

REGIONE SARDEGNA  
PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA  
COMUNE DI GUSPINI



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale  
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO  
DENOMINATO "AGRIMARMIDA"  
DI POTENZA NOMINALE PARI A 61,487 MW<sub>ac</sub>  
E POTENZA DI PICCO PARI A 64,561 MW  
E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN**

Società proponente



**ICA BES SRL**

Via Giorgio Pitacco, 7

00177 Roma (Italia)

C.F. / P.IVA 16028961007

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Validato	Approvato
0.0	07/02/2023	Prima emissione per procedura di VIA	AO	MC	CS	DLP
<b>Codice</b>	<b>Scala</b>	<b>Titolo elaborato</b>				
ICA_102_REL06		RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI				

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

## Sommario

1.	PREMESSA .....	2
2.	DATI GENERALI DEL PROGETTO .....	2
2.1	Localizzazione .....	2
2.2	Descrizione del progetto .....	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.1	Norme generali, norme tecniche e linee guida.....	3
3.2	Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai CEM (DPCM 8 luglio2003) .....	4
4.	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	6
4.1	Moduli fotovoltaici .....	6
4.2	Dispositivi di conversione e trasformazione .....	6
4.3	Cavidotti interrati in corrente alternata.....	8
4.4	Cavidotto interrato di connessione alla RTN.....	9
5.	CONCLUSIONI .....	13

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto definitivo di un impianto agrovoltaiico di potenza di picco pari a 64,561 MWp e potenza in immissione di 61,487 MW, installato a terra su strutture ad inseguimento mono-assiale in agro del Comune di Guspini, in provincia del Sud Sardegna, in località Casa Marmida e delle relative opere di connessione alla RTN.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una Nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis-Oristano", la cui realizzazione è prevista in località Spina Zurpa, a circa 1,3 km a nord dell'abitato di Guspini, e il cui iter autorizzativo è interiorizzato nel progetto di altro produttore.

La proponente è la società ICA BES S.r.l. con sede in Via Giorgio Pitacco, 7 – 00177 Roma (RM).

## 2. DATI GENERALI DEL PROGETTO

### 2.1 Localizzazione

L'impianto è ubicato nel comune di Guspini, nella provincia del Sud Sardegna, su terreni ricadenti in zona agricola, situati in linea d'aria a circa 14÷11 km in direzione nord-ovest rispetto al centro abitato di Guspini, in località Casa Marmida.

L'impianto si sviluppa su cinque sottocampi; la superficie complessivamente coinvolta risulta essere di circa 137 ettari, mentre la superficie recintata è pari a ettari 111.

L'impianto è dislocato in due macroaree, un'area più a nord, che comprende i sottocampi 1 e 2, ed un'area più a sud, che comprende i sottocampi 3, 4 e 5.

Le coordinate geografiche di riferimento sono le seguenti:

- Latitudine 39.671849°
- Longitudine 8.578625°

In particolare, sulla Cartografia I.G.M. in scala 1: 25.000, il foglio di riferimento è il 538, Sezione II "San Nicolò d'Arcidano".

Il sito presenta un'orografia prevalentemente pianeggiante, con un'altitudine media compresa indicativamente tra le quote di 20 m e 50 m s.l.m.

I lotti di progetto sono facilmente accessibili mediante Strada Provinciale S.P. 65 e tramite viabilità locale facente capo alla medesima Strada Provinciale.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 16 km al di sotto di viabilità esistente ed interesserà il solo Comune di Guspini, fino ad arrivare alla sezione a 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150/36 kV di Guspini, che sarà ubicata in località Spina Zurpa, a circa 1,3 km dal centro abitato.

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

## 2.2 Descrizione del progetto

L'impianto sarà strutturato in cinque sottocampi ed occuperà una superficie complessiva di circa 113 ettari, di cui circa 30,91 ettari saranno interessati dall'installazione dei moduli fotovoltaici, per una percentuale di occupazione del suolo di circa il 28 %.

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 96.360 moduli, aventi potenza di picco pari a 670 Wp e dimensioni di 2384 x 1303 x 35 mm, montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare mono-assiale (trackers installati in direzione nord-sud, capaci di ruotare in direzione est-ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno e ottimizzando la produzione).

I moduli saranno installati con configurazione monofilare (1V15; 1V30), per un totale di 3212 stringhe. La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato, per un totale di 49 inverter racchiusi in 13 cabinati.

## 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento da rispettare per la progettazione degli impianti fotovoltaici.

### 3.1 Norme generali, norme tecniche e linee guida

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- DPCM 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 Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156);
- 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;
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 211-6. 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.

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

- Linea Guida (ENEL) per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

### 3.2 Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai CEM (DPCM 8 luglio 2003)

Il quadro di riferimento 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 da elettrodotti e cabine elettriche, è rappresentato dagli artt. 3 e 4 del DPCM 8 luglio 2003, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2).

#### Art. 3. (Limiti di esposizione e valori di attenzione)

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  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.*
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  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.*

#### Art. 4. (Obiettivi di qualità)

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  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.*

Le tabelle seguenti riportano i suddetti limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità.

Tabella 1 – Limiti di esposizione

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1-3	60	0.2	-
>3 – 3000	20	0.05	1
>3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 2 - Valori di attenzione in presenza di aree, all'interno di edifici abitati, a permanenze non inferiori a 4 ore

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3 - Obiettivi di qualità all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

## 4. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 4.1 Moduli fotovoltaici

La tecnologia dei moduli fotovoltaici prevede la generazione di tensioni e correnti continue per cui non sussistono variabilità nei campi rilevanti, poiché circostanziate in brevissimi transitori in corrispondenza di accensione e spegnimento degli inverter. Difatti, la certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non prevede prove riguardanti i CEM.

### 4.2 Dispositivi di conversione e trasformazione

I dispositivi di conversione e trasformazione utilizzati per il progetto in oggetto saranno convertitori statici trifase (*inverter*) di tipo centralizzato marca SIEL, modello DSPX TLH 1415M, posizionati all'interno di N° 13 cabinati, dei quali:

- N.10 cabinati, ciascuno contenente 4 inverter, per una potenza nominale pari a 5660 kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 6000 kVA;
- N.3 cabinati, ciascuno contenente 3 inverter, per una potenza nominale pari a 4245 kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 6000 kVA.

La Tabella 4 riporta le caratteristiche tecniche degli inverter.

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

Tabella 4 – Caratteristiche tecniche degli inverter SIEL DSPX TLH 1415M

SOLEIL DSPX TLH 1500	708	1415M(*)	2830M(*)	4245M(*)	5660M(*)
<b>Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli</b>					
Nominale [kWp]	718	1435	2865	4291	5721
Massima [kWp]	899	1794	3582	5364	7152
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
<b>Ingresso DC – Specifiche tecniche</b>					
Intervallo operativo di tensione [V] <sup>7</sup>	950 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] <sup>7</sup>	950 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	1170				
Tensione minima DC [V]	950				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	757	1511	3016	4517	6023
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	947	1889	3770	5647	7529
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
<b>Uscita lato AC</b>					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] <sup>1</sup>	707,5	1415	2830	4245	5660
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] <sup>1</sup>	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] <sup>1</sup>	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Tensione Nominale rms [V]	640				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] <sup>2</sup>	639	1277	2553	3830	5106
Corrente Massima Imax [A] <sup>3</sup>	724	1447	2894	4341	5787
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] <sup>4</sup>	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] <sup>4</sup>	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] <sup>4</sup>	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] <sup>5</sup>	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] <sup>6</sup>	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)
Euro Efficienza [%] <sup>6</sup>	99,29 (**)	99,33 (**)	99,36 (**)	99,36 (**)	99,35 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) <sup>1</sup>	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente dic cortocircuito [A]	1086	2170,5	4341	6511,5	8680,5

Per il calcolo delle DPA per le cabine elettriche si utilizzerà la metodologia dettagliata all'interno del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, secondo la quale la fascia di rispetto è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, e va

calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore, applicando la formula:

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I}$$

dove  $I$  è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore,  $x$  la distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo, considerando, nel caso di più cavi, per ciascuna fase il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso specifico, essendo la corrente nominale massima pari a 5787 A, ed il diametro esterno del cavo pari 29.2 mm (cavo di sezione 240 mm<sup>2</sup>), la DPA si può assumere pari a 5 m, come illustrato nella Figura 1.

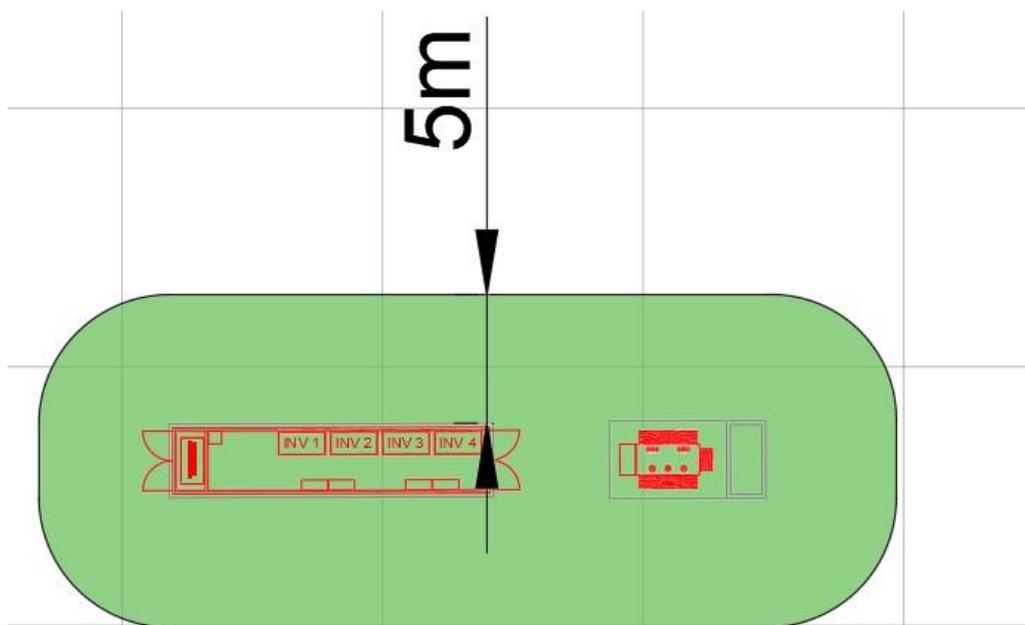


Figura 1- Rappresentazione grafica DPA per cabinato da 5660kVA

### 4.3 Cavidotti interrati in corrente alternata

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi AT interni all'impianto fotovoltaico si considera preponderante l'utilizzo di cavi elicordati, da cui si assume quanto riportato nelle norme CEI 106-11 e CEI 11-17.

Difatti, sia all'interno della norma CEI 106-11, sia secondo quanto riportato nelle linee guida ENEL "Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e

cabine elettriche”, l’effetto dovuto alla cordatura dei differenti conduttori anche grazie alle distanze ridotte e alla continua trasposizione tra di essi , fa risultare che l’obiettivo qualitativo dei  $3\mu\text{T}$  sia raggiungibile a distanze approssimativamente inferiori ad 1 m, anche (50÷80 cm) dall’asse del cavo stesso, come visibile in Figura 2.

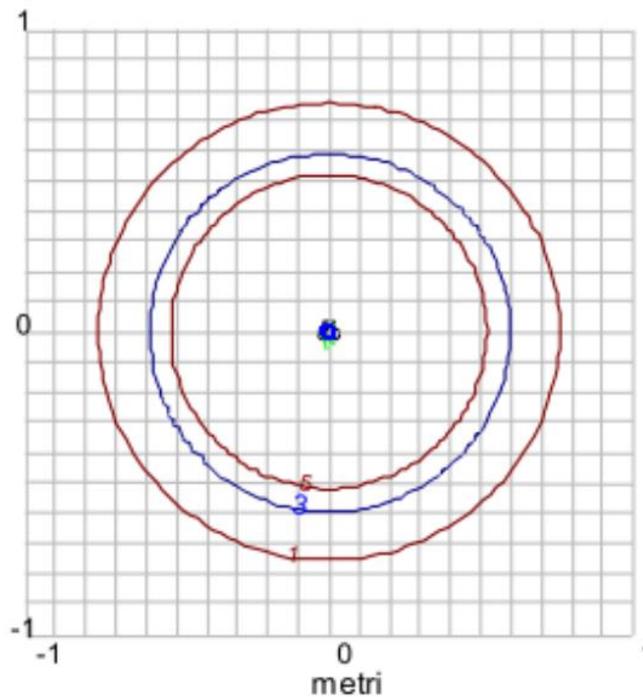


Figura 2 - Curve equilivello dell’induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica. (CEI 106-11)

I cavi impiegati per la distribuzione interna all’impianto, per la connessione tra le cabine di conversione e trasformazione (Power Station) e quella collettoria di impianto, sono del tipo ARE4H1R con valori di tensione di 36kV di varie sezioni (cavi tripolari ad elica visibile per posa interrata) o equivalente. La posa dei cavidotti prevede una quota di interro di circa a 1,2 m, quindi, sicuramente maggiore di 1 m; questo determina che le fasce di rispetto abbiano un’ampiezza inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i. e non è, dunque, necessario assumere alcuna DPA. Alla stessa conclusione giunge la norma CEI 106-11, che permette di determinare le fasce di rispetto per linee in cavo cordato ad elica sotterraneo.

#### 4.4 Cavidotto interrato di connessione alla RTN

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi AT nella tratta di collegamento tra la cabina collettoria 36kV di impianto e la futura Stazione Elettrica della RTN di Terna si prevede una configurazione che comprende l’utilizzo di due 2 terne di cavi del tipo ARG7H1R 26/45 kV di sezione  $3 \times 1 \times 630 \text{mm}^2$  posate in parallelo all’interno della stessa trincea. Si sono assunti per il calcolo

i seguenti parametri, adottando la tipologia di posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,4 m con una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W ed il valore di portata nominale totale di 1400 A. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Di seguito si riportano le tipologie di posa, Figura 3 e Figura 4.

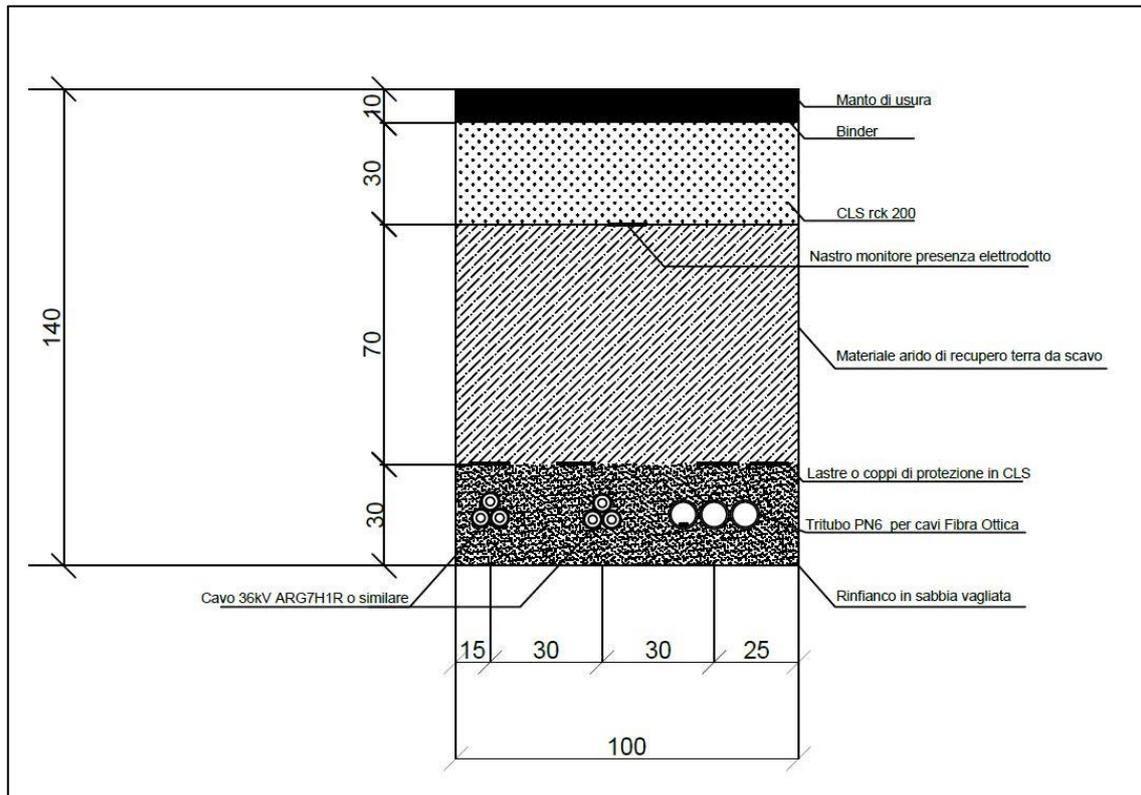


Figura 3 - Sezione tipo su manto stradale

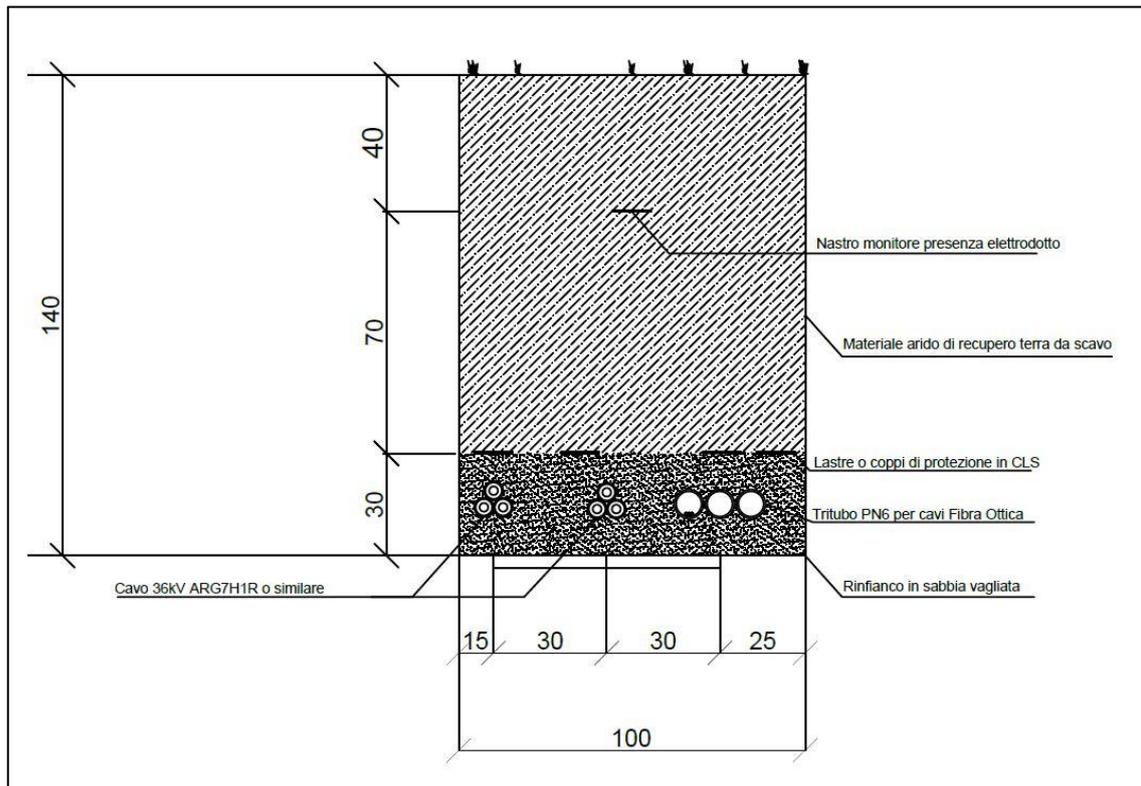


Figura 4 - Sezione tipo su terreno vegetale

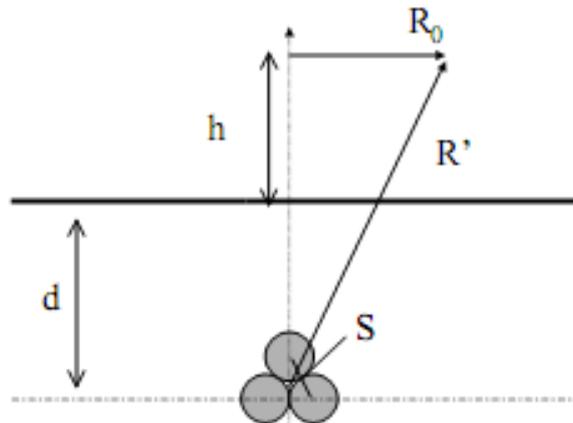
Secondo quanto riportato nel DM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule dettagliate nella norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ .

La formula applicata considerando la tipologia di posa con conduttori a trifoglio risulta:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$

Di seguito la rappresentazione grafica esplicativa:



Pertanto, inserendo i dati caratteristici della tratta:

$$S = 0.13 \text{ m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 130 mm)}$$

$$I = 700 \text{ A}$$

si ottiene:

$$R' = 2.72 \text{ m}$$

Al fine di fornire un valore più fruibile, si approssimerà il valore all'unità intera più vicina, in questo caso il valore della fascia di rispetto è pari a 3 m per parte rispetto l'asse del cavidotto.

Non si ravvisano ricettori all'interno della fascia di tracciato di posa dei cavi (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

Non si ritiene necessario rappresentare il calcolo del campo elettrico inerente alla linea in esame in quanto, trattandosi di cavo provvisto di schermatura, il campo elettrico esterno alla schermatura risulterebbe nullo.

Codice elaborato ICA_102_RELO6	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	 <b>ICA BES SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 07/02/2023		

## 5. CONCLUSIONI

Per le opere assoggettabili al DM 29.05.08, si possono dedurre le seguenti conclusioni:

- i moduli fotovoltaici non risultano essere coinvolti nel calcolo CEM per la tipologia di tensione e corrente generate;
- per le cabine elettriche di conversione e trasformazione la DPA rispondente ai calcoli è pari a 5m;
- per le linee interne all'impianto fotovoltaico a 36 kV relative le connessioni tra le cabine elettriche di conversione e la cabina colletttrice, essendo la tipologia di posa elicordata non è necessario assumere alcuna DPA;
- per il cavidotto di collegamento della cabina colletttrice d'impianto con la futura SE RTN di Terna, considerata la configurazione complessa con una coppia di terne di sezione poste nello stesso scavo viene assunta una DPA di 3 m per lato dall'interasse del cavidotto.

In conclusione, secondo i criteri di valutazione adottati e sopraesposti, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici, tantomeno in aree che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.