

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di LECCE
COMUNE di GUAGNANO
Località Marancio

*IMPIANTO AGRO-VOLTAICO a terra
della POTENZA DI 20,124 MW in CESSIONE TOTALE*

VIA Nazionale
AI SENSI DEL D.LGS. 152/2006

Id elaborato n°: R.9	Titolo elaborato: RELAZIONE DI VERIFICA ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	
Scala: n.a.	Formato stampa: A4	Codice identificativo elaborato:

Committente:

SOLARPOWER S.r.l.

P.IVA e C.F. 02596500211

Sede Legale: Via JULIUS DURST,6 - 39042 Bressanone (BZ)

Amministratore Unico: Psailer Eugen
nato a Bressanone (BZ) il 09/01/1972
C.F. PSR GNE 72A09 B160E

Progettista:

Pvk Srl

Via E. Estrafallaces, 16 - 73100 Lecce (LE)

P.IVA 04347200752

Tel +39 0832 1810128

PEC: pvk@pec.it



Ing. Igor Fonseca

Via E. Estrafallaces 6, 73100 Lecce

Iscr. Ordine Ingg. Prov. di Lecce n° 2783

Cell: 328.3603509

e-mail: i.fonseca@pvk-srl.it



Tecnico esterno:

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
maggio 2022	VIA Nazionale-Prima emissione	PVK	I.Fonseca	Solarpower

INDICE

1	OGGETTO	3
1.1	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	3
2	COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA	6
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.2	VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA. VALORI LIMITE	6
2.3	CAMPO ELETTROMAGNETICO	7
2.4	CAMPO ELETTRICO E CAMPO MAGNETICO	9
2.5	METODI DI CONTROLLO PER I CAMPI INDOTTI	9
2.5.1	CAMPO ELETTRICO	9
2.5.2	CAMPO MAGNETICO	10
3	FASCE DI RISPETTO PER GLI OBIETTIVI DI QUALITÀ	12
4	FONTI DI EMISSIONE	13
4.1	CABINA DI CAMPO e calcolo DPA	14
4.2	LINEE INTERRATE MT e calcolo DPA	14
4.3	LINEE AEREE MT e calcolo DPA	15
5	CONCLUSIONI	16

1 OGGETTO

Scopo del progetto è la realizzazione di un "Impianto Agro-voltaico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e l'immissione, attraverso un'opportuna connessione, dell'energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale.

L'impianto oggetto della presente relazione, denominato **PV5 Campi - Guagnano**, ha una potenza nominale complessiva pari a **20,124 MWp ed interessa un'area** di progetto complessiva approssimativa di circa **25,895 ha**, incluse le opere accessorie e viabilità, ubicata nel comune di **Guagnano**.

L'impianto sarà costituito da tre sottoimpianti: il sottoimpianto "**UNO**" con potenza nominale pari a **7,982 MW**, il sottoimpianto "**DUE**" con potenza nominale pari a **7,982 MW** e il sottoimpianto "**TRE**" con potenza nominale pari a **4,160 MW**.

1.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto sono:

- **il generatore fotovoltaico** ovvero i **moduli fotovoltaici** che saranno installati su strutture di sostegno in acciaio zincato a caldo, in grado di far ruotare i pannelli lungo un singolo asse (**inseguitori solari**) con relativi motori elettrici, ancorate al suolo tramite pali in acciaio direttamente infissi nel terreno senza impiego di fondazioni in calcestruzzo;
- le **linee elettriche** interrate di bassa tensione **in c.c.** dai moduli, suddivise da un punto di vista elettrico in stringhe, che afferiscono agli inverter;
- gli **inverter**, opportunamente distribuiti per ridurre le perdite dell'impianto fotovoltaico ed efficientare la produzione energetica;
- le **linee elettriche** interrate in bassa tensione **in c.a.** dagli inverter di campo alla Cabina di Consegna;
- le **Cabine di Campo** ove saranno installate le apparecchiature elettriche di conversione, trasformazione, sezionamento e le relative apparecchiature elettriche di comando e protezione sia in BT sia in MT
- una **linea elettrica MT interrata** per il trasporto dell'energia prodotta alla rete nazionale; nonché dalle opere annesse per il collegamento.
- la **Cabina di Consegna**, con apparecchiature di protezione MT delle linee pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica MT in arrivo dall'impianto fotovoltaico ed in partenza da questo;
- una **linea elettrica MT (aerea ed interrata)** per il trasporto dell'energia prodotta dai campi fotovoltaici alla rete nazionale; nonché dalle opere annesse per il collegamento.

L'energia elettrica in corrente continua prodotta dai generatori fotovoltaici viene prima convertita in corrente alternata a 655 V dagli Inverter e poi elevata a 20 kV da trasformatori all'interno delle Cabine di Campo; quindi, dopo essere stata raccolta nella Cabina di Consegna viene immessa nella rete nazionale, attraverso la realizzazione delle opere di rete annesse.

In particolare:

- Ing. Igor FONSECA -

Via E. Estrafallaces, 6 - 73100 Lecce
Cell. 328.3603509 - mail: i.fonseca@pvk-srl.it

- la futura **Cabina Primaria "Cellino"** a cui afferisce la linea elettrica in MT (aerea e interrata) dell'impianto in progetto, all'interno della quale avviene l'elevazione della tensione 20/150 kV;
- l'**elettrodotto AT** a 150 kV di collegamento per l'interconnessione della cabina primaria alla SE;
- la **SE** a 150/380 kV da inserire in entra-esce alla linea 380 kV della RTN "BRINDISI SUD - GALATINA"

L'elettrodotto verrà realizzato secondo le norme CEI 11-17 per i cavi interrati, secondo le norme CEI EN 61936-1 per gli impianti con tensione maggiore a 1kV, secondo le norme CEI 0-16 e in conformità alle indicazioni del capitolo E.3 della "Guida per le connessioni alla rete di Enel Distribuzione" per cabine elettriche.

La presente relazione è riferita all'impatto elettromagnetico prodotto dall'impianto con particolare riferimento alle linee MT interrate ed aeree interne all'area di impianto.

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche dell'impianto in oggetto.

➤ **Caratteristiche nominali di esercizio**

- Tensione nominale: 20000/655 V;
- Corrente: alternata;
- Frequenza: 50HZ

➤ **Caratteristiche tecniche CAVO SOTTERRANEO in progetto:**

Il tratto della linea di connessione del tipo interrato sarà realizzata con cavo di tipo tripolare ad elica con conduttori in alluminio, aventi isolamento estruso (XLPE), con schermo in rame avvolto a nastro sulle singole fasi (sigla designazione cavi ARG7H1RX - 12/20 kV);

○ **Specifiche:**

- n.2 cavi interrati al 185 mm² (terreno)

○ **Tipologia del cavo:**

- conduttori in alluminio di sezione 185 mm²
- formazione: 3x(1x185) mm²
- portata in tubo: 324 (1) A
- diametro del cavo: 78 mm
- peso per metro: 3,55 Kg/m
- isolamento: XLPE
- tensione nominale di isolamento (U0/U): 12/20 KV
- designazione cavo ARE4H5EX

○ **Modalità di posa:**

- profondità di posa estradosso tubo: > 1 m.
- sezione di scavo tipo: circa 1,2 m x 0,50 m.
- protezione cavi:
 - tubi in P.V.C. diametro esterno: 160 mm
 - Conformi alle Norme CEI EN 50086-2-2 e 4
 - Classificazione all'urto "Normale"

- Ing. Igor FONSECA -

Via E. Estrafallaces, 6 - 73100 Lecce
Cell. 328.3603509 - mail: i.fonseca@pvk-srl.it

➤ **Caratteristiche tecniche CAVO AEREO in progetto:**

Il passaggio dalla linea in cavo sotterraneo alla linea aerea, avverrà tramite sezionatore (telecontrollato) da palo.

La linea MT aerea sarà realizzata in cavo di tipo tripolare ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio (Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV)

○ **Specifiche**

- n.2 cavi aerei Elicord al 150 mm²

○ **Tipologia del cavo:**

- conduttori in alluminio di sezione 150 mm²
- formazione: 3 x 150 + 50Y mm²
- portata in tubo: 340 A
- diametro del cavo: 72 mm
- peso per metro: 3.230 Kg/km
- isolamento: XLPE
- designazione cavo: ARE4H5EXY

➤ **CABINA ELETTRICA:**

- Tipo: Consegna, smistamento e trasformazione MT/BT
- Struttura: box in c.a.v.
- Tensione di esercizio: 20000/600 V.

2 COMPATIBILITÀ ELETTRICITÀ

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- **D.M. del 29 maggio 2008;**
- **Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato A al DM 29.05.08;**
- **Norma CEI 106-11** (*Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 luglio 2003 (art.6)*);
- **D.P.C.M. del 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*";
- **Legge n.36 del 22 febbraio 2001;**
- **Decreto Interministeriale del 21 marzo 1988 n.449.**

2.2 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA. VALORI LIMITE

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:

- **All'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;
- **All'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 DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità (**B=3 μ T**) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale.

- Ing. Igor FONSECA -

Via E. Estrafallaces, 6 - 73100 Lecce
Cell. 328.3603509 - mail: i.fonseca@pvk-srl.it

L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale *fascia di rispetto* lo spazio circostante l'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;

- 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.

2.3 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.

Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- 1) distanza dalle sorgenti (conduttori);
- 2) intensità delle sorgenti (correnti di linea);
- 3) disposizione e distanza tra sorgenti (distanza mutua tra i conduttori di fase);
- 4) presenza di sorgenti compensatrici;
- 5) suddivisione delle sorgenti (terne multiple).

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 elettromagnetico è descritto dall'insieme di equazioni note come equazioni di Maxwell.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo così i "campi elettromagnetici quasi statici" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

Nel caso dei campi quasi statici, 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.

Il modello quasi statico 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 30-300 Hz.

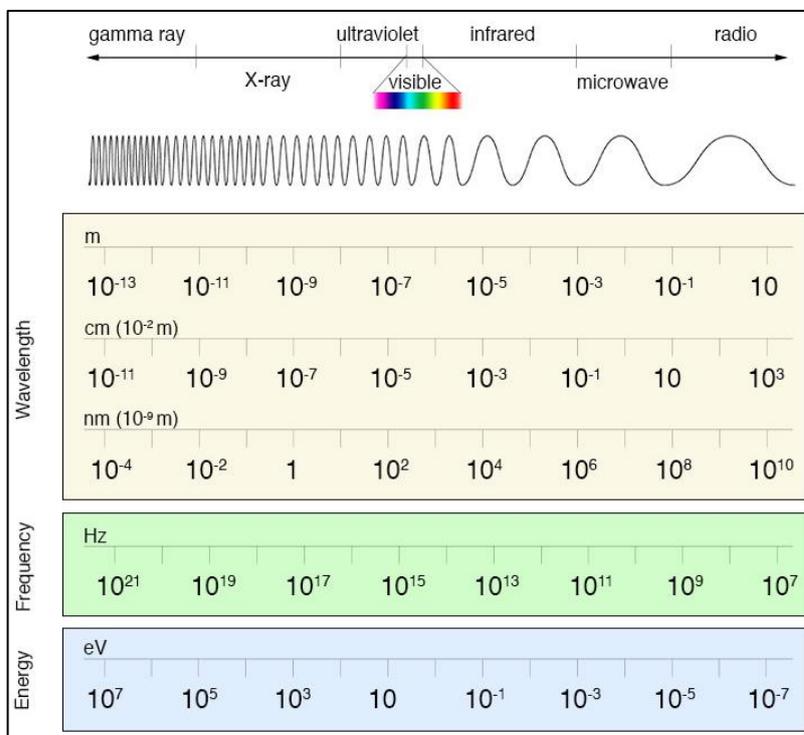


Figura 1: Spettro elettromagnetico

2.4 CAMPO ELETTRICO E CAMPO MAGNETICO

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.

Per le linee elettriche aeree, l'intensità maggiore del campo elettrico si misura generalmente al centro della campata, ossia nel punto in cui i cavi si trovano alla minore distanza dal suolo

L'andamento e il valore massimo delle intensità dei campi dipenderanno anche dalla disposizione e dalle distanze tra i conduttori della linea.

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. 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 ed edifici, il campo magnetico non è schermabile dalla maggior parte dei materiali di uso comune.

2.5 METODI DI CONTROLLO PER I CAMPI INDOTTI

2.5.1 CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico risulta ridotto in maniera significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina metallica schermante del cavo ed alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata. La riduzione così operata del campo elettrico consente agli individui di avvicinarsi maggiormente ai conduttori stessi, i quali, come già detto, sono di solito interrati a pochi metri di profondità.

Per le linee elettriche MT a 50 Hz, i campi elettrici misurati attraverso prove sperimentali sono risultati praticamente nulli, per l'effetto schermante delle guaine metalliche e del terreno sovrastante i cavi interrati.

2.5.2 CAMPO MAGNETICO

L'intensità del campo magnetico indotto da un elettrodo è determinata principalmente dalla distanza dai conduttori, dalla distanza mutua tra i conduttori di fase, dall'intensità delle correnti di linea, dalla presenza di sorgenti compensatrici, dalla suddivisione delle sorgenti ovvero le terne multiple.

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza tra le fasi, sull'installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

I valori di campo magnetico, pur al di sotto dei valori di legge imposti, sono notevolmente al di sopra della soglia di attenzione epidemiologica (SAE) che è di $0,2 \mu\text{T}$. Infatti, solo distanze superiori a circa 80 m dal conduttore permettono di rilevare un valore così basso del campo magnetico. È necessario notare inoltre che aumentare l'altezza dei conduttori da terra permette di ridurre il livello massimo generato di campo magnetico ma non la distanza dall'asse alla quale si raggiunge la SAE.

È possibile ridurre questi valori di campo interrando gli elettrodotti. Questi vengono posti a circa 1,5-1,85 metri di profondità e sono composti da un conduttore cilindrico, una guaina isolante, una guaina conduttrice (la quale funge da schermante per i disturbi esterni, i quali sono più acuti nel sottosuolo in quanto il terreno è molto più conduttore dell'aria) e un rivestimento produttivo. I fili vengono posti a circa 20 cm l'uno dall'altro e possono assumere disposizione lineare (terna piana) o triangolare (trifoglio).

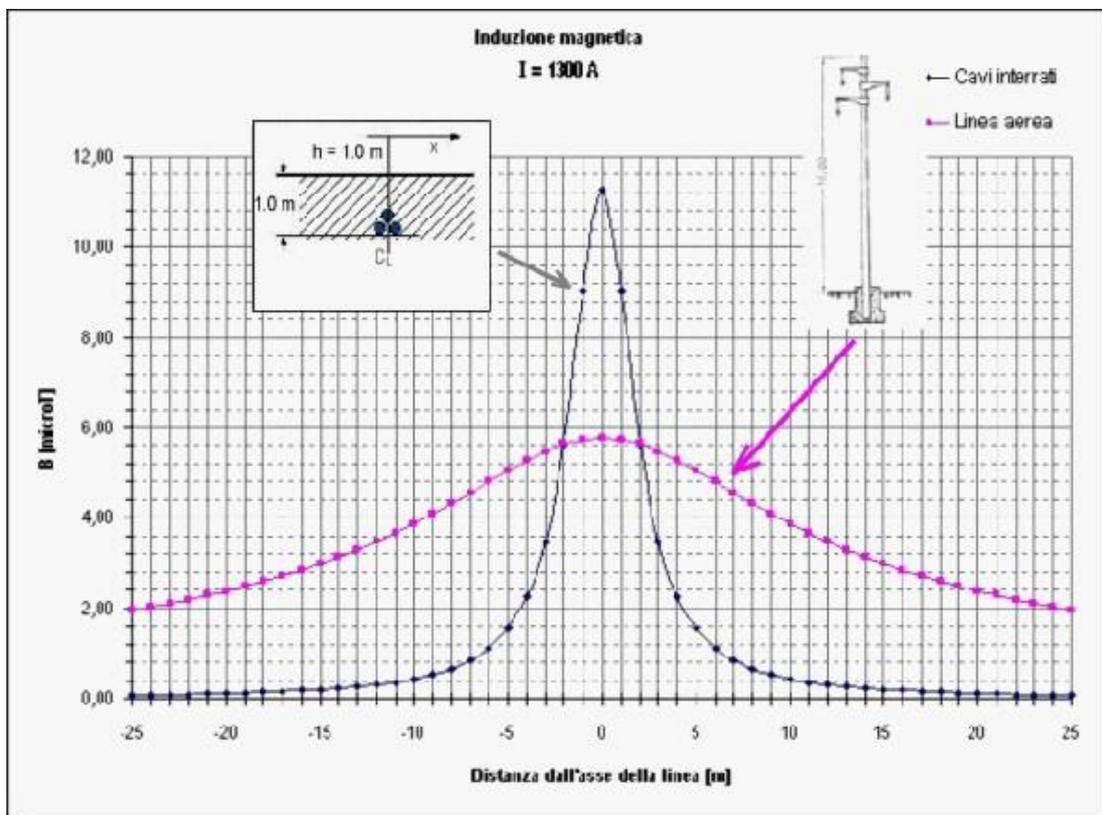


Figura 2: Attenuazione dell'induzione magnetica dovuta all'interramento dei cavi

- Ing. Igor FONSECA -

Via E. Estrafallaces, 6 - 73100 Lecce
Cell. 328.3603509 - mail: i.fonseca@pvk-srl.it

I cavi interrati generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei (circa il doppio), però l'intensità di campo magnetico si riduce molto più rapidamente con la distanza (i circa 80 m diventano in questo caso circa 24). I vantaggi risiedono in valori di intensità di campo magnetico che decrescono molto più rapidamente con la distanza, ma tra gli svantaggi i problemi di perdita di energia legati alla potenza reattiva (produzione, oltre ad una certa lunghezza del cavo, di una corrente capacitiva, dovuta all'interazione tra il cavo ed il terreno stesso, che si contrappone a quella di trasmissione).

Altri metodi con i quali ridurre i valori di intensità di campo elettrico e magnetico possono essere quelli di usare "linee compatte", dove i cavi vengono avvicinati tra di loro in quanto questi sono isolati con delle membrane isolanti. Queste portano ad una riduzione del campo magnetico.

I cavi interrati sono quindi un'alternativa all'uso delle linee aeree; essi sono disposti alla profondità di almeno 1,5 metri dal suolo, linearmente sullo stesso piano oppure a triangolo (disposizione a trifoglio). Confrontando quindi il campo magnetico generato da linee aeree con quello generato da cavi interrati, si può notare che per i cavi interrati l'intensità massima del campo magnetico è più elevata, ma presenta un'attenuazione più pronunciata. In generale si può affermare che l'intensità a livello del suolo immediatamente al di sopra dei cavi di una linea interrata è inferiore a quella immediatamente al di sotto di una linea aerea ad alta tensione. Ciò è dovuto soprattutto ad una maggiore compensazione delle componenti vettoriali associate alle diverse fasi, per effetto della reciproca vicinanza dei cavi, che essendo isolati, possono essere accostati l'uno all'altro, come non può farsi per una linea aerea.

3 FASCE DI RISPETTO PER GLI OBIETTIVI DI QUALITÀ

- **Obiettivo di qualità:** (DPCM 8/7/2003 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 giornaliere 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 della popolazione 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 condizioni di esercizio.
- **Fascia di rispetto:** è lo 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 (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4c.1 lettera h) della Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- **Distanza di prima approssimazione (Dpa):** è la distanza in pianta sul livello del suolo della proiezione del centro linea secondaria da tutte le pareti della cabina stessa. Tale distanza garantisce che ogni punto oltre la Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

4 FONTI DI EMISSIONE

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

Per l'intero campo fotovoltaico e per le linee di connessione sino alla cabina primaria, la presenza di campi elettromagnetici sarà del tipo a frequenza estremamente bassa (ELF), essendo gli impianti di tipo elettrico a 50 Hz.

Per quello che riguarda l'area interessata al generatore FV la corrente elettrica sarà totalmente di tipo BT in corrente continua convogliata in cavi solari specifici interrati e totalmente schermati.

Per tali elementi il campo magnetico generato è certamente al di sotto dei limiti di esposizione, valori di attenzione e gli obbiettivi di qualità fissati dal Limite d'esposizione **D.P.C.M. 8 Luglio 2003** per la protezione dalla esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

All'interno del parco FV è poi presente una linea MT che collega la cabina dove sono alloggiati i trasformatori e la cabina di consegna.

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

- **Cabina di campo** con trasformatore BT/MT da 3150kVA per l'elevazione da 655 V alla tensione di 20.000 V ovvero alla tensione di consegna.
- **Linee elettriche interrate MT** di interconnessione fra le cabine di campo e le cabine di consegna, all'interno dell'area di impianto;
- **Linee elettriche aeree MT** di collegamento tra la cabina di consegna e la cabina primaria per la connessione alla rete nazionale.

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti, basata sulle metodologie di calcolo suggerite **dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici)**, approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma **CEI 106-11**.

Per quanto riguarda l'impatto elettromagnetico generato dai cavi MT interrati, si fa presente che tali cavidotti saranno all'interno dell'area di impianto dove non è prevista la presenza di persone, dal momento che l'accesso all'area è interdetta al pubblico. Analogamente, le cabine di campo saranno posizionate in posizione baricentrica rispetto all'area di impianto, il cui accesso è interdetto al pubblico. L'accesso a tale area è consentito solo a personale esperto ed addestrato, che comunque accede sporadicamente e per tempo limitato.

4.1 CABINA DI CAMPO e calcolo DPA

Nel caso di cabinati preassemblati, contenenti il trasformatore, si determina direttamente la distanza di prima approssimazione, considerando che la DPA è la distanza, in pianta sul livello del suolo da tutte le pareti della cabina stessa, che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del perimetro di cabina più DPA, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Per fascia di rispetto si intende, in questo caso, lo spazio circostante la cabina che comprende tutti i punti, al di sopra ed al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica d'intensità maggiore o uguale all'obbiettivo di qualità (3 microtesla).

Ai sensi del DM del 29.05.2008, si applica la stima della DPA per cabine complesse (con potenze superiori a 630 kVA) di seguito riportata.

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0.40942 * X^{0.5241}$$

Dove:

- **DPA distanza di prima approssimazione (m)**
- **I è la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore in ampere (A)**
- **X il diametro dei cavi (m)**

Come valore di corrente (I) occorre inserire la massima corrente circolante sul lato bassa tensione del trasformatore. La corrente si può calcolare con la formula seguente, di derivazione CEI per conduttori in rame, in funzione della potenza del trasformatore (P in kVA) e della V tensione concatenata BT.

$$I = \frac{P}{V * \sqrt{3}} = \frac{3.150.000}{655 * \sqrt{3}} = 2766,57 \text{ A}$$

Per cui nel caso in esame, considerando una X pari a 78 mm (diametro esterno massimo del cavo), si ottiene:

$$DPA = 5,66 \text{ m}$$

Analogamente viene calcola la DPA della cabina di consegna.

4.2 LINEE INTERRATE MT e calcolo DPA

Per quanto riguarda la linea di Media Tensione, interrata, realizzata con cavi in del tipo ARE4H5EX 12/20Kv avente sezione 3x185mmq in alluminio, in considerazione che la configurazione dei conduttori è di tipo cordata ed a elica visibile e che la profondità dello scavo di posa non è inferiore ad 1 metro all'estradosso; in base al calcolo sotto riportato l'obbiettivo di qualità di 3 μT per l'induzione magnetica risulta soddisfatto.

Infatti, pur ponendoci nella situazione più conservativa a favore della sicurezza, in cui si ipotizza che il campo elettromagnetico sia creato da cavi unipolari posati a trifoglio e che la corrente sia pari alla portata, si ottiene una fascia di rispetto con sezione circolare di raggio pari a 1.08 m inferiore alla profondità di posa.

Il calcolo prevede l'utilizzo della seguente formula:

- Ing. Igor FONSECA -

Via E. Estrafallaces, 6 - 73100 Lecce
Cell. 328.3603509 - mail: i.fonseca@pvk-srl.it

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{I \cdot S}$$

dove:

- **R'** = distanza dal centro geometrico formazione conduttori oltre il quale $B < 3 \mu\text{T}$ (m)
- **S** = distanza tra i centri geometrici dei conduttori (m)
- **I** = portata nominale del cavo nelle condizioni di posa (A)

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{360 * 0,033} = \mathbf{0.98 \text{ m}}$$

4.3 LINEE AEREE MT e calcolo DPA

I collegamenti MT aerei verranno realizzati mediante n°1 elettrodotto aereo costituito da 2 cavi in configurazione "elicordata" ad elica visibile, con passo elica di un metro, del tipo ARE4H5EXY 12/20 Kv avente sezione 3x150+50Y mm² in Alluminio.

In considerazione del fatto che la configurazione dei conduttori è del tipo sopra citato e che l'altezza minima di posa dal terreno deve essere obbligatoriamente di 5mt; in base al calcolo sotto riportato l'obiettivo di qualità di 3 microtesla per l'induzione magnetica risulta soddisfatto.

Infatti, pur ponendoci nella situazione più conservativa a favore della sicurezza, in cui si ipotizza che il campo elettromagnetico sia creato da cavi unipolari posati a trifoglio e che la corrente sia pari alla portata, si ottiene una fascia di rispetto con sezione circolare di raggio pari a 0.91 m.

Il calcolo prevede l'utilizzo della seguente formula:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{I \cdot S}$$

dove:

- **R'** = distanza dal centro geometrico formazione conduttori oltre il quale $B < 3 \mu\text{T}$ (m)
- **S** = distanza tra i centri geometrici dei conduttori (m)
- **I** = portata nominale del cavo nelle condizioni di posa (A)

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{340 * 0,03} = \mathbf{0.91}$$

5 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra, non si riscontrano problematiche particolari relative all'impatto elettromagnetico dei componenti dell'impianto agrovoltaico in oggetto, in merito all'esposizione umana ai campi elettrici e magnetici. Lo studio condotto conferma la conformità dell'impianto dal punto di vista degli effetti del campo elettromagnetico sulla salute umana.

Con le ipotesi sopra riportate, si può concludere che, in fase di esercizio, il funzionamento dei cavidotti elettrici produrrà campi elettromagnetici di entità modesta ed inferiore ai livelli di qualità previsti dal DPCM 8 Luglio 2003.

Si può pertanto escludere la presenza di rischi di natura sanitaria per la popolazione, sia per i bassi valori del campo sia per assenza di possibili recettori nelle zone interessate.

A conforto di ciò che è stato fin qui detto, a **lavori ultimati**, è opportuno ricordare che le previsioni della presente relazione andranno poi verificate attraverso opportune misure effettuate ai sensi delle vigenti disposizioni di Legge e della Norma CEI 211-6 del gennaio 2001.

Lecce, giugno 2022

Il Tecnico
(Ingegnere Igor FONSECA)



- Ing. Igor FONSECA -

Via E. Estrafallaces, 6 - 73100 Lecce
Cell. 328.3603509 - mail: i.fonseca@pvk-srl.it