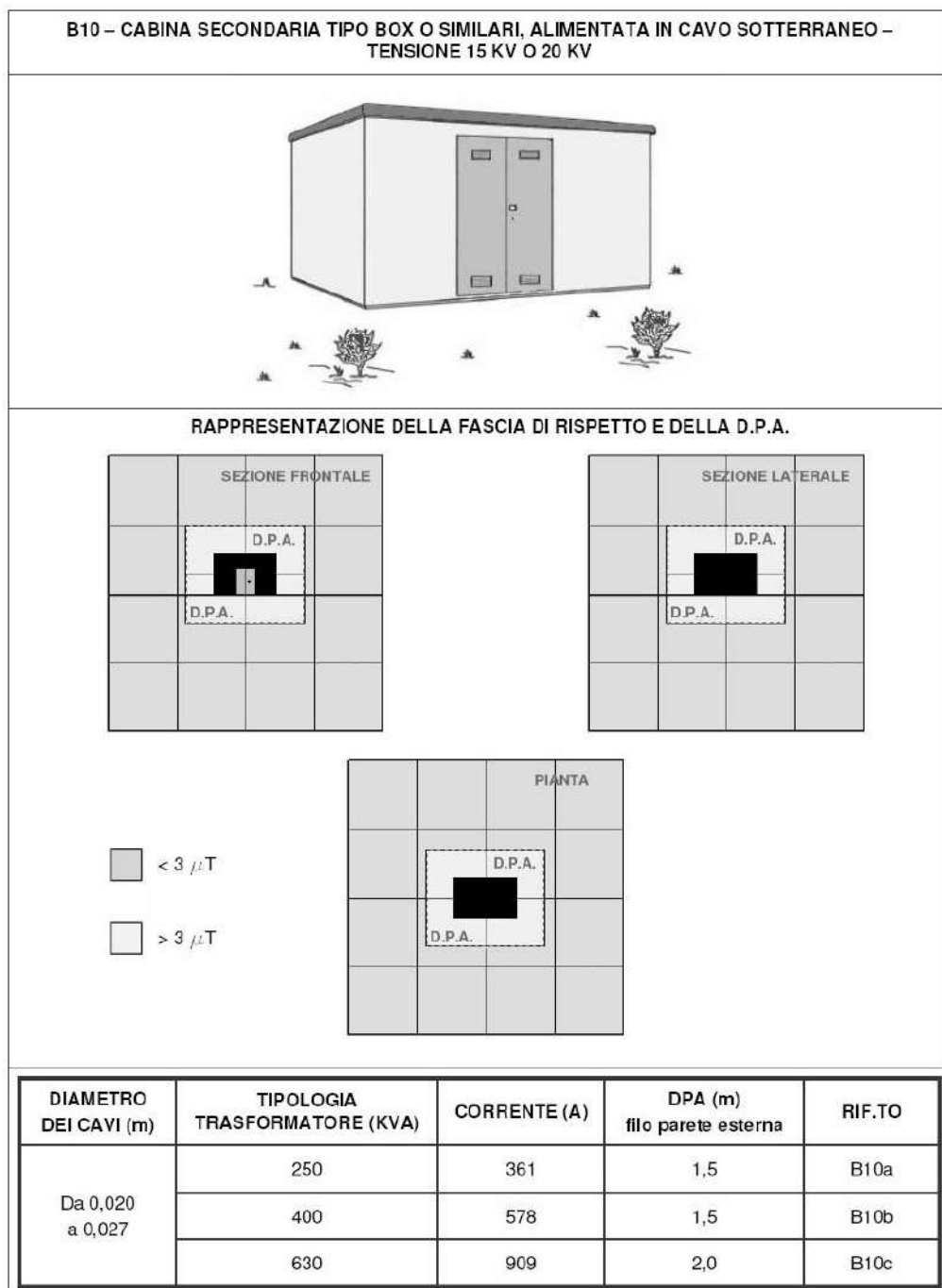


Figura 1 – Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.



## 4.2 Cabine MT lato distribuzione



Il progetto prevede la realizzazione di una nuova cabina MT/bt in box prefabbricato omologato ENEL del tipo DG2092. Per la determinazione della DPA si ipotizza la situazione più gravosa corrispondente all'installazione di un trasformatore MT/bt da 630 kVA. In questo caso la DPA è pari a 2 m.



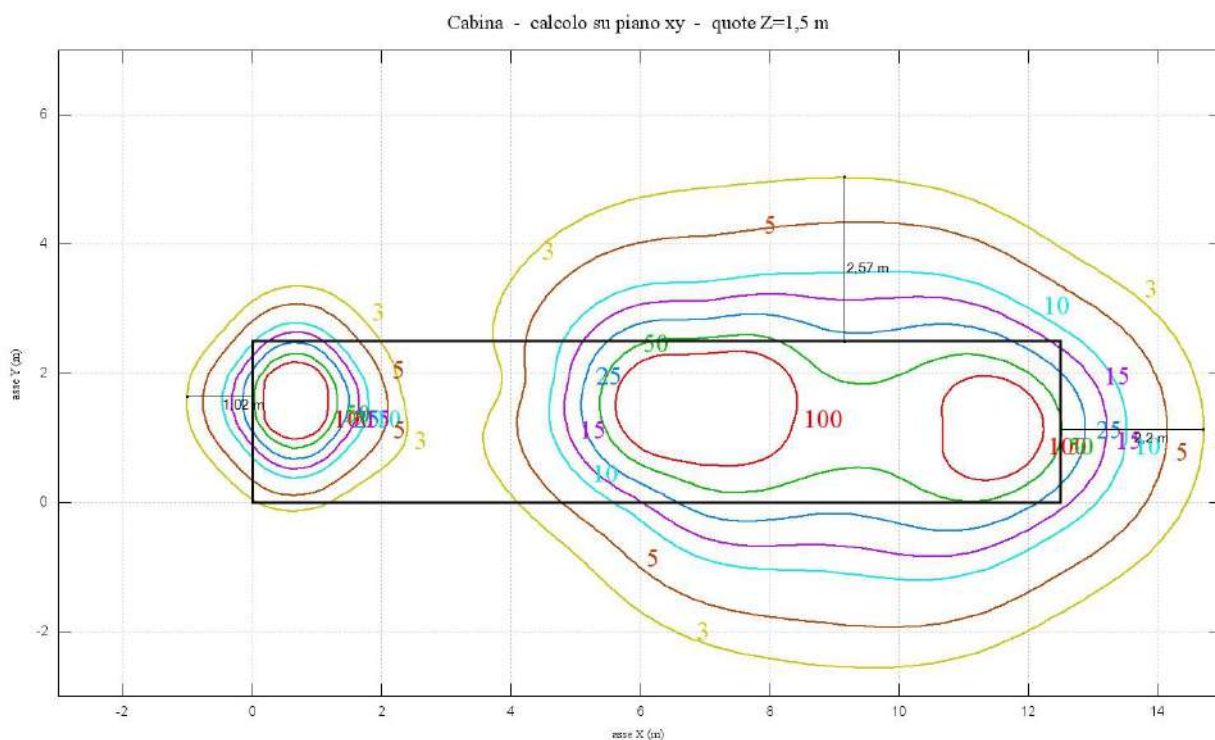
### 4.3 Cabina MT/BT di consegna e trasformazione utente

La cabina di consegna e trasformazione MT/BT lato utente conterrà il DG CEI 0-16, il DDI, le partenze in numero uguale alle cabine di trasformazione in campo, la trasformazione MT/BT per il campo 1 e la trasformazione MT/BT per gli impianti ausiliari.

Per la determinazione delle curve isovalore dell'induzione magnetica, è stato utilizzato il software BESHIELDING MAGIC (vedi relazione di validazione allegata alla presente).

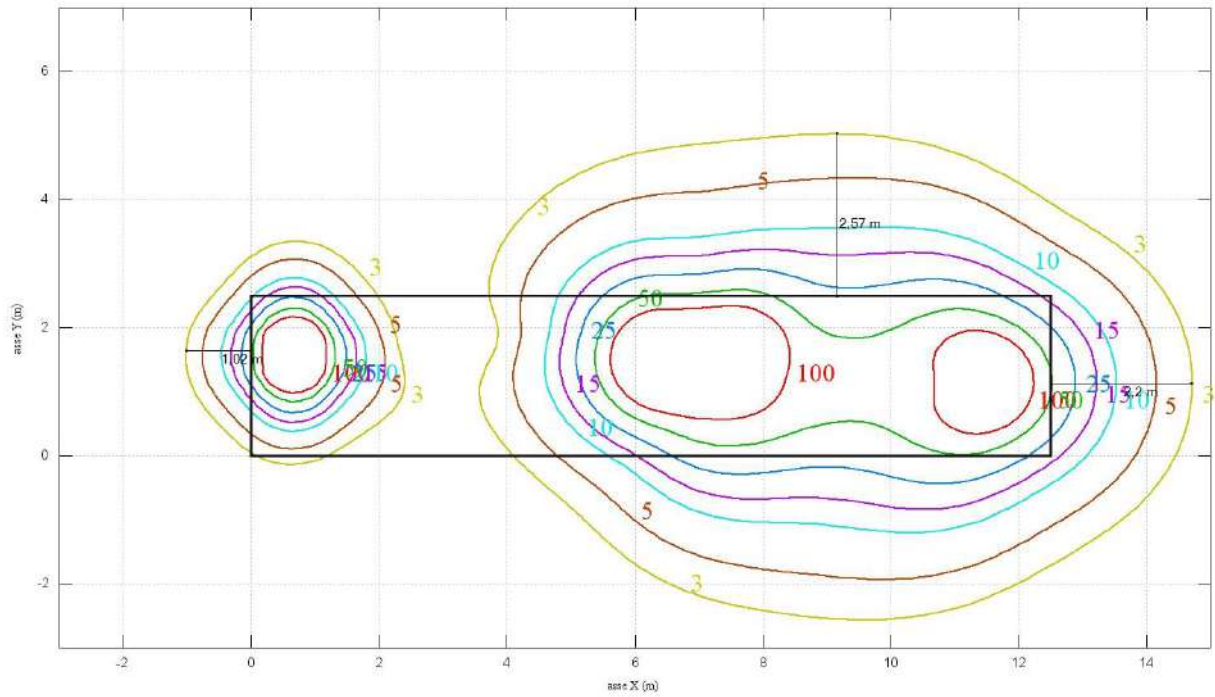
Per la determinazione delle curve isovalore dell'induzione magnetica, sono stati considerati i seguenti dati (vedi schemi unifilari AC):

- Valore efficace della tensione pari alla tensione di rete  $V_n=15$  kV;
- Corrente massima sulle linee MT interne alla cabina pari a 223 A;
- Corrente massima sul lato BT pari 956 A (somma delle massime di impiego del campo fotovoltaico 1 e degli impianti ausiliari). Dal calcolo si ottengono le seguenti curve isovalore dell'induzione magnetica B in  $\mu$ T (sono rappresentati i tre piani XY, XZ e YZ nella sezione dove l'induzione è risultata massima).

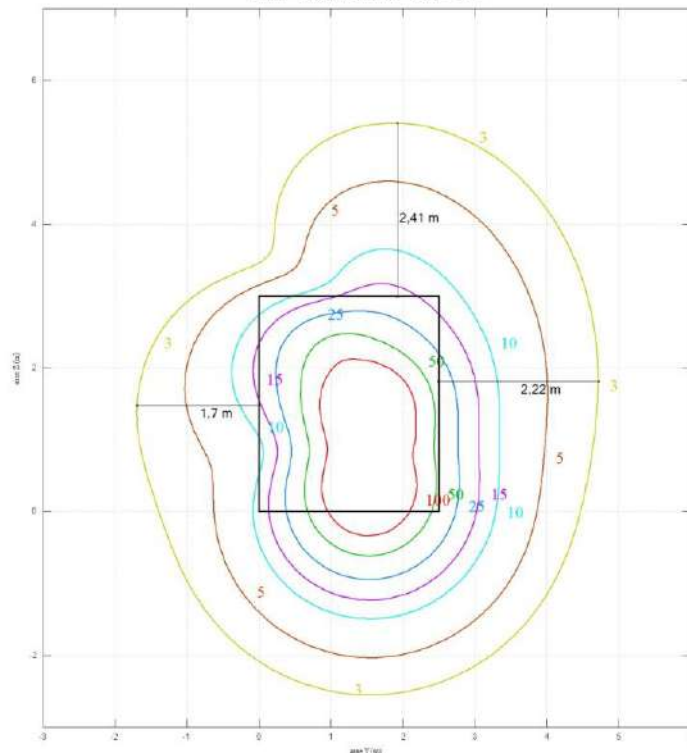




Cabina - calcolo su piano xy - quote Z=1,5 m



Cabina - calcolo su piano yz - quote X=6 m



Dai grafici precedenti si ricavano le distanze dalle pareti della cabina e dal solaio al di sopra delle quali l'induzione magnetica è superiore al valore di attenzione di  $3\mu\text{T}$ .



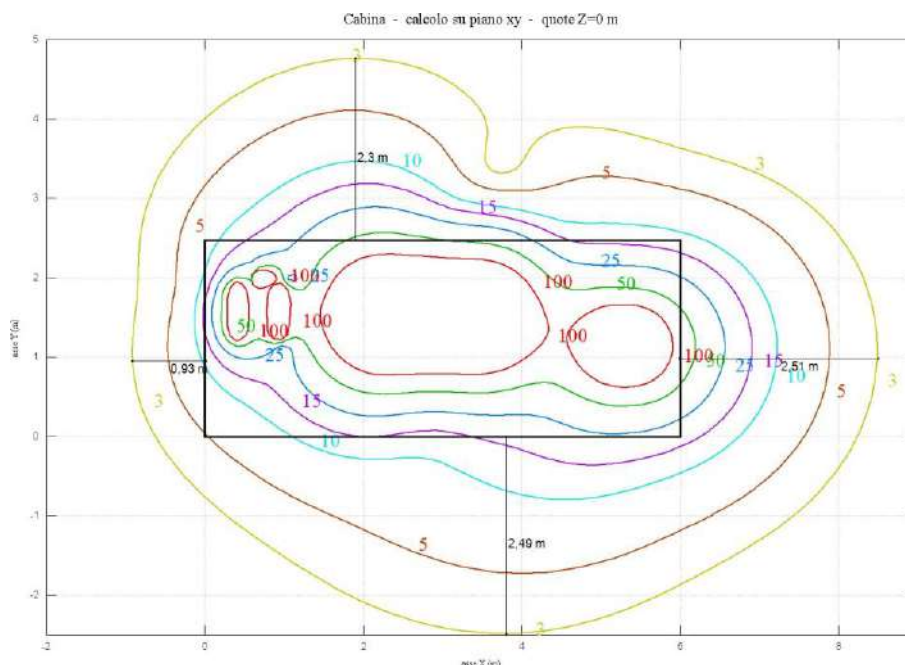
La quota  $Z=0$  sui piani XZ e YZ rappresenta la quota del piano di campagna.  
La DPA orizzontale, visti i grafici precedenti, si assume pari a 3 m dalle pareti della cabina.  
La DPA verticale, considerando solo i valori al di sopra del piano di campagna, si assume pari a 3 m dal soffitto della cabina

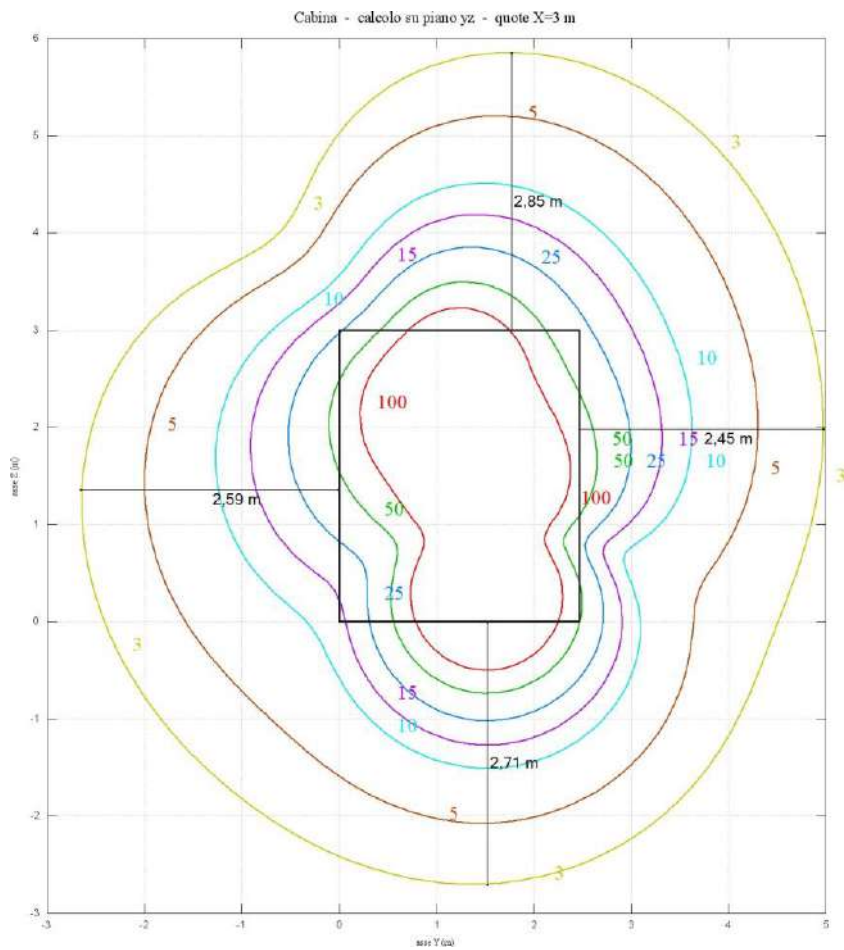
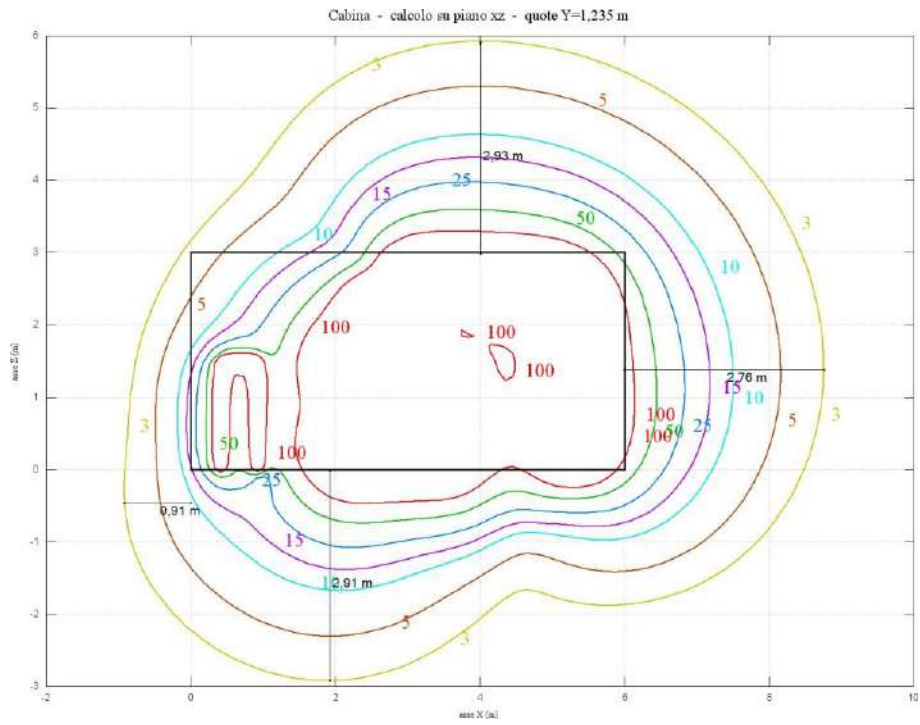
#### 4.4 Cabina MT/BT di trasformazione in campo (n. 5 cabine)

La cabina di MT/BT di trasformazione in campo conterrà gli interruttori MT, il trasformatore MT/BT, il quadro BT per l'alimentazione degli inverter e le partenze in numero uguale agli inverter stessi.

Per la determinazione delle curve isovalore dell'induzione magnetica, è stato utilizzato il software BESHIELDING MAGIC (vedi relazione di validazione allegata alla presente).

Considerando una tensione in cabina pari alla tensione di rete  $V_n=15$  kV e la corrente massima corrispondente alla potenza totale del trasformatore si ottengono le seguenti curve isovalore dell'induzione magnetica  $B$  in  $\mu T$  (sono rappresentati i tre piani XY, XZ e YZ nella sezione dove l'induzione è risultata massima).







---

Dai grafici precedenti si ricavano le distanze dalle pareti della cabina e dal solaio al di sopra delle quali l'induzione magnetica è superiore al valore di attenzione di  $3\mu\text{T}$

La quota  $Z=0$  sui piani XZ e YZ rappresenta la quota del piano di campagna.

La DPA orizzontale, visti i grafici precedenti, si assume pari a 3 m dalle pareti della cabina.

La DPA verticale, considerando solo i valori al di sopra del piano di campagna, si assume pari a 3 m dal soffitto della cabina.

## **5. CONCLUSIONI.**

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare, e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo. Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l'eventuale distanza di prima approssimazione (DPA).

A conclusione del presente studio, è possibile affermare che, per tutte le sorgenti di campi elettromagnetici individuate, le aree soggette alla "Distanza di prima approssimazione dalle linee elettriche (DPA ai sensi del DM del 29/05/2008)" sono confinate all'interno del perimetro dell'impianto utente e risultano avere una destinazione d'uso compatibile con quanto richiesto nel DPCM 8 luglio 2003, nonché un tempo di permanenza delle persone (popolazione) all'interno delle stesse non superiore alle 4 ore continuative giornaliere. Si rammenta inoltre che all'interno dell'area di pertinenza dell'impianto (di competenza del proponente), il DPCM non si applica essendo espressamente finalizzato alla tutela della popolazione e non ai soggetti esposti al campo magnetico per ragioni professionali.