

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Portomaggiore



PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI PORTOMAGGIORE - GAMBULAGA (FE)

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



Scala

-

Formato

A4

Titolo elaborato:

Relazione di compatibilità
elettromagnetica

TECNICI COINVOLTI

Studio idraulico e ambientale:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

EPC:
STE Energy s.r.l.
Via Sorio, 120 - Padova
info@ste-energy.com

Logistica e coordinamento:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio geologico:
Dott. Geol. Mastellari Matteo
Via Ugo Tegli, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

CODICE ELABORATO

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RV-FV-ER-19	10	R	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	01/23	Prima emissione	CMH	RC	GC
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

RENUALUE SUN 3 S.R.L.

Via Quattro Novembre 2,
Padova (PD) - 35123
P.iva 05439000281

 RENUALUE SUN 3

1 Indice

2	Dati generali di progetto	2
3	Normativa di riferimento.....	4
2.1.	Definizioni	4
2.2.	Obiettivi di qualità	5
4	Descrizione dell'impianto	6
5	Calcolo dei campi elettromagnetici.....	8
4.1	Valutazione preventiva dei campi elettrici.....	8
4.2	Valutazione preventiva dei campi magnetici	8
4.3	Analisi del caso di studio	8
4.4	Sezione 1 – 2 cavi MT in parallelo	9
4.5	Sezione 2 – 8 cavi BT in parallelo.....	11
4.5	Moduli fotovoltaici	11
4.6	Inverter	12
4.7	Cabina di trasformazione.....	12
6	Calcolo dei campi elettromagnetici.....	12
7	Conclusioni	13

2 Dati generali di progetto

Ubicazione	
Regione	Emilia Romagna
Provincia	Ferrara
Comune	Gambulaga (frazione di Portomaggiore)
Riferimenti catastali	Fg. 62 mp. 14-15-16-17-27-59
Superficie totale di impianto	8.7 ha
Società proponente	
Ragione sociale	Renvalue Sun 3 S.r.l.
P.iva e c.f.	05439000281
Indirizzo sede legale	Via Quattro Novembre, 2, Padova
PEC	rvsun3@pec-legal.it
Grandezze principali di impianto	
Potenza DC	6520.54 kW
Potenza AC di connessione	4950 kW
Componenti principali di impianto	
Cabina di consegna	N.1 cabina DG2092 Tipo A ed.3
Cabina di trasformazione	N.2 skid con trasformatori in olio 2500 kVA
Inverter di stringa	n.16 inverter da 320 kWac
Moduli	N.10397 moduli JA Solar 620W
Tracker	Mono-assiali 1P con azimuth 25°
Opere di connessione alla rete	
Tensione di connessione	15 kV – Media tensione
Gestore di rete	e-Distribuzione spa
Cod. pratica	321675044
POD	IT001E106107025

Documenti di riferimento

A completamento si faccia riferimento ai seguenti elaborati:

- RE-FV-ER-19-R-02 Relazione tecnico descrittiva
- RE-FV-ER-19-D-13 Layout impianto
- RE-FV-ER-19-D-17 Tracciato cavidotti interni e DPA

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 (elettrodotti). 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 elettrodotti”.
- 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..

2.1. 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;
- *Elettrodotto*: 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 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;
- 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.”

2.2. 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 elettrico¹ (5 kV/m) e del campo magnetico (100μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo di qualità (3 μT) 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 Descrizione dell'impianto

Di seguito, in sintesi, i dati relativi all'impianto fotovoltaico:

- Potenza nominale del campo: 6520.54 kWp;
- N. totale di pannelli FTV: 10397 da 620 Wp;
- N. totale di stringhe: 438
- N. totale inverter di stringa: 16, a cui convergono fino ad un massimo di 32 stringhe ciascuno.
- N.2 cabine di trasformazione con trasformatori BT/MT da 2500 kVA

Connessione	Tipologia cavo	Posa
Modulo FV- Inverter stringa	FG21M21 1500 V cc da 10 mmq	Fissati alle strutture dei tracker con fascette plastiche anti-UV oppure direttamente interrati
Inverter di stringa - Trasformatore	3x (0.6/1 kV ARG16R16 da 185 mmq)	Direttamente interrati, a trifoglio, >60cm di profondità, 20cm l'uno dall'altro
Trasformatore – Cabina utente	ARP1H5EX 12/20kV 3x95mmq	In tubo di DPE circa >80cm di profondità, in collegamento dello Skid con la cassa di fondazione/raccolta cavi della caina
Alimentazione BT degli ausiliari	FG17 450/750 V 3x25+16 mmq oppure 2x10mmq	Direttamente interrato a >60cm di profondità

Le opere di connessione alla rete di distribuzione, descritte negli elaborati *RV-FV-ER-19-R15* e *RV-FV-ER-19-D21*, costituite dalla posa di una doppia terna di cavi 12/20 kV ARE4H5EX da 185mmq, non sono trattate in questa relazione perché non rientrano nei casi di applicabilità del calcolo della DPA come indicato nel D.M. 29/05/2008.



Figura: Layout di impianto

5 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

Considerando che la grossa parte dell'impianto è a bassa tensione, che la massima tensione elettrica all'interno ed all'esterno è di 30.000V 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 a media tensione, ecc., **si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici** che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica. In particolare, è stato più volte dimostrato da misure sperimentali condotte in tutta Italia dal sistema agenziale ARPA sulle cabine MT/BT della Distribuzione, che i campi elettrici all'esterno delle cabine a media tensione risultano essere abbondantemente inferiori ai limiti di legge.

4.2 Valutazione preventiva dei campi magnetici

Per quanto concerne invece i campi magnetici è necessario identificare nella centrale fotovoltaica le possibili sorgenti emissive e le loro caratteristiche. Una prima sorgente emissiva è rappresentata dal generatore fotovoltaico e dai relativi cavidotti di collegamento con la cabina elettrica 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:

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

4.3 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 di collegamento tra gli inverter e il trasformatore;
- I cavi MT AC di collegamento tra il trasformatore e la cabina di consegna
- La cabina di consegna, la cabina utente e il trasformatore.

Sono invece trascurabili i cavi BT AC di alimentazione degli ausiliari, essendo caratterizzati da correnti di modesta entità.

È importante sottolineare che le emissioni elettromagnetiche generate dai singoli elementi vanno considerate nel loro comportamento cumulativo e simultaneo: per questo nella figura successiva è riportata la planimetria dei cavidotti, cosicché sia possibile determinare le sezioni più gravose e concentrare su di esse l'analisi tramite simulazione.



Nelle planimetrie riportate in figura sono state evidenziate alcune sezioni tipo, rappresentative dell'intera disposizione di cavidotti interni, di cui nei prossimi capitoli si valuteranno le DPA.

4.4 Sezione 1 – 2 cavi MT in parallelo

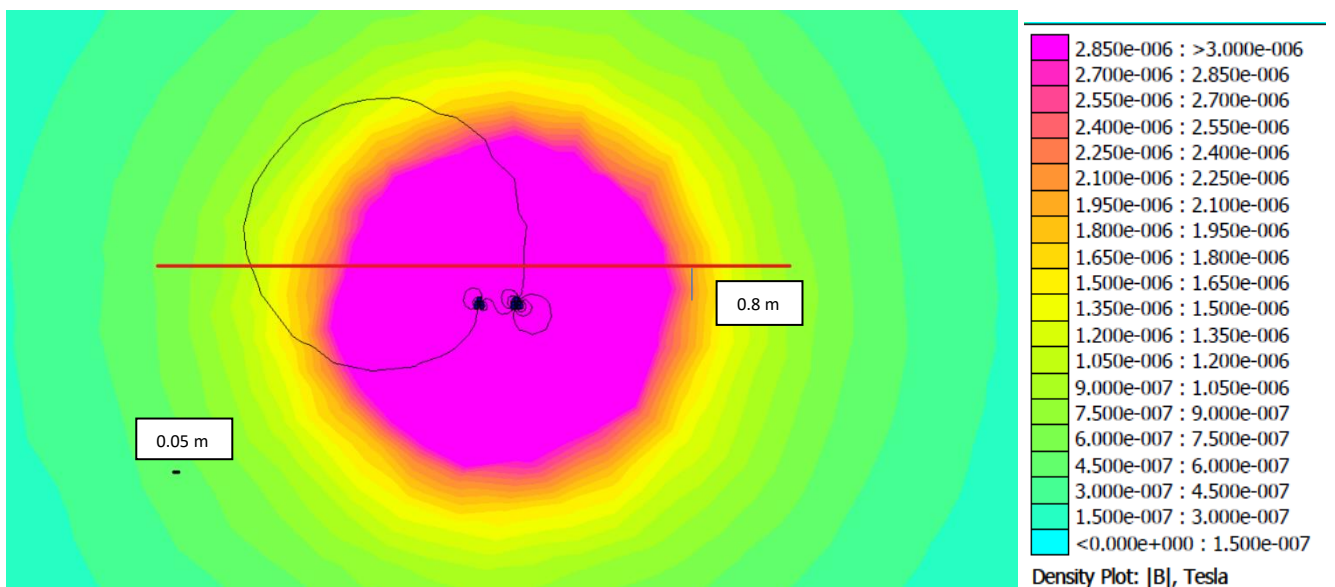


Figura: Risultati simulazione

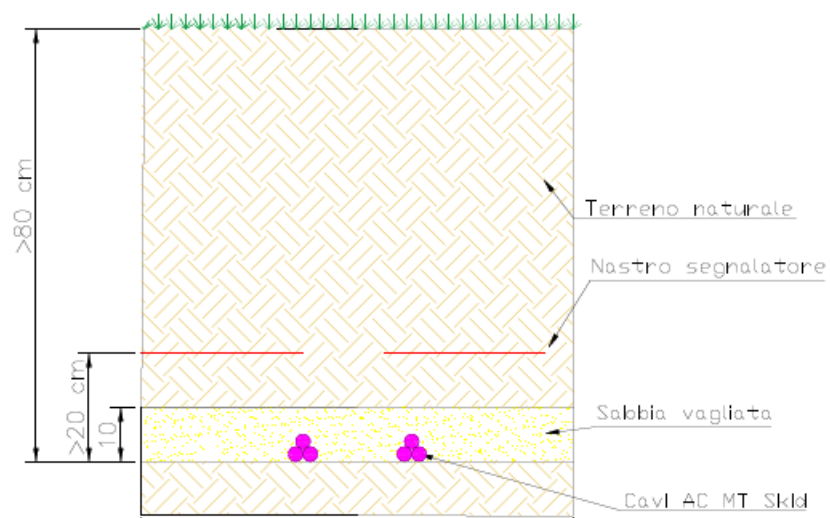


Figura: Sezione

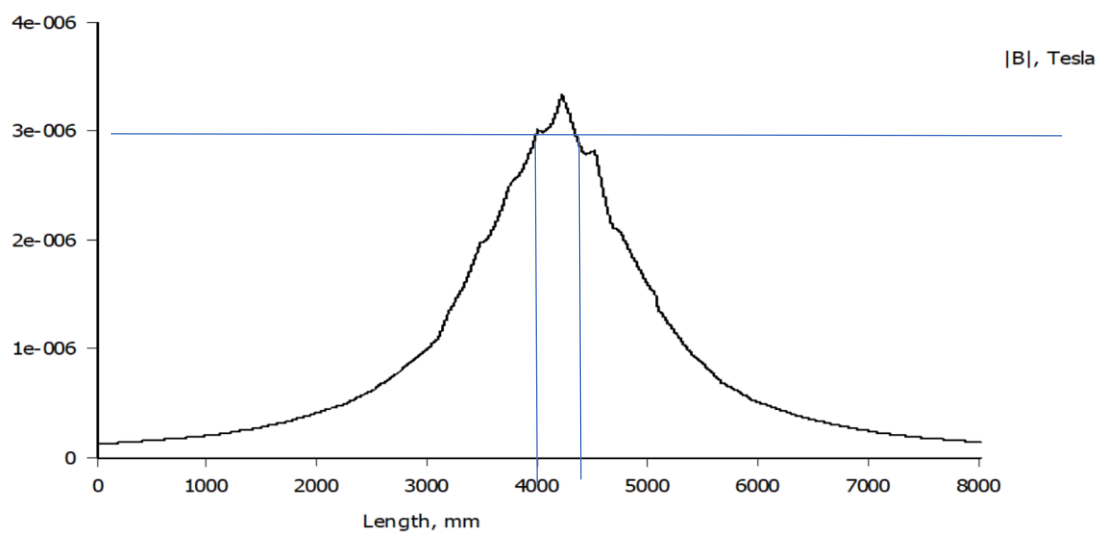
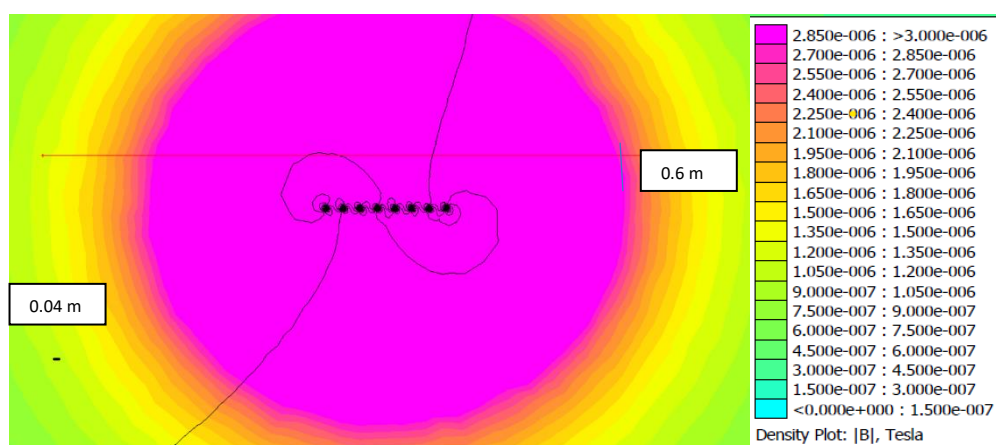


Figura: Distribuzione campo magnetico

Distanza DPA dall'asse centrale dei due cavi di 0.6 m ambo i lati

4.5 Sezione 2 – 8 cavi BT in parallelo



Risultati simulazione

Figura:

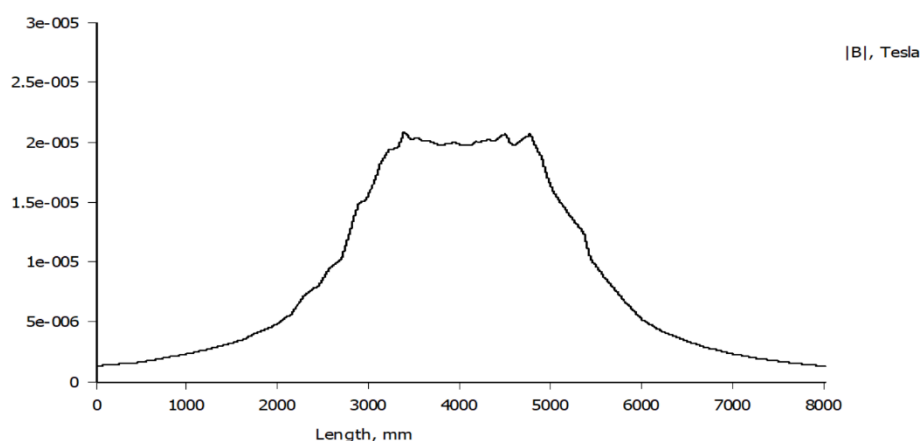


Figura: Distribuzione campo magnetico

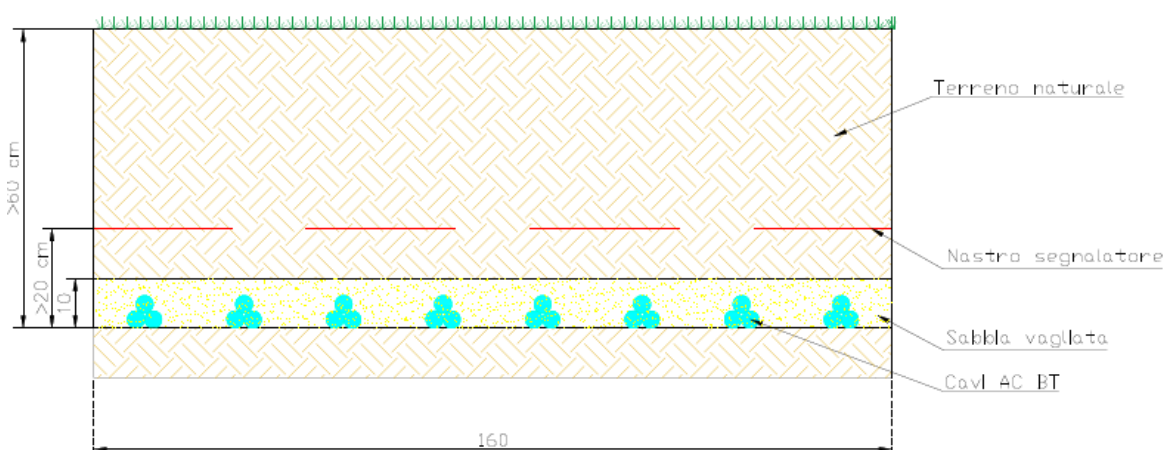


Figura: Sezione

In questo caso la DPA risulta di 2.7 m a partire dall'asse dei cavi.

4.5 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.

4.6 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).

4.7 Cabina di trasformazione

La cabina di trasformazione costituita da box prefabbricato con alimentazione da cavo sotterraneo che conterrà il trasformatore bt/MT da 3000kVA.

In questo caso, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica la formula di cui al citato cap.5.2.1 e cioè:

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5242} \cdot I^{0,5}$$

Dove:

- x : è il diametro dei conduttori [m], pari a 0,025m
- I : la corrente nominale lato BT pari a $180 \cdot 14 = 2520A$

Si ottiene così un valore di **DPA** pari a 2.97m, arrotondabile a **3m**.

6 Calcolo dei campi elettromagnetici

Per correttamente valutare l'impatto dei CEM generati dall'esercizio dell'impianto fotovoltaico, è opportuno metterli in relazione con i possibili recettori vicini all'area di progetto. In questo caso, sono valide le seguenti considerazioni:

- i terreni circostanti e confinanti con quello destinato ad ospitare il parco fotovoltaico sono tutti a destinazione d'uso agricola;
-
- i ricettori più vicini sono:
 - rec. A: residenziale, distante 160m dai confini dell'impianto;

- rec. B: residenziale, distante 130m dai confini dell'impianto;



7 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.

IL PROGETTISTA

Ing. Giovanni Cis