

Regione
Sardegna



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Provincia di
Sassari



Comune di
Sassari



PARCO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DI POTENZA PARI A 60 MWp NEL COMUNE DI SASSARI (SS).

PROGETTISTA INCARICATO:



Ing. Giovanni Cis
Tel. 3190737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu

Scala

scala

Formato

A1

Titolo elaborato:

Relazione di
compatibilità CEM

TECNICI COINVOLTI

Dott. Ing. Bruno Manca
Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott.ssa Archeol. Giuseppina Marras
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Nat. Maurizio Medda
Dott. Nat. Nicola Manis
Dott. Ing. Ivano Distinto
Dott. Ing. Carlo Foddis
Dott. Giulio Casu
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Giovanni Lovigu
Dott. Ing. Luca Salvadori
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Ing. Andrea Casna

CODICE ELABORATO

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RV-FV-ER-15	PE-R02	D	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	02/23	Prima Emissione	GC	GC	GC
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					

GESTORE RETE ELETTRICA



SOCIETA' PROPONENTE:

OPR SUN 9 S.R.L.
Via Ceresio 7, Milano (MI) - 20154
P.iva 12294590968



Indice

1	Dati generali di progetto	2
2	Premessa	3
3	Normativa di riferimento	4
3.1	Definizioni	4
3.2	Obiettivi di qualità	5
4	Calcolo dei campi elettromagnetici	6
4.1	Valutazione preventiva dei campi elettrici	6
4.2	Valutazione preventiva dei campi magnetici	6
5	Analisi del caso di studio	7
5.1.1	Cabina di trasformazione (skid)	8
5.1.2	Sezione di cavidotti più gravosa	9
5.1.3	Sezione di cavidotti 36kV per il collegamento alla SE	11
5.1.4	Moduli fotovoltaici	11
5.1.5	Inverter	12
6	Conclusioni	13

1 Dati generali di progetto

Ubicazione	
Regione	Sardegna
Provincia	Sassari
Comune	Sassari
Riferimenti catastali	Fg. 80 mo. 10-32-198-244 FG. 92 mp. 47-139
Superficie totale di intervento	103 ha

Società proponente	
Ragione sociale	Renvalue s.r.l.
P.iva e c.f.	05392690284
Indirizzo sede legale	Via Quattro Novembre, 2 – 35123 Padova
PEC	cert@pec-pec.renvalue.it

Grandezze principali di impianto	
Potenza DC	60'000,52 kW
Potenza AC di connessione	50000 kW
Tipologia di impianto	Agrivoltaico, con attività di pastorizia

Componenti principali di impianto	
Cabina di trasformazione	n.1 skid con trasformatore in olio da 8960kVA e n.5 trasformatori in olio da 6400kVA n.2 trasformatori in olio da 3500kVA n.3 trasformatori in olio da 3000kVA
Inverter di stringa	n.162 inverter da 320 kW Sungrow
Moduli	n.87592 moduli fotovoltaici 685W
Tracker	Mono-assiali 1P con azimuth 20° o 18°

Opere di connessione alla rete	
Tensione di connessione	36 kV – Alta tensione
Gestore di rete	Terna spa
Cod. pratica	202100646

2 Premessa

Il presente documento è parte integrante del progetto promosso dalla società RENVUE S.R.L. che riguarda la realizzazione di un impianto agri-voltaico per la produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco pari a 60.000,52 kWp totali.

Il suddetto progetto, costituito da un impianto con moduli posizionati “a terra”, verrà realizzato nel Comune di Sassari (Sassari), in un terreno ad uso agricolo di superficie di circa 103 ha. Il terreno è inoltre censito al foglio catasti del Comune come di seguito riportato:

- Foglio 80: mappali 10 – 32 – 198 – 244
- Foglio 92: mappali 47 – 139

Nel proseguo della relazione si tratterà la compatibilità elettromagnetica del progetto.

Elaborati di riferimento:

- PE-Tav01 Planimetria generale
- PE-Tav02 Planimetria di dettaglio
- PE-Tav03 Planimetria cavidotti interni
- PE-Tav04 Sezioni cavidotti interni
- PE-Tav05 Schema unifilare

3 Normativa di riferimento

La normativa che si occupa di tutelare la popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici, disciplina separatamente le alte frequenze (impianti radiotelevisivi, stazioni radio base, ponti radio) e le basse frequenze (elettrorodotti). Le leggi di riferimento nella presente valutazione sono:

- Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 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 elettrorodotti".
- DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 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, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".
- D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i.

3.1 Definizioni

Valgono le seguenti definizioni:

- *Esposizione*: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;
- *Limite di esposizione*: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- *Valore di attenzione*: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- *Elettrorodotto*: Insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- *Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici*: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- *Esposizione della popolazione*: è ogni tipo di esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- *Corrente*: Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica;
- *Portata in corrente in servizio normale*: 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 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni;
- *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 (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- *Fascia di rispetto*: Spazio circostante un elettrorodotto, 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;
- *Distanza di prima approssimazione (DPA)*: 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 di Dpa, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.”

3.2 Obiettivi di qualità

Gli obiettivi di qualità sono:

- 1) I criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili indicati dalle leggi regionali;
- 2) I valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

La protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, è obiettivo del DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) che fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

4 Calcolo dei campi elettromagnetici

Una linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

4.1 Valutazione preventiva dei campi elettrici

La grossa parte dell'impianto è ad alta tensione, e la massima tensione elettrica all'interno ed all'esterno è di 36 kV e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle recinzioni, dalle murature del fabbricato, dagli alberi, dalle strutture metalliche porta moduli, dalle guaine metalliche dei cavi di alta tensione, ecc., **si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici** che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica.

4.2 Valutazione preventiva dei campi magnetici

Per quanto concerne invece i campi magnetici è necessario identificare nella centrale fotovoltaica le possibili sorgenti emmissive e le loro caratteristiche. Una prima sorgente emmissiva è rappresentata dal generatore fotovoltaico e dai relativi cavidotti di collegamento con le cabine elettriche dove avviene la conversione e trasformazione.

Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico sono state elaborate con il software **"FEMM" (Finite Element Method Magnetics) v4.2** sviluppato da David Meeker, utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996.

La corrente transitante in ogni tratta è stata calcolata con la seguente formula:

$$I = \frac{P \cdot 1,1}{V \cdot \sqrt{3}}$$

5 Analisi del caso di studio

Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico in oggetto, sono da analizzarsi i campi elettromagnetici prodotti dalle seguenti sorgenti:

- I cavi BT AC (3x (0.6/1 kV ARG16R16 da 240 mmq) di collegamento tra gli inverter di stringa e i trasformatori, che saranno direttamente interrati a circa 70cm di profondità
- I cavi AT AC (3x (N)A2XS(F)2Y 20.8/36 di varia sezione) di collegamento tra i trasformatori e la cabina con quadri di raccolta a 36 kV, che saranno interrati in tubo a circa 70cm di profondità
- I cavi AT AC (6x (N)A2XS(F)2Y 20.8/36 da 400mmq) di collegamento della cabina con quadri di raccolta a 36 kV e la SE, che saranno posati su strada in tubo a 100cm di profondità
- Le cabine di trasformazione (skid)

L'analisi tramite simulazione FEMM sarà eseguita solo sulle sezioni di cavidotti più sollecitate dalla presenza di CEM; ponendo particolare attenzione alle sorgenti vicine a luoghi ove non è assicurabile la limitazione della presenza di persone per più di 4 ore al giorno. Risulta evidente che in tutta l'area circoscritta dalla recinzione dell'impianto fvt risulti facilmente ipotizzabile che la presenza di persone sia fortemente limitata temporalmente. Di conseguenza è sufficiente garantire che tutte le DPA delle sorgenti siano racchiuse in detta area per garantire la compatibilità elettromagnetica del progetto.

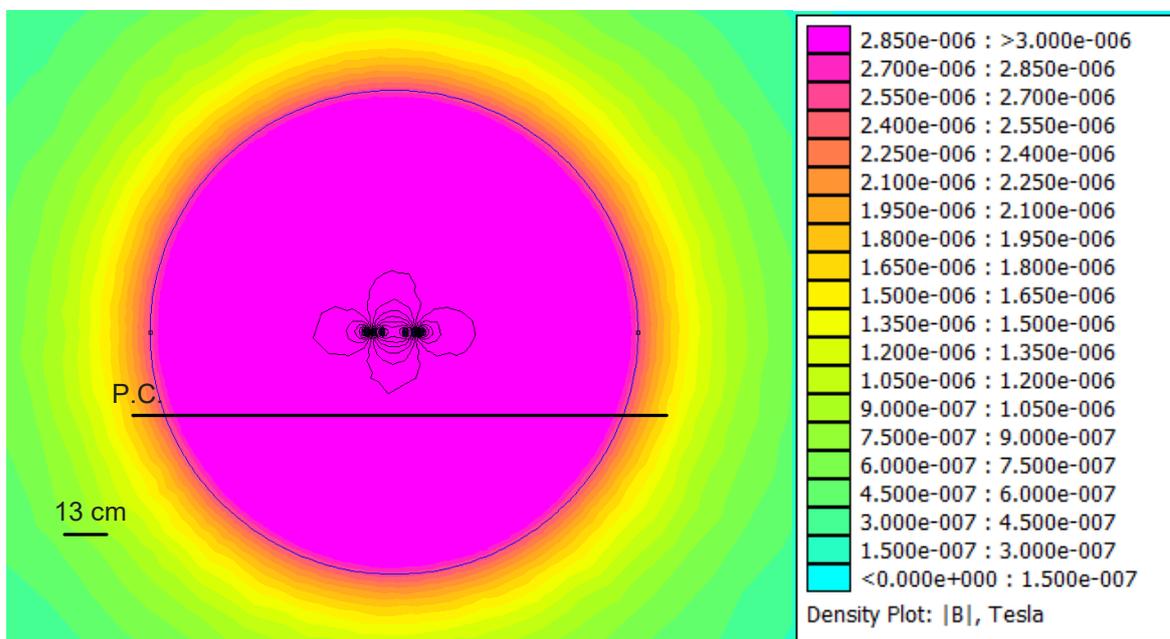
Nei paragrafi successivi verranno analizzate le sezioni di cavidotti e sorgenti di CEM considerate più rappresentative – e gravose – dell'intera opera in progetto.

5.1.1 Cabina di trasformazione (skid)

Le cabine di trasformazione sono costituite da box prefabbricati con alimentazione da cavo sotterraneo che conterranno i trasformatori BT/AT di varia potenza. I trasformatori di taglia più grossa, qui trattati, sono da 8690kVA

La DPA delle cabine di trasformazione è stata calcolata tramite il software FEMM 4.2; in particolare, essa dipende dalla corrente di bassa tensione del trasformatore. Per tanto, è necessario studiare la connessione presente tra gli inverter centralizzati e il trasformatore; questa connessione può essere effettuata in sbarra di rame.

Per i due trasformatori da 8690 kVA, si può considerare di avere due set di sbarre da 9 sbarre in rame ciascuna, per un totale di 18 sbarre, disposte 3 per fase. Questo in modo da suddividere la corrente di circa 8000 A in uscita dal trasformatore. La disposizione delle fasi è stata scelta in modo da minimizzare la DPA attorno alla cabina; perciò, si è effettuata la simulazione FEMM considerando le fasi disposte A, B, C e C, B, A. I risultati sono riportati nella seguente immagine:



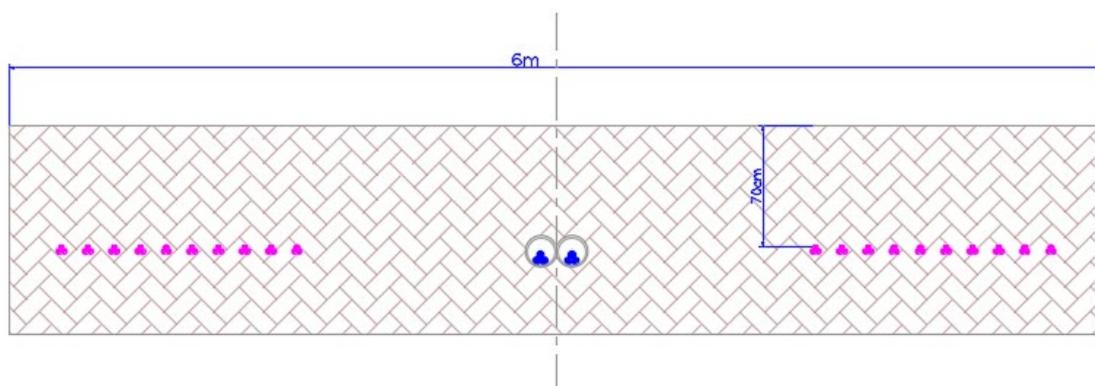
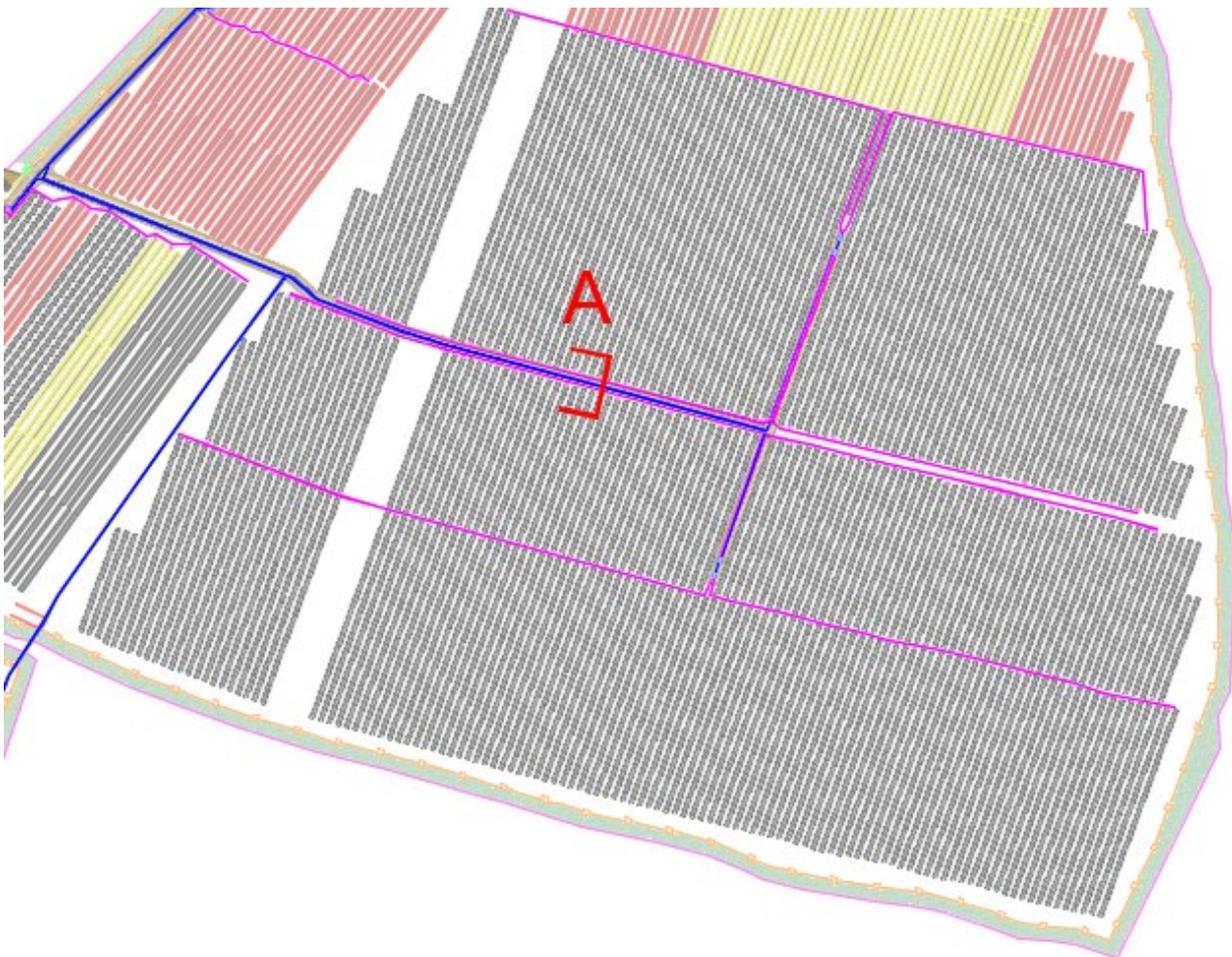
Dall'analisi tramite FEMM si ottiene una **DPA di 7.6m approssimabile a 8m**.

Dalle planimetrie di progetto si evince che tutte le cabine sono a più di 8m dalla recinzione.

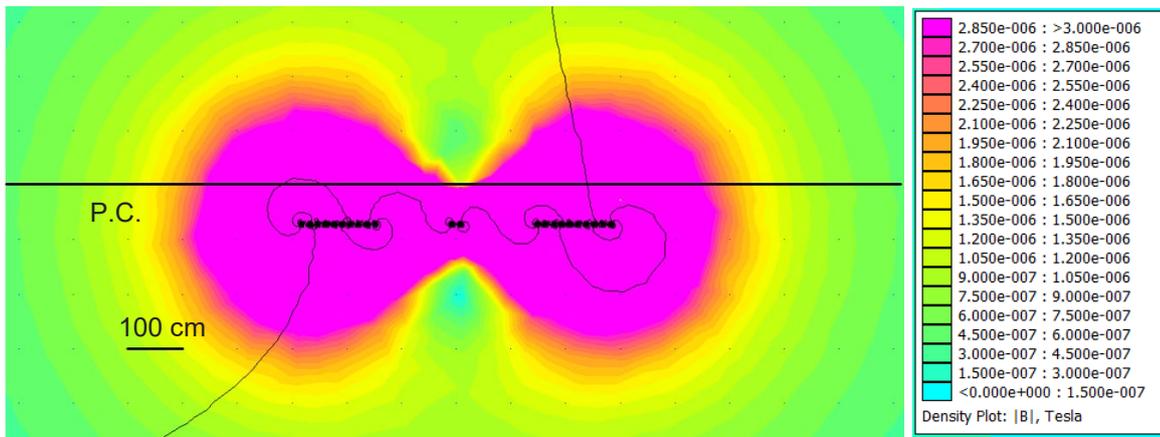
5.1.2 Sezione di cavidotti più gravosa

La sezione di cavidotti considerata più gravosa è quella denominata A nella figura sottostante, localizzata nel sottocampo 1 e costituita, da sx verso dx:

- n.10 terne di cavi AC BT di alimentazione degli inverter, sottoposti ad una corrente di 230A
- n.2 terne di cavi 36V di alimentazione dei trasformatori, aventi corrente rispettivamente di 275A e 300A
- n.10 terne di cavi AC BT di alimentazione degli inverter, sottoposti ad una corrente di 230A



La simulazione effettuata con il software FEMM 4.2 porta ai seguenti risultati, riportati in figura.

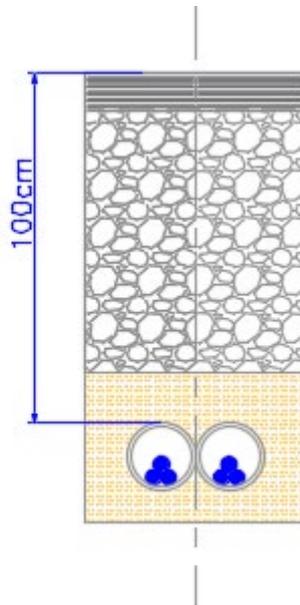


La DPA relativa a questa sezione vale invece **5+5 m** rispetto all'asse dei conduttori.

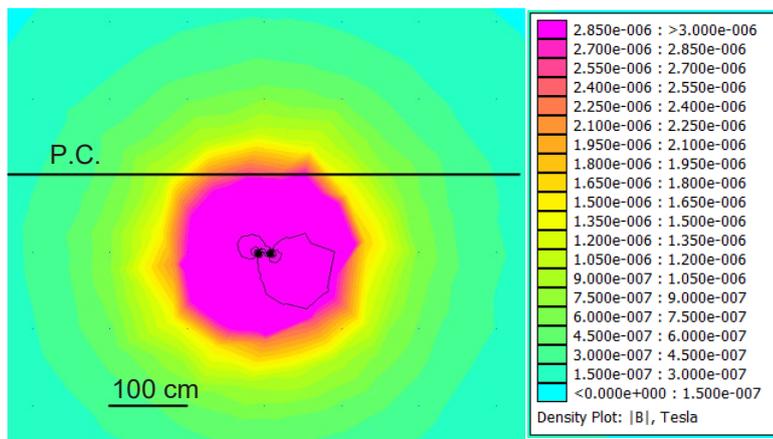
Considerato che questa è la sezione di cavidotti più gravosa e che tutti i tracciati di cavidotti interni al campo sono posti a più di 6m dalla recinzione, **si può garantire che tutte le DPA generate dai cavidotti di campo sono incluse nell'area di intervento.**

5.1.3 Sezione di cavidotti 36kV per il collegamento alla SE

Il collegamento del campo fotovoltaico alla SE di Terna avviene tramite due terne di cavi N)A2XS(F)2Y 20.8/36 da 400mmq posati su strada in tubo con estradosso posto a 100cm dal piano di calpestio. La corrente portata da ogni terna è di 420A.



La simulazione effettuata con il software FEMM 4.2 porta ai seguenti risultati, riportati in figura.



La DPA relativa a questa sezione vale invece **1.5+1.5 m** rispetto all'asse dei conduttori.

Per la posa del cavidotto a 36kV sulla strada SP65 **si può garantire che tutte le DPA generate dai cavidotti siano incluse nell'area circoscritta dalla strada stessa, su cui è ipotizzabile la non presenza di persone per più di 4 ore giornaliere.**

5.1.4 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata, per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

5.1.5 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi, pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

6 Conclusioni

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dei vari componenti di impianto, nonché dalla corrente che li percorre.

Dal calcolo delle DPA dei vari componenti elettrici in progetto e considerata la loro ubicazione presentata nelle varie planimetrie allegate si conclude che le fasce di rispetto valutate e le rispettive DPA sono sempre ricomprese nell'area dell'impianto fotovoltaico.

Per quanto detto sopra si rileva l'assenza di fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili e di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno entro le DPA sopra indicate.

Per quanto riguarda il campo elettrico, esso è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi, già per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.