

Relazione campi elettromagnetici

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E OPERE CONNESSE

Azienda	MAPO HONEY S.r.l.
Sede Legale	Via Borgo dei Leoni, 63, 44121 Ferrara (FE)
C.F.	02090130382
P. IVA	02090130382

***** Dettaglio Revisioni *****

Data	Rev.	Preparato	Controllato	Verificato	Visto dell'Azienda
20/01/2023	Rev.0	P.L.	M.B.	M.B.	

Proprietà Intellettuale

Il presente documento è di proprietà esclusiva di Start Engineering S.r.l. (P.I. 04166670986), che ne detiene tutti i diritti di riproduzione, diffusione, distribuzione e alienazione, nonché ogni ulteriore diritto individuato dalla vigente normativa in materia di diritto d'autore. Il presente documento ed il suo contenuto non possono, pertanto, essere ceduti, copiati, diffusi o riprodotti, né citati, sintetizzati, o modificati, anche parzialmente, senza l'esplicito consenso di Start Engineering S.r.l..

Ogni prodotto o Società menzionati in questa relazione sono marchi dei rispettivi proprietari o titolari e possono essere protetti da brevetti e/o copyright concessi o registrati dalle autorità preposte.

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3. GRANDEZZE FISICHE CARATTERIZZANTI IL FENOMENO	3
3.1. IL CAMPO ELETTROMAGNETICO	3
3.2. CAMPO ELETTRICO	4
3.3. CAMPO MAGNETICO.....	5
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
5. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA	5
6. DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMPIANTO.....	6
7. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	7
7.1. CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO	7
7.1.1. I MODULI FOTOVOLTAICI	7
7.1.2. INVERTER.....	7
7.1.3. CABINA DI CONSEGNA	8
7.1.4. LOCALE TECNICO DI TRASFORMAZIONE	10
7.1.5. LINEA ELETTRICA MT INTERRATA INTERNA AL CAMPO FOTOVOLTAICO	10
7.1.6. LINEA ELETTRICA MT INTERRATA ESTERNA (IMPIANTO DI RETE)	13
8. CONCLUSIONI.....	14

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico su strutture costituite da inseguitori solari di tipo monoassiale avente orientamento Nord - Sud e angolo di azimuth pari a 0° della potenza di potenza complessiva pari a 14.370,16 kW.

Tale impianto sorgerà in un'area agricola che si estende su una superficie recintata complessiva pari a 191.000 mq e ubicata a nord del territorio comunale di Ferrara (FE), ad una distanza in linea retta dal centro cittadino di circa 3 km.

Per l'impianto fotovoltaico suddetto saranno analizzate le emissioni elettromagnetiche dovute all'esercizio di cavidotti, string station (con trasformatore), sistema di accumulo (con trasformatore), cabina elettrica e in generale del generatore fotovoltaico. A tale scopo, saranno individuate, per ciascuna delle suddette componenti, le Distanze di Prima Approssimazione (DPA) secondo le prescrizioni di cui al Decreto Ministeriale del 29.05.2008.

Nel presente studio è stata presa in considerazione la condizione maggiormente significativa al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti. Verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 15 m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0m, +1,5m, +2m, +2,5m e +3m dal livello del suolo. Si fa presente che la quota di +1,5m dal livello del suolo è la quota nominale cui si fa riferimento nelle misure di campo elettromagnetico.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta l'elenco dei principali riferimenti normativi e documenti che intervengono nella definizione e nella valutazione dei fattori di rischio associati alla presenza di campi elettromagnetici in ambiente.

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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".
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n° 81: "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro".
- Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".
- 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."
- Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) del 29 Maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

3. GRANDEZZE FISICHE CARATTERIZZANTI IL FENOMENO

3.1. IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

I campi elettromagnetici sono un insieme di grandezze fisiche misurabili, introdotte per caratterizzare un insieme di fenomeni osservabili indotti, senza contatto diretto, tra sorgente ed oggetto del fenomeno, vale a dire fenomeni in cui è presente un'azione a distanza attraverso lo spazio.

Esso è composto in generale da tre campi vettoriali, il campo elettrico, il campo magnetico e un terzo campo che spesso per semplicità viene escluso che è il "termine di sorgente". Questo significa che i vettori che caratterizzano il campo elettromagnetico hanno ciascuno un valore definito in ciascun punto del tempo e dello spazio.

I vettori che modellizzano le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici sono quindi:

E: Campo elettrico

B: Campo di induzione magnetica e, parallelamente:

D: Spostamento elettrico o induzione dielettrica

H: Campo magnetico

L'esposizione umana ai campi elettromagnetici è una problematica relativamente recente che assume notevole interesse con l'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. In realtà anche in assenza di tali sistemi siamo costantemente immersi nei campi elettromagnetici per tutti quei fenomeni naturali riconducibili alla natura elettromagnetica, primo su tutti l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.

Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, non in termini del vettore campo magnetico, ma in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione con ambiente ed i mezzi materiali in cui il campo si propaga. Dal punto di vista macroscopico ogni fenomeno di elettromagnetismo è descritto da un gruppo di equazioni note come equazioni di Maxwell. La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico in funzione della loro frequenza, distinguendo così i "campi elettromagnetici quasi stazionari" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

Il modello quasi stazionario è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia della rete che è pari a 50Hz. In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente con il modello per campi quasi statici. Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo delle bassissime frequenze 30-300 Hz.

Nell'ambito dei campi quasi stazionari, ha senso ragionare separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e ha quindi anche senso imporre separatamente dei limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica.

3.2. CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. I valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano; l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico, e in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

L'elettrodotto (sia aereo che in cavo) 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. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

3.3. CAMPO MAGNETICO

L'intensità del campo magnetico generato in corrispondenza di un elettrodotto dipende invece dall'intensità della corrente circolante nel conduttore; tale flusso risulta estremamente variabile sia nell'arco di una giornata sia su scala temporale maggiore quale quella stagionale o annuale. Per le linee elettriche aeree, il campo magnetico assume il valore massimo in corrispondenza della minima distanza dei conduttori dal suolo, ossia al centro della campata, e decade molto rapidamente allontanandosi dalle linee.

Non c'è alcun effetto schermante nei confronti dei campi magnetici da parte di edifici, alberi o altri oggetti vicini alla linea: quindi all'interno di eventuali edifici circostanti si può misurare un campo magnetico di intensità comparabile a quello riscontrabile all'esterno.

Quindi, sia campo elettrico che campo magnetico decadono all'aumentare della distanza dalla linea elettrica, ma mentre il campo elettrico, è facilmente schermabile da oggetti quali legno, metallo, ma anche alberi e edifici, il campo magnetico non è schermabile dalla maggior parte dei materiali di uso comune.

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel panorama normativo Nazionale, i capisaldi in termini di protezione contro l'esposizione ai campi elettromagnetici sono rappresentati dalla legge 36/01 e dal D.P.C.M. dell'8.7.2003.

La legge 36/01 "Legge quadro sulla protezione dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ha previsto tre grandezze per limitare l'esposizione ai campi elettromagnetici:

- Limiti di esposizione: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- Valori di attenzione: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- Obiettivi di qualità: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ai fini della progressiva riduzione dell'esposizione ai campi medesimi, che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.

Il successivo Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8.7.2003 "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", ha stabilito i valori numerici dei tre limiti suindicati relativi al campo elettrico e magnetico prodotti dagli elettrodotti, tabella seguente:

LIMITI DI ESPOSIZIONE		VALORI DI ATTENZIONE		OBIETTIVI DI QUALITÀ	
E	B	E	B	E	B
5 kV/m	100 μ T	-	10 μ T	-	3 μ T

5. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Come specificato nel precedente paragrafo il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti, in particolare:

- Art.3 comma 1:

nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il **limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica** e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

– Art.3 comma 2:

a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume **per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

– Art.4 comma 1:

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.

Lo stesso Decreto, all'art. 6, introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto dagli elettrodotti,

detta fascia, definita nell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008 "Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti", comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale al valore indicato dall'obiettivo di qualità.

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

Pertanto, obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μ T.

6. DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sorgerà sul territorio del comune di Ferrara (FE) occupando un'area complessiva di circa 19 ha, sarà impiegato per la produzione di energia da fonte rinnovabile (solare) e verrà allacciato alla rete elettrica locale mediante elettrodotto interrato dedicato esercito a 36 kV (impianto di rete).

L'impianto avrà una potenza complessiva di 14.370,16 kW ottenuta dall'installazione di 21.448 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza nominale (@STC) pari a 670 W. I moduli saranno composti da 132 celle, avranno dimensioni pari a (2384 H x 1303 L x 35 P) mm e saranno installati "a terra" su strutture tipo tracker (inseguitore solare) mono-assiale Nord/Sud. I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 28 moduli, la cui lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione e corrente massime ammissibili in ingresso agli inverter.

Il design di impianto prevede l'utilizzo di inverter di tipo string, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC dotate di 1 MPPT con 20 ingressi ciascuno. Come evidenziato, ogni inverter è collocato in campo, disposto solidalmente alla struttura, e farà riferimento al combiner box installato sulla sting station, il quale raccoglie il cavo in uscita da ciascun inverter.

L'impianto fotovoltaico sarà completato dall'installazione di una cabina elettrica, ubicata presso il perimetro d'impianto e da una Power Station con storage adiacente esterno.

Il quadro di Alta tensione (36kV) tensione collocato all'interno della cabina di raccolta conterrà tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche (CEI 0-16) per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

7. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Al fine di individuare i punti al suolo che garantiscano il rispetto degli obiettivi di qualità in termini di esposizione alle radiazioni di campi elettromagnetici per l'impianto fotovoltaico in oggetto, si procederà alla valutazione degli effetti prodotti da tutte le sezioni che lo compongono.

Saranno, pertanto, esaminati gli effetti dovuti all'azione di:

- Campo fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Inverter;
- Cabina elettrica;
- String station con trasformatore;
- Sun storage con trasformatore;
- Linea elettrica bT (0,69 kV) interrata interna al campo fotovoltaico;
- Linea elettrica AT (36 kV) interrata ed esterna al campo fotovoltaico (impianto di rete).

7.1. CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1.1. I MODULI FOTOVOLTAICI

Come noto, dal punto di vista elettrico un modulo fotovoltaico si comporta (e di fatto può essere anche rappresentato e modellato) come un generatore di corrente continua a tensione costante, questo significa che durante il funzionamento a regime non possono svilupparsi campi elettromagnetici legati alla variazione di una grandezza elettrica (nella fattispecie la corrente). L'eventuale generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori dovuti all'accensione/spegnimento dell'impianto o durante la ricerca del punto di massima potenza da parte dell'inverter, in ogni caso tali fenomeni risultano del tutto irrilevanti in quanto di brevissima durata.

Inoltre, la norma CEI 82-8, recepimento nazionale della Norma Europea del Cenelec 61215, la quale fornisce i requisiti per la qualifica del progetto e l'omologazione dei moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri, non menziona prove di compatibilità elettromagnetica dei prodotti in quanto assolutamente irrilevanti.

7.1.2. INVERTER

L'inverter rappresenta il cuore dell'impianto in quanto, tra le innumerevoli funzioni, ha lo scopo di convertire la corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente alternata fruibile dalla rete pubblica di distribuzione e quindi dagli utenti finali.

L'inverter rappresenta l'elemento che più di ogni altro apparato contribuisce alla generazione di radiazioni elettromagnetiche. Tale circostanza è l'effetto del funzionamento dei ponti di conversione della corrente il cui switching è in grado di generare un campo elettromagnetico a frequenza molto più elevata di quella di rete (alcune decine di kHz).

Al fine di limitare le emissioni elettromagnetiche delle apparecchiature elettroniche il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, acquisiscano tutte le certificazioni atte a garantire sia l'immunità da disturbi elettromagnetici esterni che le ridotte emissioni per contenere al minimo le interferenze con altre apparecchiature poste nelle immediate vicinanze o con la rete stessa. A tale scopo gli inverter utilizzati nella presente installazione saranno dotati di apposita rispondenza alla normativa di compatibilità elettromagnetica (EMC) certificata da ente terzo, le cui normative di rispondenza sono le IEC 61000.

Tra i vari aspetti queste norme trattano:

- I livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;

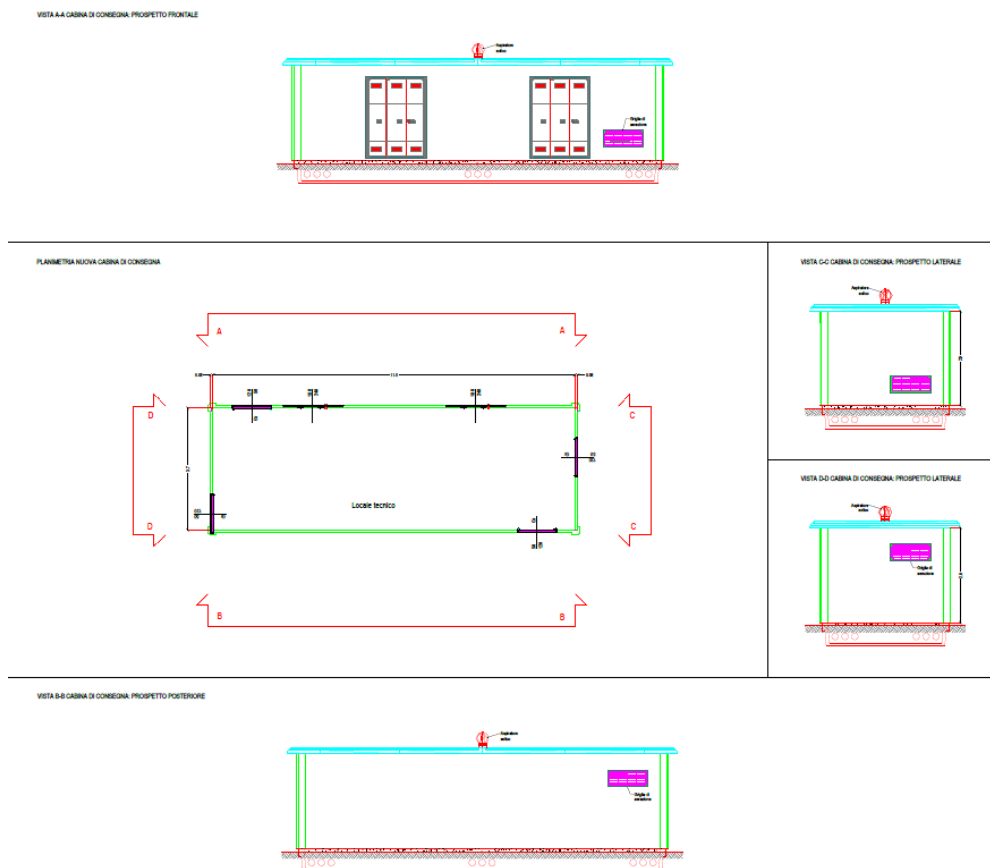
- Disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in imposizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;
- Variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico.

7.1.3. CABINA ELETTRICA

La cabina elettrica rappresenta uno dei componenti principali dell'impianto fotovoltaico in quanto comprende i quadri AT e la cavistica AT.

La cabina elettrica è costituita da un manufatto in calcestruzzo c.a.v. delle dimensioni indicative di 11.000 L x 2.900 H x 4.000 P mm situato in corrispondenza del punto di accesso al campo fotovoltaico.

Di seguito vengono riportate piante e i prospetti della cabina di consegna.



All'interno della cabina elettrica è prevista la presenza di un trasformatore bt/AT da 100 kVA per alimentare i servizi ausiliari di impianto (sistema di movimentazione dei tracker, illuminazione, prese ecc.). Al fine di determinare la DPA della cabina è stata simulata la configurazione della stessa mediante software di calcolo certificato MAGIC della BeShielding S.r.l. Versione 1.8.4.0

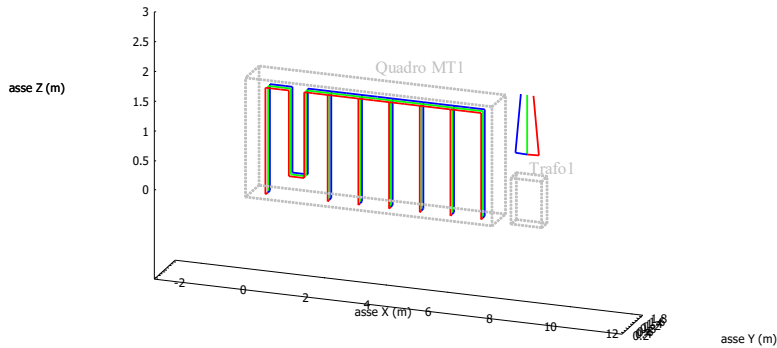


Figura 1 - Modellazione cabina di raccolta AT

La DPA rilevata è stata pari a 3 m dal filo muro interno della cabine, come rilevato dalla simulazione condotta rappresentata di seguito.

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

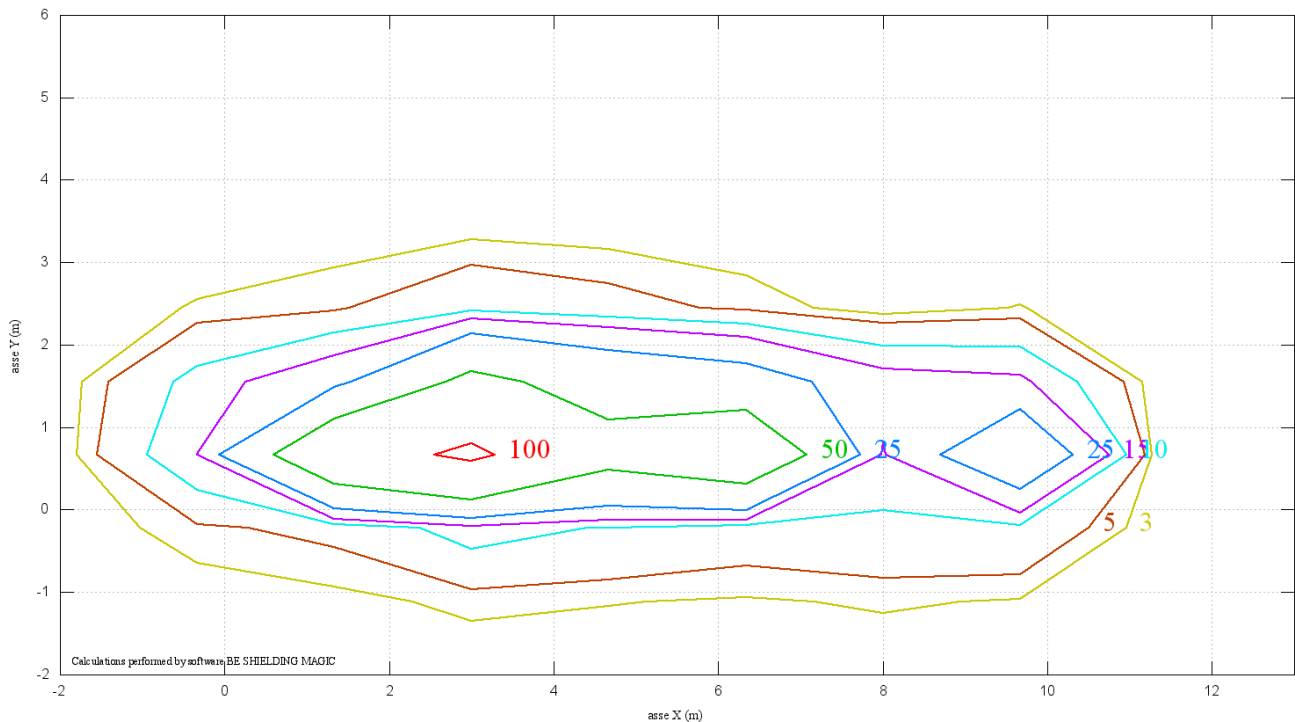


Figura 2 - Mappa distribuzione campo elettromagnetico attorno alla cabina di raccolta

7.1.4. STAZIONI DI TRASFORMAZIONE (STRING STATION) e STORAGE

Le string station risultano composte da dei combiner box di collegamento degli inverter, da un trasformatore bt/AT, necessario all'elevazione della tensione da bt (0,69 kV) a AT (36 kV) e da quadri ausiliari di supporto, gestione e sicurezza del sistema.

Il sistema Sun Storage risulta invece composto da un sistema di Battery inverter, collegati ad un trasformatore bt/AT, necessario anch'esso all'elevazione della tensione bt 0.69 kV a quella At 36 kV, e corredato da quadri di gestione del sistema.

Come si evince dalla descrizione effettuata le possibili sorgenti di emissione di un campo elettromagnetico sono rappresentati dalle correnti circolanti nei cavi AT e bt in ingresso ed in uscita dai trasformatori.

Nell'analisi dei campi elettromagnetici, si è adottata l'ipotesi peggiore, ovvero, considerando che in ciascuna string station circoli lato bt una corrente pari a circa 3.347 A, pari ad una potenza attiva pari a 4000 kW, mentre la corrente nominale lato AT è di circa 64 A.

La string station, ai fini di calcolo, verrà equiparata ad una cabina secondaria di tipo box e verrà modellizzata come già fatto per la cabina elettrica.

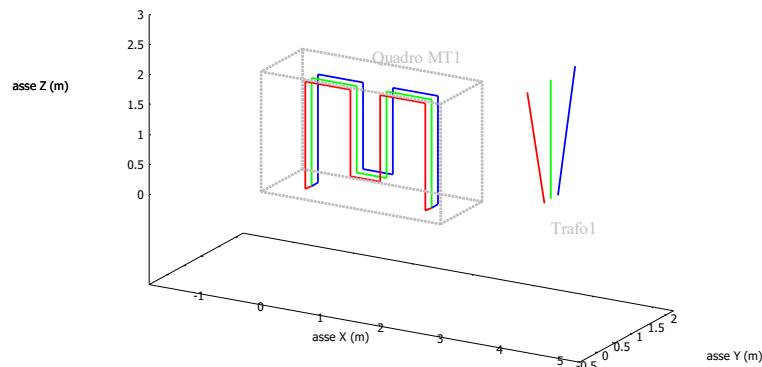


Figura 3 - Modellizzazione String Station e Sun Storage

Le DPA si distribuiscono come di seguito schematizzato:

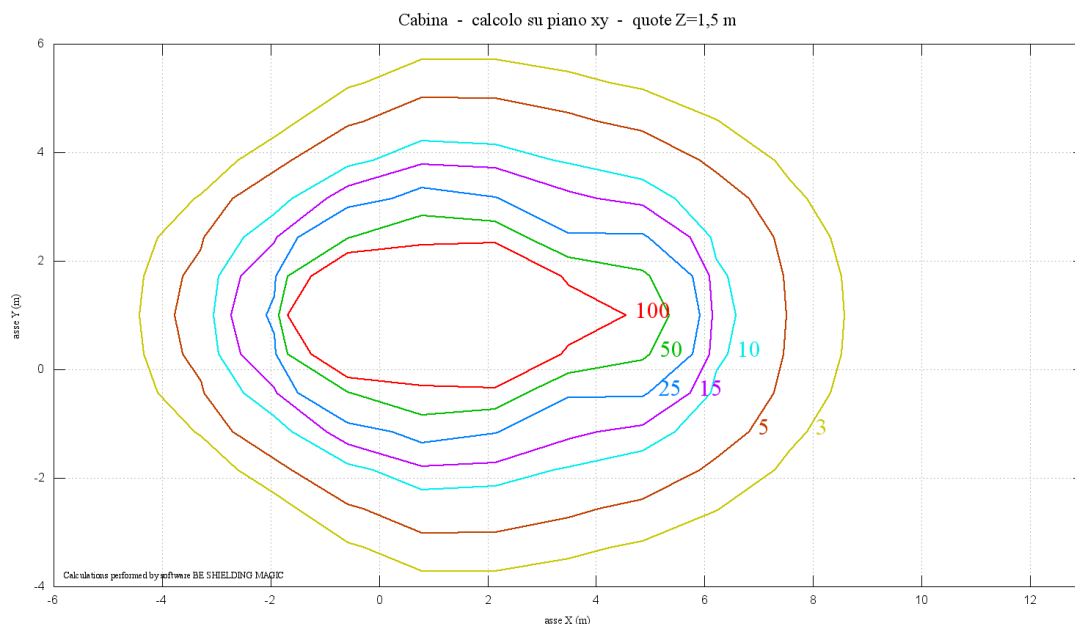


Figura 4 - Mappa distribuzione campo elettromagnetico attorno alla string Station e al Sun Storage

7.1.5. LINEA ELETTRICA AT INTERRATA INTERNA AL CAMPO FOTOVOLTAICO

Tra i gruppi di trasformazione (string station) e la cabina elettrica sarà presente un elettrodotto AT (36 kV) interrato in cavo cordato ad elica (tipo RG16H1R12 26/45 kV) con sezione 95 mm^2 (portata nominale di 300 A con posa a trifoglio, corrente nominale impianto 223 A).

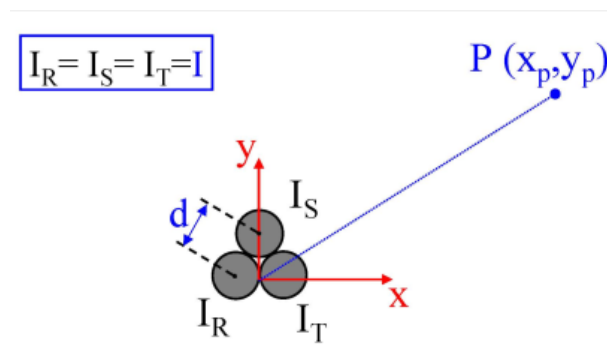
La profondità di interramento, su area agricola, sarà pari ad 1,2 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo A).

Di seguito, esempio di canalizzazione su intervento similare (terreno agricolo):

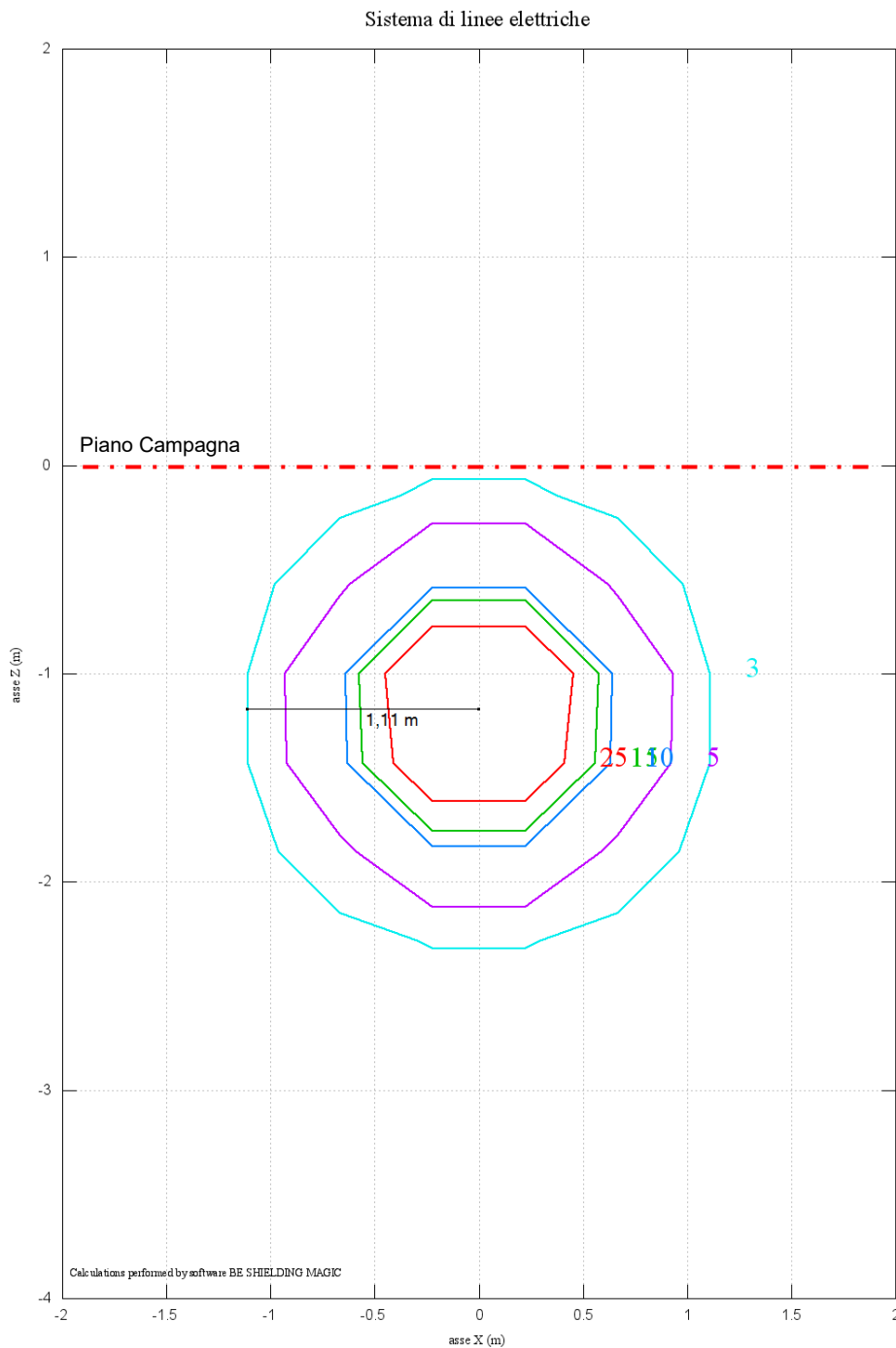


Modellizzando l'elettrodotto AT in cavo interrato mediante il software Magic della società Beshielding, il risultato viene, di seguito, proposto.

- Coordinate di riferimento: $x: 0 \text{ m} - y: 0 \text{ m}$ (piano campagna).
- Elettrodotto AT: 1 terna a trifoglio con interrimento di 1 m ($y=-1 \text{ m}$)



L'andamento dell'induzione magnetica alla quota del piano campagna (0 m), nella fascia compresa tra $x:-2 \text{ m}$ e $x:2 \text{ m}$, è la seguente:



Si denota, come in corrispondenza dell'asse del cavidotto ($x: 0$ m), si ha il valore massimo del campo elettromagnetico, tuttavia a livello del piano campagna ($z=0$) si rilevano effetti trascurabili $B < 3 \mu T$.

7.1.6. LINEA ELETTRICA AT INTERRATA ESTERNA AL CAMPO FOTOVOLTAICO (IMPIANTO DI RETE)

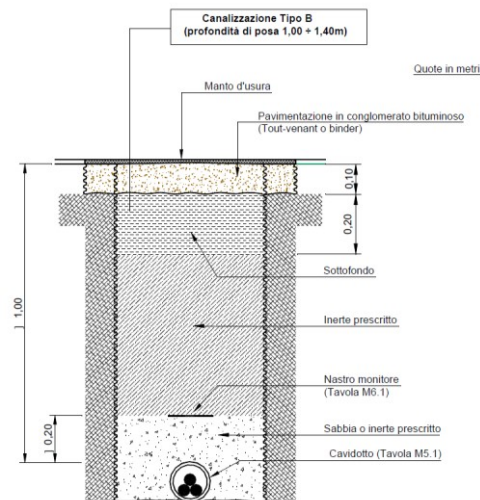
Dalla cabina elettrica presente al perimetro dell'impianto diparte l'impianto di rete che prevede i seguenti interventi:

a) NUOVI INTERVENTI PER CONNESSIONE:

Realizzazione di n°1 linea elettrica interrata in uscita dalla cabina in progetto, nello specifico:

- nuova linea in cavo interrato AT 36 kV, RG16H1R12 24/45 kV sezione 630 mmq, dalla nuova cabina elettrica in progetto fino a stazione elettrica "Ferrara Focomorto", per una lunghezza di circa 9 km;

In termini di rispetto di compatibilità elettromagnetica, il cavidotto verrà posato per tutta la lunghezza parte su terreni agricoli, parte in adiacenza alla viabilità stradale, pertanto la profondità di interramento sarà pari ad almeno 1 m dall'estradosso superiore del tubo.



Per tale configurazione, in termini di induzione magnetica vale il medesimo risultato raggiunto per l'elettrodotto interno al campo fotovoltaico, ovvero che la fascia di rispetto risulta avere un'ampiezza ridotta, tale da essere trascurabile a livello del piano campagna.

8. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

- i valori di campo magnetico indotto dai cavidotti interrati in AT (oggetto di nuova realizzazione) risultano contenuti e tale per cui la fascia di rispetto è trascurabile ad altezza del piano campagna;
- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) massima possibile, calcolata per i gruppi di trasformazione (string station), per il Sun Storage, risulta pari a 6,5 m da filo platea. L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno e sarà accessibile per esigenze di manutenzione, saltuariamente e per limitati periodi di tempo ai soli soggetti professionalmente esposti.
- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) massima possibile, calcolata per la cabina elettrica di raccolta risulta pari a 3m da considerarsi dal filo esterno dei fabbricati. L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno e sarà accessibile per esigenze di manutenzione, saltuariamente e per limitati periodi di tempo ai soli soggetti professionalmente esposti.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.

Erbusco, 17/01/2022

Il Tecnico

