

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI MATERA
COMUNE DI IRSINA



PROGETTO DEFINITIVO
Autorizzazione Unica ex art. 12
del d.lgs. 387/2003

Impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,992 MW e relative opere di connessione proposti dalla ditta Basilicata Solare s.r.l. nel territorio di Irsina

Titolo elaborato

**A.8. Relazione tecnica specialistica
sull'impatto elettromagnetico**

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0315	H	R08	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Maggio 2020	Prima emissione	MRO	GDS	GZU

Proponente

Basilicata Solare s.r.l.

Via della Ferula 46
70022 Altamura (BA)

BASILICATA SOLARE S.r.l.
amministratore

Progettazione



F4 Ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 494479 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(Ing. Giorgio ZUCCARO)

MATE System srl

Via Papa Pio XII 8, 70020 Cassano delle Murge
Tel: +39 080 3072072
info@matesystemsrl.it - matesystems@pec.it

Il Direttore Tecnico



Sommario

1 Premessa	2
1.1 Descrizione generale del progetto	2
1.2 Inquadramento normativo, programmatico ed autorizzativo	4
1.3 Valori limite	6
1.4 Differenza tra campi magnetici indotti da linee elettriche aeree e da cavidotti interrati	7
2 Fasce di rispetto	10
2.1 Cavidotti interrati MT	10
2.2 Sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT	11
2.3 Raccordo interrato AT	14
3 Conclusioni	17



1 Premessa

Il presente progetto si riferisce alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico di grande generazione nel territorio comunale di Irsina (MT) e delle opere ad esso connesse nel territorio comunale di Grottole (MT). Nella fattispecie l'impianto, caratterizzato da una potenza di picco di 19.992 MWp, sarà utilizzato per la restituzione dell'energia nella rete Terna mediante la connessione alla cabina RTN condivisa di Grottole caratterizzata da una tensione nominale di 15 kV e al momento non esistente, ma prevista in progetto.

La presente relazione tecnica, in particolare, è conforme agli allegati tecnici del Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) della Regione Basilicata ex DGR 2260 del 29.12.2010 e s.m.i. perché descrive in dettaglio i diversi elementi progettuali dell'impianto fotovoltaico nonché il loro dimensionamento ed i criteri di scelta utilizzati.

A tal proposito si precisa che tutti gli impianti previsti rappresentano la miglior soluzione installativa emergente dalla valutazione del rapporto qualità/prezzo e dell'oggettiva funzionalità e flessibilità degli impianti, data anche la particolare natura della struttura in oggetto.

La validità delle soluzioni proposte sotto il profilo della sicurezza e della conformità normativa è vincolata all'impiego di materiali recanti la marcatura CE ed il marchio IMQ, integri, posati secondo le indicazioni del costruttore e in ogni caso strettamente dipendente dalle condizioni d'uso e di conservazione in efficienza dello stesso. Le installazioni da porre in opera saranno verificate con adeguata strumentazione prima dell'entrata in funzione, coerentemente con quanto disposto dalla normativa vigente.

1.1 Descrizione generale del progetto

Il sito di realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade nel territorio comunale di Irsina (MT) e le coordinate sono le seguenti:

- latitudine: 40°43' N;
- longitudine: 16°17' E;
- altitudine: circa 450 mslm.

Le opere di connessione, tracciato del cavidotto di progetto e sottostazione di arrivo dello stesso, interessano il territorio comunale limitrofo di Grottole (MT).

Dal punto di vista catastale le suddette aree di intervento risultano attualmente distinte in catasto come segue:

- foglio di mappa 5, part. strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 6, part. strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 7, part. strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 14, part. strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 16, part. strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 25, part. strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 26, part. 4-8-strade per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 63, part. 69-91-93-96-105-113-117-122-strade per il territorio di Irsina;
- foglio di mappa 66, part. strade per il territorio di Irsina;
- foglio di mappa 75, part. 164-165-192-198-283-297-strade per il territorio di Irsina;
- foglio di mappa 77, part. strade per il territorio di Irsina.



L'impianto fotovoltaico in progetto è costituito principalmente dai seguenti elementi:

- **pannelli fotovoltaici;**
- **strutture metalliche di sostegno ed orientazione dei pannelli;**
- **inverter contenuti all'interno di cabine di campo e di trasformazione;**
- **conduttori elettrici e cavidotti;**
- **sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT;**
- **strade interne e perimetrali;**
- **impianti di illuminazione e videosorveglianza;**
- **canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale;**
- **interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale;**
- **recinzione perimetrale e cancelli di accesso.**

I pannelli trasformano l'irraggiamento solare in corrente elettrica continua. Essi saranno collegati in serie formando una "stringa" che, a sua volta, sarà collegata in parallelo con le altre per convogliare tutta l'energia prodotta verso gli inverter che la trasformano in corrente alternata. Da qui l'energia verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo che fungeranno anche da "cabine di trasformazione" in grado di incrementare il voltaggio fino alla media tensione prima della connessione al punto di consegna finale. A valle dell'ultima cabina di campo, infatti, l'energia verrà trasferita mediante un unico cavidotto esterno alla sottostazione di condivisione e trasformazione e, da qui, alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite il punto di connessione.

L'impianto, in particolare, è caratterizzato da una potenza di picco di 19.992.000 W ed è suddiviso in 5 "sottocampi". Ciascuno di essi è collegato ad una delle 5 cabine di campo ed è caratterizzato da una potenza di picco pari a circa 4.0 MWp.

All'interno di ogni sottocampo è prevista la realizzazione di una viabilità permeabile in grado da consentire la manutenzione da realizzarsi mediante scavo e posa in opera di uno stato di misto granulare stabilizzato. Al di sotto di tale viabilità, inoltre, si prevede il posizionamento sia dei conduttori elettrici necessari per portare l'energia prodotta al cavidotto esterno e sia di quelli degli impianti di illuminazione e videosorveglianza. Tali impianti, in particolare, saranno in grado di consentire il monitoraggio, il controllo e la manutenzione anche in ore serali e a distanza.

Per ogni sottocampo è prevista altresì la realizzazione di canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale si ritiene opportuna per raccogliere le acque meteoriche che scorrono disordinatamente sulla superficie del terreno e per convogliarle e ad allontanarle in modo da consentire la realizzazione dell'impianto in aree in sicurezza idraulica ai sensi del vigente Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Per ogni sottocampo è prevista anche la realizzazione di interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale, da realizzarsi mediante tre differenti tipologie, con il duplice scopo di garantire un adeguato riequilibrio ecologico in seguito all'occupazione di suolo e, contemporaneamente, di incrementare il valore paesaggistico dell'area riducendo gli effetti percettivi negativi connessi con la presenza dei pannelli fotovoltaici.

A completamento degli interventi di progetto, infine, si prevede anche la realizzazione di una recinzione perimetrale e di cancelli di ingresso finalizzati alla protezione delle attrezzature descritte in precedenza.



1.2 Inquadramento normativo, programmatico ed autorizzativo

Il presente progetto è coerente con le seguenti disposizioni normative:

- Legge n. 186 del 01.03.68 - Costruzione e realizzazione di materiali e impianti a regola d'arte;
- D.M. 37/08 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.lgs. 81/08 – Testo Unico sulla salute e Sicurezza sul Lavoro;
- D.lgs. 106/09 – Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n° 81, in materia della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1000 V in corrente alternata;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-35 - Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- CEI 17-13 - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT);
- CEI 17-63 - Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI 81-10/1 (EN 62305-1) - "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali";
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2) - "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio";
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3) - "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4) - "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- CEI 81-3 - "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico";
- CEI 20 - Guida per l'uso di cavi in bassa tensione;
- CEI UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata;
- D.M. 10/09/2010 - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti da fonti rinnovabili;
- REGIO DECRETO LEGISLATIVO 30 Dicembre 1923, n. 326 - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani;



- D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n.137;
- D.M. 04/07/2019 - Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione;
- D.lgs. n.42/04 - Piano Paesaggistico Regionale;
- Legge Regionale 11 settembre 2017, n.21;
- Legge Regionale 22 novembre 2018, n.38.

Relativamente al presente elaborato, in particolare, si è tenuto altresì conto delle seguenti ulteriori disposizioni normative:

- D.M. del 29 maggio 2008 - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti;
- 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;
- CEI ENV 50166-1 1997-06 - Esposizione umana ai campi elettromagnetici Bassa frequenza (0-10 kHz);
- CEI 11-60 2000-07 - Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV;
- CEI 211-6 2001-01 - Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz-10 kHz con riferimento all'esposizione umana;
- CEI 106-11 2006-02 - Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del dpcm 8 luglio 2003. Parte 1 Linee elettriche aeree o in cavo;
- CEI 211-4 2008-09 - Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche.

Per quanto riguarda la definizione delle grandezze elettromagnetiche di interesse si fa riferimento alla norma CEI 211-6 (2001-01), prima edizione, "*Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 kHz - 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana*".

In merito, invece, alle definizioni di esposizione, limite di esposizione, valore di attenzione, obiettivo di qualità, elettrodotto, valgono le definizioni contenute all'art. 3 della legge 22 febbraio 2001, n. 36, "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*":

- *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 per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a);
- *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 per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della



protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

- **obiettivi di qualità:** 1) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8; 2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi;
- **elettrodotto:** è l'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 ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

1.3 Valori limite

Il citato d.p.c.m. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dall'esposizioni ai 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 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. L'allegato al Decreto 29.05.2008



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 5 kV/m) che risulta sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica. Pertanto, nei successivi paragrafi sono state calcolate le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μ T.

Alla frequenza di 50 Hz il campo elettrico (misurato in V/m) e quello magnetico (misurato in T) possono essere considerati disaccoppiati, e analizzati, dal punto di vista fisico-matematico, separatamente.

Per sua natura il corpo umano (costante dielettrica molto diversa da quella dell'aria) possiede capacità schermanti nei confronti del campo elettrico. Il campo elettrico quindi ha, per i valori di campo generato da qualsiasi installazione elettrica convenzionale, effetti del tutto trascurabili (solo in prossimità di linee AT a 400 kV, tensione non raggiunta in Italia in nessuna linea di trasmissione AT, si raggiungono valori di 4 kV/m prossimi al limite di legge per zone frequentate, valore che si abbatte esponenzialmente all'aumentare della distanza dal conduttore. Il campo elettrico risulta proporzionale alla tensione del circuito considerato.

Viceversa, il corpo umano presenta una permeabilità magnetica sostanzialmente simile a quella dell'aria, per cui non presenta grandi capacità schermanti contro il campo magnetico, il quale lo attraversa completamente rendendo i suoi effetti più pericolosi di quelli del campo elettrico. Il campo magnetico è proporzionale al valore di corrente che circola nei conduttori elettrici ed i valori di corrente che si possono avere nelle ordinarie installazioni elettriche possono generare campi magnetici che possono superare i valori imposti dalle norme.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo 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 al caso della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia in 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 50 Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici coinvolti 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.

1.4 Differenza tra campi magnetici indotti da linee elettriche aeree e da cavidotti interrati

Come accennato, l'intensità del campo magnetico generato in corrispondenza di un elettrodotto dipende dall'intensità della corrente circolante nel conduttore; tale flusso risulta estremamente variabile sia nell'arco di una giornata sia su scala temporale maggiore. 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.

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

- distanza dalle sorgenti (conduttori);
- intensità delle sorgenti (correnti di linea);
- disposizione e distanza tra sorgenti (distanza reciproca tra i conduttori di fase);
- presenza di sorgenti compensatrici;
- suddivisione delle sorgenti (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.

Nel caso di elettrodotti in alta tensione, 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 **1.00-1.50 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 protettivo. I fili vengono posti a circa 20 cm l'uno dall'altro e possono assumere disposizione lineare (terna piana) o triangolare (trifoglio).

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 suddetti diventano, in questo caso, circa 24).

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 1.20 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



maggior 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.





2 Fasce di rispetto

Come anticipato in premessa, l'impatto elettromagnetico indotto dall'impianto in progetto risulta determinato da:

- linee MT in cavidotti interrati;
- sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT in prossimità della Stazione Terna 150/380 kV;
- raccordo interrato di connessione AT, come previsto dalla STMG, che collega la sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT alla **futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150 kV da inserire in entra-esce sulla linea a 150 kV "Salandra CP – Grottole – Matera CP"**.

2.1 Cavidotti interrati MT

Per quanto riguarda l'impatto elettromagnetico generato dai circuiti MT all'interno dell'impianto, si deve considerare una fascia della larghezza inferiore a 1.00 m intorno alla superficie esterna della torre in acciaio, in quanto, all'interno di questa fascia si avrà un valore di induzione magnetica $>$ di 3 μ T, mentre al suo interno viene rispettato il limite di qualità.

Nei pressi dell'area delimitata dalla recinzione dell'impianto non è prevista la presenza di persone dal momento che l'accesso alla stessa è interdetto al pubblico trattandosi di aree private. È consentito l'accesso alla viabilità, nei pressi dei pannelli ed all'interno dell'area dell'impianto, solo a personale esperto ed addestrato, che comunque accede sporadicamente e per tempi limitati in occasione di manutenzioni programmate e/o straordinarie.

Per quanto concerne i cavi MT interrati che collegano ogni sottocampo, tramite circuiti dedicati, alla stazione di trasformazione il valore di qualità (**induzione magnetica $<$ di 3 μ T**) si raggiunge ad una distanza di circa 1.00 m dal cavo. Nel presente caso, tuttavia, ogni cavo sarà costituito da cavi pre-cordati riuniti ad elica che comportano un'ampiezza minore della fascia di rispetto suddetta (cfr. la fig. seguente). In ogni caso, si ricorda che è comunque previsto l'interramento di ogni cavo ad una profondità di almeno 1.20 m rispetto al piano campagna.

Le aree in cui avverrà la posa dei cavi sono prevalentemente localizzate lungo la viabilità esistente ed aree agricole dove, tra l'altro, non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore né tantomeno è prevista la costruzione di edifici.

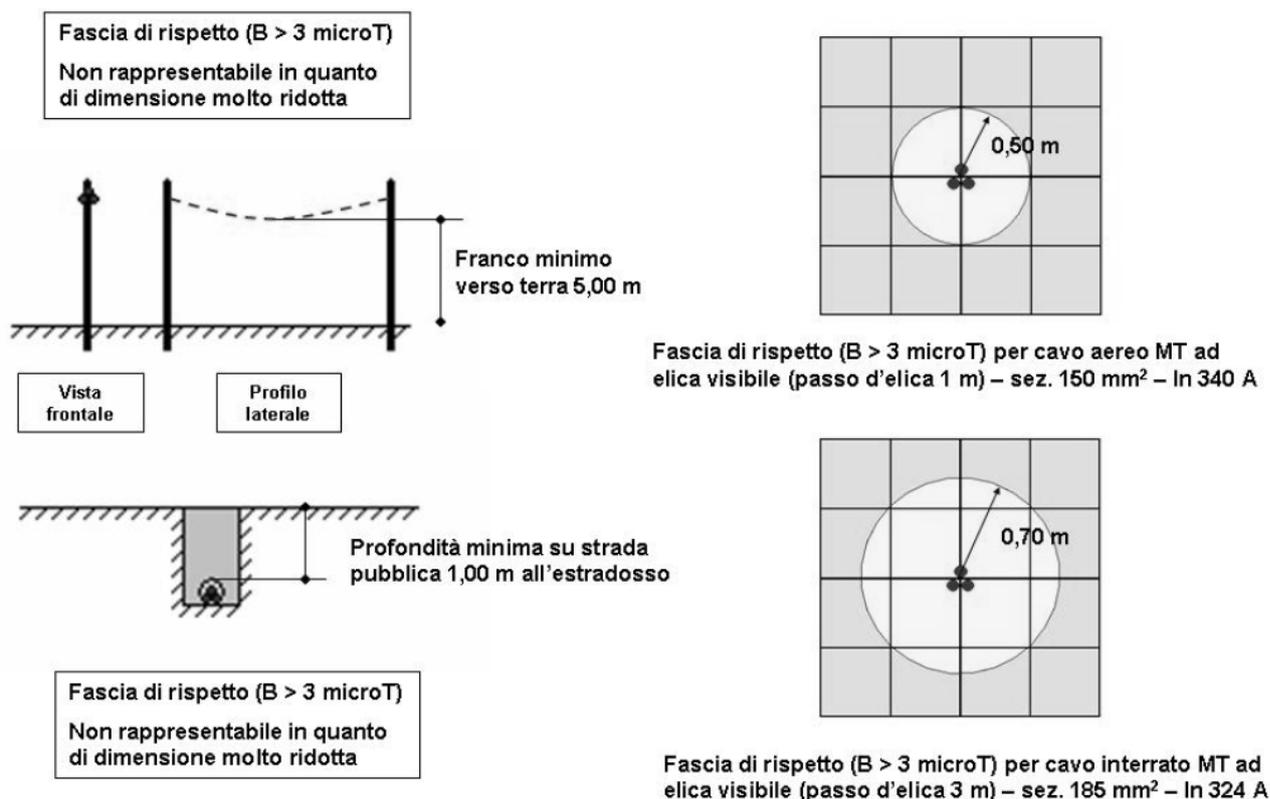


Figura 1: Induzione magnetica per cavi cordati ad elica (rif: modello "Elico" della piattaforma "EMF Tools")

2.2 Sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT

A valle cavidotto esterno in MT, come detto, è prevista la realizzazione di una sottostazione elettrica di condivisione e trasformazione da media ad alta tensione (MT/AT) situata nelle immediate vicinanze del punto di consegna. Tale sottostazione, pertanto, sarà distinguibile in due unità separate: la prima, indicata anche come "stazione di condivisione a 150 kV", sarà utilizzata per condividere lo stallo di connessione assegnato da Terna spa tra diversi produttori di energia e la seconda, indicata anche come "stazione utenza di trasformazione 30/150 kV".

La seconda, in particolare, sarà costituita da:

- un montante trasformatore (completo di trasformatore AT/MT);
- un locale per l'alloggiamento dei quadri di potenza e controllo e delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il montante trasformatore, in particolare, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

- trasformatore AT/MT;
- scaricatori di sovratensione AT;
- trasformatori di corrente;
- interruttore tripolare AT con comando motorizzato;
- trasformatore di tensione capacitivo AT;
- sezionatore tripolare AT con comando motorizzato.

Il trasformatore sarà dotato di sonde termometriche installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e di dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio di isolamento; i



segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviate al quadro di controllo della sottostazione e utilizzate per le eventuali segnalazioni di allarme e blocco.

All'interno dell'area della sottostazione di trasformazione AT/MT, come detto, sarà posta in opera una cabina costituita da elementi prefabbricati poggiati su una fondazione in cls armato gettato in opera in modo da contenere le apparecchiature di potenza e controllo della sottostazione stessa oltre alle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

La cabina sarà composta dai i seguenti locali:

- locale misure;
- locale quadri;
- locale batterie;
- locale servizi igienici;
- locale SCADA.

Il collegamento tra la sottostazione di trasformazione e la sottostazione di consegna verrà realizzato mediante cavo in alta tensione come previsto dalla STMG in modo da trasferire l'energia elettrica prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

L'area della sottostazione sarà delimitata da una recinzione con elementi prefabbricati "a pettine", che saranno installati su apposito cordolo in calcestruzzo (interrato). La finitura del piazzale interno sarà in asfalto. In corrispondenza delle apparecchiature AT sarà realizzata una finitura in ghiaietto.

Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la sottostazione è del tutto assimilabile ad una Cabina Primaria, per la quale la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata).

Ciò in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al decreto 29 maggio 2008 (per questa tipologia di impianti la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e, quindi, la fascia di rispetto, rientra generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

L'impatto elettromagnetico nella sottostazione risulta essenzialmente dovuto:

- al trasformatore MT/AT;
- alla realizzazione delle linee/sbarre aeree di connessione tra il trafo, le apparecchiature elettromeccaniche e l'area Terna.

L'impatto generato dalle sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e pertanto, di seguito si considera solo la valutazione della fascia di rispetto di queste ultime.

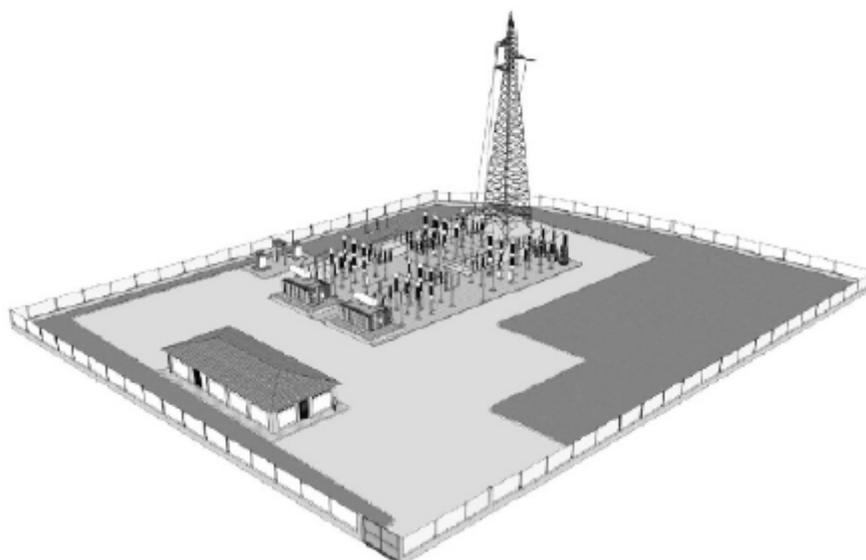
Le sbarre AT sono assimilabili a linee aeree trifase a 150 kV con conduttori posti in piano ad una distanza reciproca di 2.20 m ed attraversati da correnti simmetriche ed equilibrate. La potenza massima trasmessa, in questo caso, può essere considerata pari a circa 200 MW in quanto le sbarre risultano condivise tra vari produttori.

Nel caso in esame, pertanto, risulta:

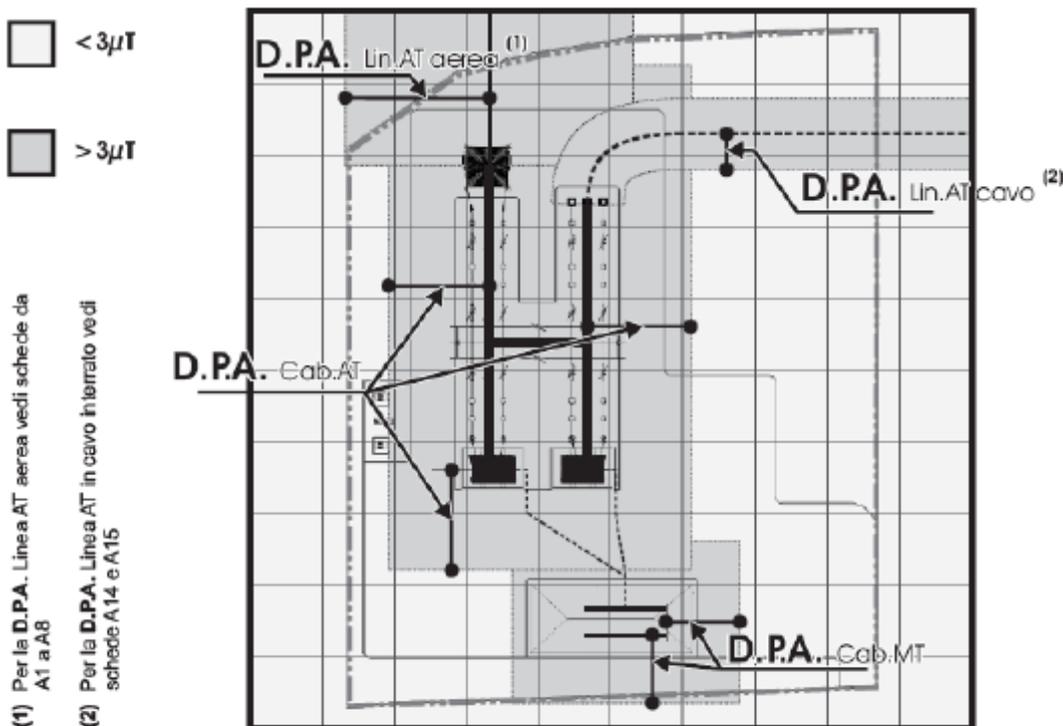
- S = distanza tra i conduttori = 2.20 m;
- P_n = Potenza massima = 200 MW;
- V_n = Tensione nominale delle sbarre AT = 150 kV;
- cos φ = Fattore di potenza = 0.90.

Pertanto si avrà:

$$I = \frac{P_n}{V_n \times 1.73 \times \cos \varphi} = \frac{200\,000\,000}{150\,000 \times 1.73 \times 0.90} = 856 \text{ A}$$



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT [m]	Distanza tra le fasi AT [m]	Corrente [A]	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT [m]	Distanza tra le fasi MT [m]	Corrente [A]	Riferimento
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Figura 2: Scheda A16 (rif: "Linea guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al d.m. 29.05.08")



ed utilizzando la formula di approssimazione proposta al paragrafo 6.2.1 della norma CEI 106-11, si ha:

$$R' = 0.34 \times \sqrt{S \times I} = 0.34 \times \sqrt{2.20 \times 856} = 14.76 \text{ m}$$

Tale valore risulta paragonabile alla DPA riportata nella scheda A16 (cfr. la fig. seguente) della "Linea guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al d.m. 29.05.08" ed è inferiore alla distanza delle sbarre stesse dal perimetro della stazione di condivisione e trasformazione.

Alla luce dei risultati ottenuti, si può affermare che, in conformità a quanto previsto dal d.m. 29 maggio 2008 la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza della stazione in progetto.

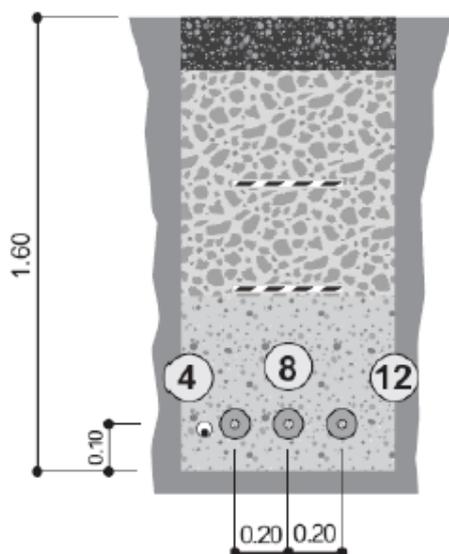
Inoltre, la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con totale assenza di edifici abitati per un raggio di almeno 200 m, e, all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.

Pertanto, si può concludere che l'impatto elettromagnetico su persone prodotto dalla realizzazione della stazione sia del tutto trascurabile.

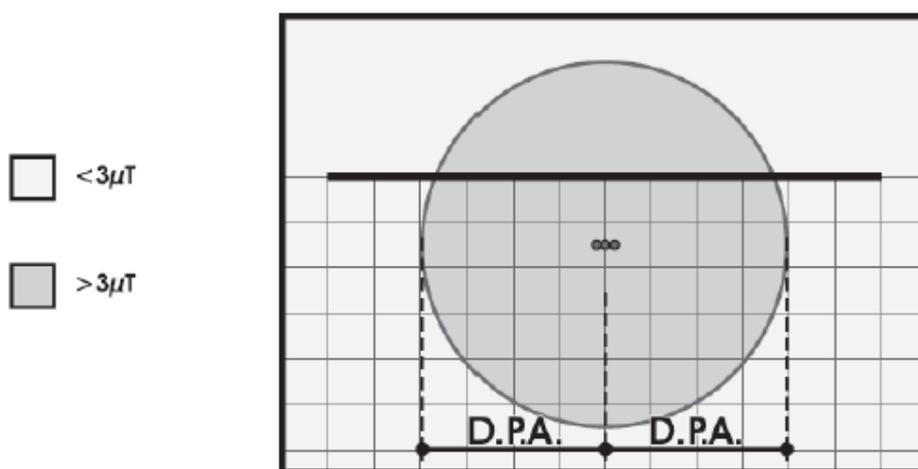
2.3 Raccordo interrato AT

Come detto, il raccordo interrato di connessione AT permette di collegare la stazione di condivisione alla SE Terna per la consegna alla RTN dell'energia prodotta dall'impianto in progetto. Tale linea elettrica AT a 150 kV sarà costituita da **cavi unipolari avvolti reciprocamente a spirale.**

Con riferimento alla "Linea guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al d.m. 29.05.08" nelle schede A15 e A14 sono presenti valori di DPA (cfr. la fig. seguente) compresi tra 3.10 e 5.10 m. Grazie all'avvolgimento dei cavi a spirale, tuttavia, tale larghezza deve essere considerata inferiore a quanto riportato nel citato d.m.

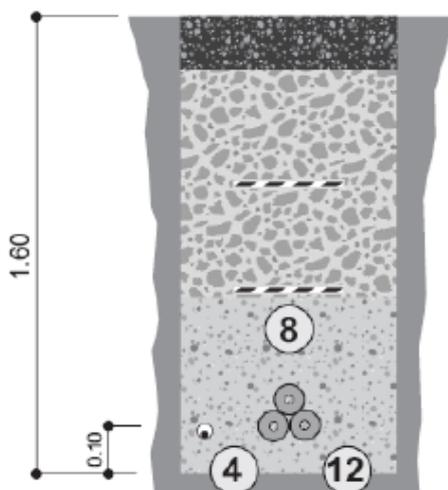


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

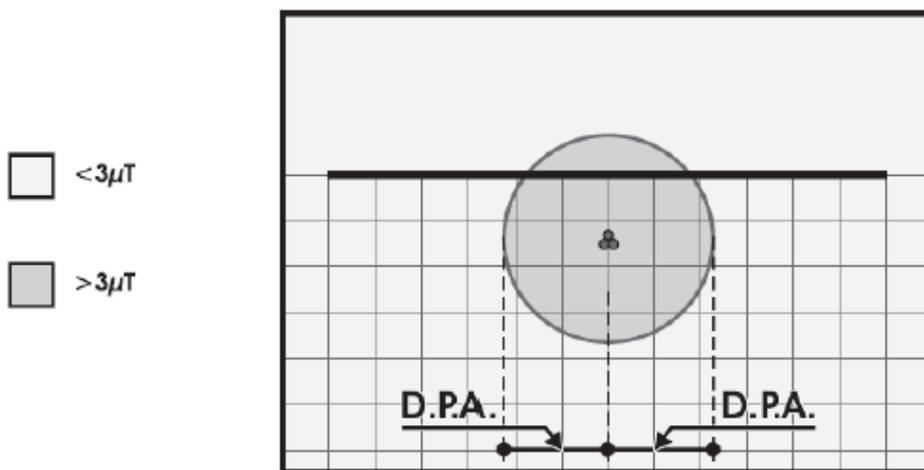


CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	5.10	A14

Figura 3: Scheda A14 (rif: "Linea guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al d.m. 29.05.08")



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	3.10	A15

Figura 4: Scheda A14 (rif: "Linea guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al d.m. 29.05.08")



3 Conclusioni

In base alle considerazioni ed ai calcoli eseguiti, non si riscontrano problematiche particolari relative all'impatto elettromagnetico dei componenti dell'impianto fotovoltaico in progetto in merito all'esposizione umana ai campi elettrici e magnetici.

Le valutazioni effettuate confermano la rispondenza alle norme vigenti dell'impianto dal punto degli effetti del campo elettromagnetico sulla salute umana.