



**COMUNE DI CERIGNOLA**  
*PROVINCIA DI FOGGIA*

**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 42,06 MWp (36 MW + 15 MW in immissione) nel comune di Cerignola (FG) in località "Marana di Lupara", delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione sull'impatto elettromagnetico**

COD. ID.					
Livello prog.		Tipo documentazione	N. elaborato	Data	Scala
PD		Definitiva	4.2.6.1	11/2022	-

Nome file	
-----------	--

**REVISIONI**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	NOVEMBRE 2022	PRIMA EMISSIONE		MAGNOTTA	MAGNOTTA

**COMMITTENTE:**

**MAXIMA PV3 S.R.L.**

Via Marco Partipilo, N. 48  
70124 BARI (BA) ITALIA  
P.IVA: 08691770724

**MAXIMA PV 3 S.r.l.**

Via Marco Partipilo, 48  
70124 Bari (BA) - Italy  
C.F. e P. va 08691770724

**PROGETTAZIONE:**



**MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.**

Direttore tecnico: Ing. Massimo Magnotta  
via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI  
pec: gpsd@pec.it  
P.IVA: 06948690729



**CONSULENTI:**

**Ing. Sabrina Scaramuzzi**

Viale Luigi De Laurentis, 6 int.20, 70124 Bari (BA) Italia  
Tel./fax. 080 2082652 - 328 5589821  
e-mail: progettoacustica@gmail.com - sabrina.scaramuzzi@ingpec.eu

**Dott. Antonio Mesisca**

Via A. Moro, B/5, 82021 Apice (BN), Italia  
Tel. 327 1616306  
e-mail: mesisca.antonio@virgilio.it

**Dott. Geol. Rocco Porsia**

Via Tacito, 31, 75100 Matera (MT) Italia  
Tel: +39 3477151670  
e-mail: r.porsia@laboratorioterre.it

**Dott. For. Marina D'Este**

Via Gianbattista Bonazzi, 21 70124 Bari (BA), Italia  
Tel. +39 3406185315  
e-mail: m.deste20@gmail.com

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b> Novembre 2022
00		<b>Foglio</b> 1 di 24

## SOMMARIO

Sommario .....	1
1 INTRODUZIONE .....	2
2 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
3 TERMINI E DEFINIZIONI .....	7
4 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE .....	8
4.1 Centrale fotovoltaica .....	9
4.2 Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto in progetto .....	9
4.2.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO .....	10
4.3 Valutazione dell'intensità del campo elettrico dei cavidotti .....	11
4.4 Valutazione dell'intensità di induzione magnetica dei cavidotti .....	12
4.4.1 Metodologia di calcolo dei campi magnetici .....	13
5 CONCLUSIONI .....	20

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 2 di 24

## 1 INTRODUZIONE

Il parco fotovoltaico in progetto, promosso dalla società Maxima PV3 s.r.l. si estende nel territorio comunale di Cerignola, in Provincia di Foggia, in località “Marana di Lupara”, in un’area agricola posta a nord del centro abitato.

La sottostazione elettrica di nuova realizzazione, a cui si conetterà l’impianto, sarà ubicata nel comune di Cerignola, in provincia di Foggia (FG).

La soluzione di connessione alla RTN per l’impianto agrivoltaico di progetto è stata fornita con comunicazione TERNA/P2022 0032986 del 15.04.2022 e prevede che l’impianto venga collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica della RTN da collegare in entra – esce alla linea 380 kV “Foggia – Palo del Colle”. Il cavidotto di connessione alla sottostazione ricade interamente nel territorio comunale di Cerignola (FG).

Per il collegamento dell’impianto agrivoltaico alla Stazione Elettrica è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Cavidotto MT, di lunghezza complessiva di circa 7,3 km, ubicato nel territorio comunale di Cerignola, in provincia di Foggia;
- Rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell’impianto agrivoltaico mediante trasmissione di dati via modem o satellitare.

La presente relazione ha lo scopo di descrivere l’impatto elettromagnetico derivante dalla realizzazione dell’impianto in oggetto.

Lo studio ha riguardato l’impatto del campo elettrico e magnetico prodotto sia da sorgenti lineari che puntuali. In un contesto di Valutazione di Impatto Ambientale per la realizzazione di un Parco fotovoltaico risulta necessario determinare gli effetti elettromagnetici indotti dai sistemi in cavo utilizzati per il trasporto dell’energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici che si intendono installare. Secondo quanto ampiamente documentato nella letteratura sull’argomento, la presenza di campi elettromagnetici che possono indurre effetti nocivi sull’uomo può risultare significativa nel caso di linee elettriche aeree, soprattutto in alta ed altissima tensione.

Per tali linee, infatti, sono spesso prese in considerazione soluzioni alternative di tipo interrato, proprio al fine di ridurre gli effetti elettromagnetici. Le caratteristiche costruttive delle centrali

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 3 di 24

fotovoltaiche fanno sì che i livelli di elettromagnetismo risultanti si posizionino ben al di sotto di quelli che sono i limiti di legge. Tali centrali, infatti, utilizzano nella maggioranza dei casi, la media tensione come livello di tensione per la distribuzione e linee interrate per le interconnessioni. Per quanto riguarda la centrale fotovoltaica in oggetto, come si vedrà nel seguito, le soluzioni tecnologiche adottate consentono di guardare con assoluta tranquillità agli effetti sulla salute derivanti dalla loro realizzazione.



<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>			
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>			
Rev:		Data:	Foglio
00		Novembre 2022	4 di 24

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa nazionale che regola la materia è rappresentata da:

- Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici - Legge n° 36 del 22/02/2001.

Tale legge regola l'intera materia dei campi elettromagnetici coprendo tutta la gamma delle frequenze: da 0 Hz a 300 GHz, e si pone in particolare l'obiettivo principale di definire le competenze di stato, regioni, province e comuni. Per questo motivo essa risulta anche molto articolata. Limitandosi comunque a considerare i punti più strettamente connessi con le prescrizioni sui campi elettromagnetici a frequenza industriale (50 Hz), il carattere "innovativo" della nuova legge risiede sostanzialmente nel fatto che, accanto al concetto di limite di esposizione, inteso come (citazione testuale della definizione riportata nella legge suddetta) *"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..."*, vengono introdotti quelli di "valore di attenzione" ed "obiettivo di qualità". Ad essi è attribuito il seguente significato (sempre dalle definizioni riportate nella legge): *"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... Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine..."*; *"obiettivi di qualità sono: 1) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali 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 minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi."* La legge non indica direttamente i valori numerici delle quantità suddette ma stabilisce che essi dovranno essere fissati da appositi decreti.

- Definizione 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 del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003

Con tale decreto sono stati fissati i limiti di esposizione al campo magnetico ed elettrico a frequenza industriale, in attuazione delle disposizioni previste dalla Legge Quadro 36/2001. I limiti imposti dal decreto sono riportati di seguito (artt. 3 e 4):

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 5 di 24

- “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.”
- “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.”
- “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, e 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.”
- ENV 50166-1/CEI 111-2 Esposizione umana a campi elettromagnetici – Bassa frequenza (0-10 KHz);
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le secondo Le Disposizioni Del Dpcm 8 Luglio 2003 (art. 6) - Parte 1: Linee Elettriche Aeree E In Cavo”;
- D.M. del 29 Maggio 2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;

Decreto Ministeriale 23/04/1992 Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno che oltre a fissare limiti di esposizione ambientali ai campi elettrico e magnetico emessi alle frequenze di rete da linee elettriche ad alta tensione ed impianti di trasformazione, fissa anche le distanze minime degli edifici. Oltre alle norme legislative esistono dei rapporti informativi dell’Istituto superiore della sanità (ISTISAN 95/29 ed ISTISAN 96/28) che approfondiscono la problematica e mirano alla

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 6 di 24

determinazione del principio cautelativo. Questi rapporti definiscono la cosiddetta Soglia di Attenzione Epidemiologia (SAE) per l'induzione magnetica, pari a  $0.2 \mu\text{T}$  (microTesla): un valore limite, cautelativo, al di sotto del quale è dimostrata la non insorgenza di patologie. Soprattutto per gli impianti eolici, che si pongono come sorgenti di energia pulita ed ecologica, la SAE diventa un parametro con il quale è utile confrontarsi per attestare una volta di più l'attenzione all'ambiente ed alla salute.



<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MW<sub>p</sub></b> <b>(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 7 di 24

### 3 TERMINI E DEFINIZIONI

**Campo elettrico E:** grandezza vettoriale che, in ogni punto di una data regione, rappresenta il rapporto fra la Forza F esercitata su una carica di prova q ed il valore della carica medesima ( $E=F/q$ );

**Campo magnetico H:** quantità vettoriale pari al rapporto tra l'induzione magnetica B e la permeabilità magnetica  $\mu$  che caratterizza le proprietà magnetiche del mezzo ( $H=B/\mu$ ). L'unità di misura del campo magnetico nel sistema Internazionale è (A/m). Nel caso di campi magnetici in aria  $1 \text{ A/m} = 1,26 \mu\text{T}$  ( $T$ =Tesla, unità di misura della densità di flusso magnetico);

**Campo vicino:** zona del campo magnetico che si estende dalla superficie della sorgente fino a distanze dalla sorgente di circa  $\lambda/2\pi \div 3\lambda$ , ovvero la zona nella quale il campo magnetico ed elettrico possono essere considerati indipendenti;

**Campo lontano:** Regione di spazio che si estende da una distanza dalla sorgente pari al maggiore tra  $\lambda$  (lunghezza d'onda) o  $2D/\lambda$  (D rappresenta la dimensione caratteristica della sorgente);

**Fascia di rispetto dell'obiettivo di qualità:** lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o cavo interrato, che comprende tutti i punti caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ , di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003.



<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 8 di 24

#### 4 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Le componenti di un impianto fotovoltaico sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettromagnetico sono la centrale fotovoltaica, le cabine di trasformazione e i cavi elettrici, i cavidotti in MT di trasporto dell'energia e la sottostazione di consegna dell'energia alla Rete Elettrica Nazionale.

Le sorgenti emissive di campo elettromagnetico presenti operano alla frequenza di 50 Hz e sono di tipo lineare e puntuale. Prima di procedere ad una caratterizzazione quantitativa occorre effettuare alcune considerazioni preliminari come di seguito illustrato. Il campo elettrico è principalmente influenzato dal livello di tensione. Le principali sorgenti di campo elettrico sono costituite da linee elettriche, ovvero, gli altri componenti del sistema di produzione e distribuzione (centrale fotovoltaica, cabine, quadri) costituiscono delle sorgenti trascurabili per tre ordini di motivi:

- Distanza dalle apparecchiature e relative connessioni;
- Disposizione circuitale delle apparecchiature che favorisce l'effetto di cancellazione tipico dei sistemi trifase;
- Presenza di recinzione, pareti schermi che comportano, da un lato, un considerevole effetto schermante, e dall'altro, impediscono la permanenza di persone, annullando di fatto l'esposizione.

In prossimità di stazioni, cabine e quadri, la presenza di campi elettrici di intensità significativa è riconducibile solo ed esclusivamente alle linee elettriche afferenti a tali impianti. Il campo magnetico dipende principalmente dalle correnti circolanti nelle linee e pertanto è fortemente influenzato dalle condizioni di carico delle stesse. Per quanto riguarda le linee MT/BT, l'induzione magnetica al suolo a causa delle minori correnti transitanti è ovviamente più bassa di quelle AT.

L'interramento delle linee comporta:

- Riduzione dell'impatto visivo;
- Riduzione della larghezza della fascia interessata da alterazioni del campo rispetto a linee aeree (maggiore attenuazione trasversale del campo rispetto alle linee aeree);
- Eliminazione del capo elettrico per effetto della schermatura dovuta al terreno.

Di contro, si può osservare, a parità di altre condizioni, un incremento del campo in corrispondenza dell'asse della linea rispetto a quello associato alle linee elettriche aeree. Sulla base delle precedenti

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 9 di 24

considerazioni preliminari, le sorgenti emissive di radiazioni elettromagnetiche presenti nell'impianto sono:

- centrale fotovoltaica;
- cavidotto interrato;
- cabine di trasformazione e quadri elettrici.

#### 4.1 Centrale fotovoltaica

I moduli fotovoltaici producono energia elettrica in corrente continua all'interno di aree opportunamente recintate, in cui è ammesso solo il personale manutentore. L'energia prodotta dai moduli (generatore elettrico) viene convertita in corrente alternata, in bassa tensione, dagli inverter centralizzati presenti all'interno di opportune cabine elettriche. Nelle stesse cabine elettriche è presente un trasformatore MT/BT che eleva la tensione a 30 kV. Successivamente l'energia prodotta viene trasferita mediante cavi MT che compongono il cavidotto di interconnessione effettuando un entra-esce nelle cabine elettriche dell'impianto fotovoltaico si collega alla Stazione Utente AT/MT. Il valore dell'induzione magnetica ( $\mu\text{T}$ ) generata dal trasformatore MT/BT decresce rapidamente con la distanza dal trasformatore stesso, ed a 5 m ha un valore inferiore al limite di  $3 \mu\text{T}$  previsto dagli obiettivi di qualità. Inoltre, il trasformatore come già esposto precedentemente è installato all'interno delle cabine elettriche in area recintata e interdetta. Si sottolinea inoltre che all'interno della cabina elettrica potrà accedere solo personale specializzato ed autorizzato e che il tempo di permanenza è limitato alle operazioni periodiche di manutenzione.

#### 4.2 Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto in progetto

L'elettrodotto in oggetto costituisce l'elemento di collegamento tra le cabine di impianto, situate all'interno del perimetro dell'impianto fotovoltaico e la stazione elettrica AT/MT che consentirà di innalzare la tensione da 36 kV a 150 kV e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Per il collegamento di ciascun campo al quadro MT della stazione d'utenza, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari posati a trifoglio.

Il campo presenta tre Linee differenti, due nel Campo A e una che raccoglie i Campi B, C e D. Si riporta di seguito un prospetto relativo al calcolo delle correnti di impiego all'interno del campo fotovoltaico per la linea MT in entra-esce tra le cabine di campo.

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MW<sub>p</sub></b> <b>(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>				
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>				
Rev:			Data:	Foglio
00			Novembre 2022	10 di 24

	Tratto		Lunghezza	Corrente d'impiego I <sub>b</sub>
			[m]	[A]
LINEA 1	A.8	A.7	130	121.39
	A.7	A.6	364	242.77
	A.6	A.5	333	364.16
	A.5	SSE	4544	485.55
LINEA 2	A.1	A.2	119	121.39
	A.2	A.3	272	242.77
	A.3	A.4	232	364.16
	A.4	SSE	4295	485.55
LINEA 3	D.1	C.1	381	30.36
	C.1	B.1	141	91.06
	B.1	SSE	3976	121.42

Calcolata con la seguente formula:

$$I_n = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos\varphi}$$

Dove  $\cos\varphi = 0,95$

#### 4.2.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO

La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

##### 4.2.1.1 *Caratteristiche tecniche della linea*

Il collegamento tra il parco fotovoltaico e la sottostazione produttore avverrà attraverso un elettrodotto interrato costituito da una terna di cavi MT disposti a trifoglio che trasportano la potenza complessiva dell'impianto.

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>			
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>			
Rev:		Data:	Foglio
00		Novembre 2022	11 di 24

Il cavo MT utilizzato sarà della tipologia ARG7H1R 18/30 Kv avente diverse formazioni in accordo alla norma CEI 20-13 avente le seguenti caratteristiche:

- cavo unipolare isolato in gomma HEPR di qualità G7, sotto-guina di PVC;
- conduttore in alluminio, formazione rigida compatta classe 2;
- semiconduttore estruso pelabile a freddo;
- schermo in fili di rame rosso e nastro di rame in contro-spirale;
- guaina in mescola a base di PVC, qualità Rz;
- colore rosso.



*Particolare degli strati costitutivi del cavo MT ARG7H1R 18/30 kv*

### 4.3 Valutazione dell'intensità del campo elettrico dei cavidotti

Percorso in media tensione (cavidotto interrato): è noto che, a causa dell'effetto schermante del terreno sovrastante, i cavi interrati producono nell'ambiente circostante campi elettrici praticamente nulli. L'intensità del campo elettrico generato dai circuiti elettrici dell'impianto, si attesterà su valori trascurabili per l'ambiente, ampiamente al disotto (di almeno 2 ordini di

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>									
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	12 di 24	

grandezza) del limite di legge, pari a 5 kV/m, fissato dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003.

#### 4.4 Valutazione dell'intensità di induzione magnetica dei cavidotti

L'energia prodotta dal parco fotovoltaico in BT viene trasformata in MT (36 kV) e trasportata fino al punto di consegna in Sottostazione Elettrica, dove, prima di essere immessa sulla Rete di Trasmissione, viene ulteriormente innalzata a 150 kV (AT). Il trasporto dell'energia in MT avviene mediante cavi interrati e schermati posati sul di un letto di sabbia secondo quanto descritto dalle norme CEI 11-17. In corrispondenza di attraversamenti stradali, lo strato di sabbia viene chiuso in superficie, a contatto con il manto stradale, da un getto di cls magro di altezza 30 cm. Oltre ai suddetti cavi MT viene posizionata nello scavo un'ulteriore linea di segnale entro apposita tubazione in PVC ed una corda di rame nuda. L'opera è poi completata con una lastra di protezione in PVC ed un nastro segnalatore. La sezione dei cavi di ciascun tronco li linea viene calcolata in modo da essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione del generatore fotovoltaico.

Per la posa del cavidotto a servizio del parco fotovoltaico in oggetto, si prevede una sezione di scavo avente altezza di circa 160 cm e larghezza di circa 60 cm. Un vantaggio di realizzare le linee MT interrate risiede nella possibilità di abbattere la componente elettrica del campo per l'effetto schermante naturale del terreno. Le linee MT, inoltre, saranno realizzate mediante posa a distanza ridotta e con l'impiego di terne di cavi unipolare con conduttori in alluminio isolati con polietilene reticolato sotto guaina in polietilene. Verrà inoltre effettuata la trasposizione delle fasi per bilanciare gli effetti di auto e muta induttanza, al fine di abbattere il campo prodotto. L'induzione magnetica di ogni cavidotto risulta pertanto significativa solo in prossimità dell'asse dei cavi e decresce rapidamente a pochi metri di distanza.

Per quel che riguarda l'impatto determinato dal campo magnetico, che rappresenta in pratica l'unico elemento potenzialmente impattante, sono stati considerati i tratti di cavidotto più significativi, data la conformazione del parco fotovoltaico e la potenza installata, nello specifico:

- A. Tratto del cavidotto relativo al collegamento tra le cabine A.6 e A.5 e A.3 e A.4 percorsi da una corrente massima complessiva pari a 364,16 A;
- B. Tratto del cavidotto relativo al collegamento tra le cabine A.5 e A.4 la Sottostazione Elettrica percorsi da una corrente massima complessiva pari a 485,55 A;

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b> 00	<b>Data:</b> Novembre 2022	<b>Foglio</b> 13 di 24

#### 4.4.1 Metodologia di calcolo dei campi magnetici

Per il calcolo del campo di induzione magnetica ci si è avvalsi della formula semplificata riportata nella norma CEI 106-11 del 2006-02 che considera la posa dei cavi disposti a trifoglio ed interrati ad una data profondità (d) come mostrato in fig. 2.

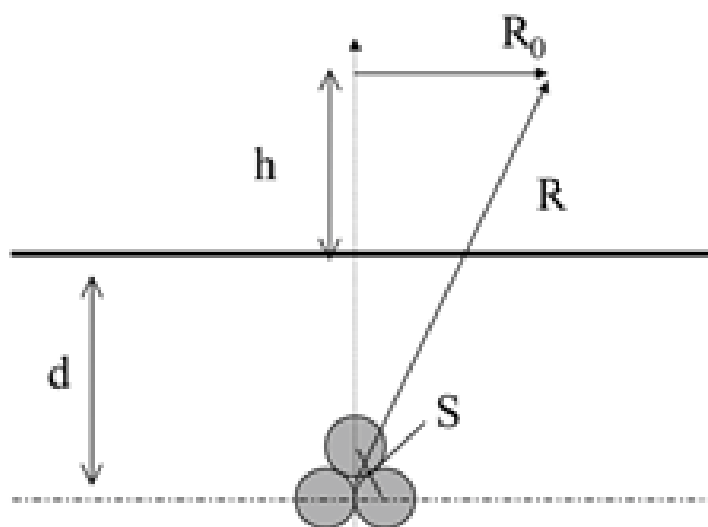


Fig. 2: Schema terna di cavi interrati a trifoglio

In formula l'induzione magnetica (B) generata dalla terna di conduttori si calcola come segue:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S*I}{R^2} [\mu T]$$

dove:

- S [m] è l'interasse tra il baricentro di due conduttori (gli interassi si considerano simmetrici);
- I [A] è la corrente che attraversa i conduttori (si suppone una terna di correnti simmetriche ed equilibrate);
- R [m] è la distanza tra il baricentro della terna di conduttori e il punto considerato.

La valutazione previsionale del campo magnetico è stata effettuata seguendo una linea ideale parallela al piano di calpestio del terreno, della lunghezza di 10 metri, trasversale rispetto alla terna interrata a 1,6 m di profondità.

<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b> 00	<b>Data:</b> Novembre 2022	<b>Foglio</b> 14 di 24

#### 4.4.1.1 Caso A

Tratto del cavidotto relativo al collegamento tra le cabine A.6 e A.5 e A.3 e A.4 percorsi da una corrente massima complessiva pari a 364,16 A. Il calcolo è stato effettuato ipotizzando le peggiori condizioni di carico possibile, ossia che la terna di cavi sia attraversata dalla massima corrente ammissibile per il cavo. Sono state quindi calcolate, fissando vari valori di h (altezza da piano campagna), le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo. Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

<b>Profondità di posa (Quota dal centro cavi adagiati su fondo scavo a terreno)</b>	-1.58 m
<b>Quota da baricentro cavi a terreno</b>	-1.57 m
<b>Corrente circolante</b>	364,16 A

Dai risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate sono stati costruiti dei grafici finalizzati alla determinazione della fascia di rispetto (centrata sull'asse del cavidotto) corrispondente ad un determinato livello di campo magnetico indotto dal cavidotto. Le simulazioni sono state effettuate considerando il valore di campo magnetico generato dai singoli tratti di cavidotto effettuando le simulazioni a vari livelli dal suolo. I grafici che seguono mostrano i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,50 m, rispetto alle quote del terreno pari a 0 m e 1,5 m.

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

*– Progetto definitivo –*

**Elaborato:**

**VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU**

00

Rev:

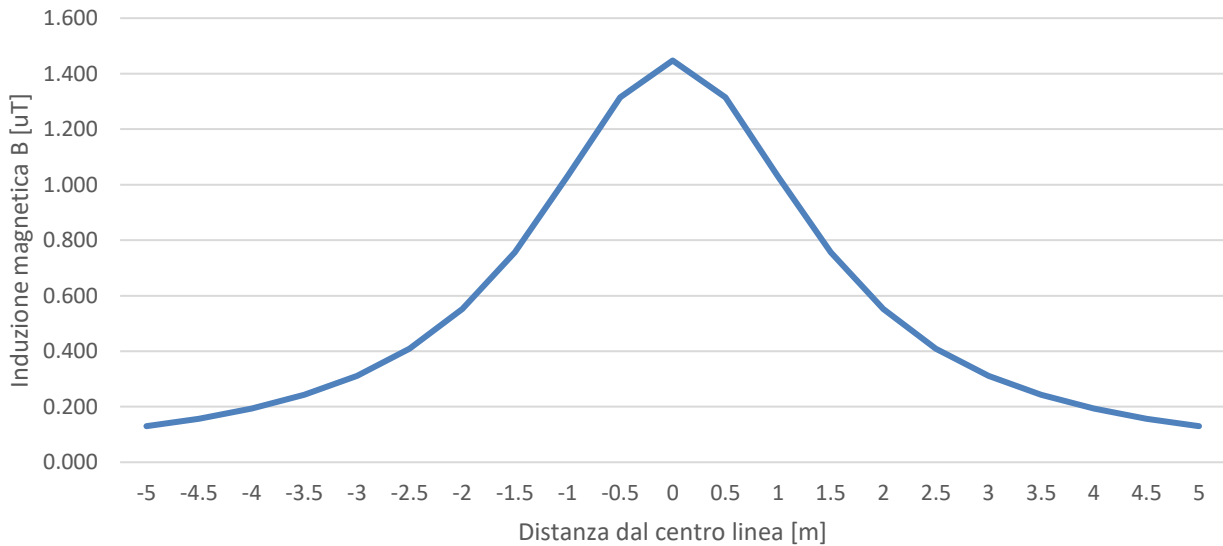
Data:

Foglio

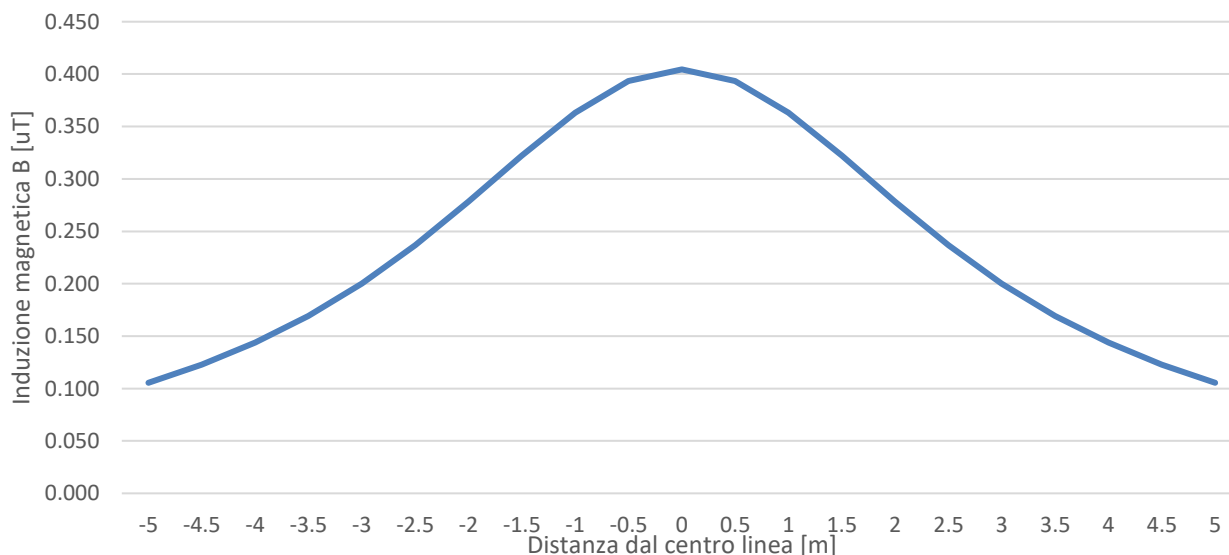
Novembre 2022

15 di 24

Induzione magnetica B. Quota = 0 livello del terreno



Induzione magnetica B. Quota=1,5 m dal livello del terreno





<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 16 di 24

Dai grafici si evince che il valore dell'intensità del campo elettromagnetico nei tratti di cavidotto considerati (registrato a livello campagna) è sempre molto inferiore al limite di 10  $\mu\text{T}$  che rappresenta il limite di attenzione, mentre l'obiettivo di qualità stabilito dal D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" è fissato a 3  $\mu\text{T}$ . Il valore massimo misurato ad altezza 1.5 m dal piano campagna risulta essere 0,404  $\mu\text{T}$ , molto al di sotto rispetto al limite di attenzione e all'obiettivo di qualità.

Dai grafici mostrati sopra si evince che ad una distanza di meno di 2 m dall'asse del cavidotto, il valore del campo magnetico risulta sempre inferiore a 3  $\mu\text{T}$ . In tali condizioni e considerando che il cavidotto è posato lungo strade che non prevedono la permanenza costante di persone per più di 4 ore, ne risulta che non vi sono pericoli legati ai campi elettromagnetici generati dal cavidotto. Le condizioni di calcolo assunte sono state ricercate per valutare lo stato ambientale nella casistica peggiore, ponendosi quindi nelle massime condizioni conservative possibili. Anche il valore di carico della linea assunto per il calcolo è stato scelto per verificare condizioni massime conservative.

I risultati ottenuti hanno evidenziato come i valori di campo magnetico associati ai vari tratti di cavidotto considerati siano largamente compatibili con tutti i limiti fissati dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003.

Avendo inoltre considerato il caso più conservativo, ovvero che il cavidotto trasporti con continuità la massima potenza prodotta dal campo fotovoltaico, si può concludere che è garantita la piena compatibilità con i limiti imposti dalla legge e che pertanto si valuta nullo o trascurabile l'impatto del campo elettromagnetico generato dai cavidotti in progetto.

#### 4.4.1.2 Caso B

Tratto del cavidotto relativo al collegamento tra le cabine A.5 e A.4 la Sottostazione Elettrica percorsi da una corrente massima complessiva pari a 485,55 A. Il calcolo è stato effettuato ipotizzando le peggiori condizioni di carico possibile, ossia che la terna di cavi sia attraversata dalla massima corrente ammissibile per il cavo. Sono state quindi calcolate, fissando vari valori di h (altezza da piano campagna), le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo. Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

<b>Profondità di posa (Quota dal centro cavi adagiati su fondo scavo a terreno)</b>	-1.58 m
---	---------

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

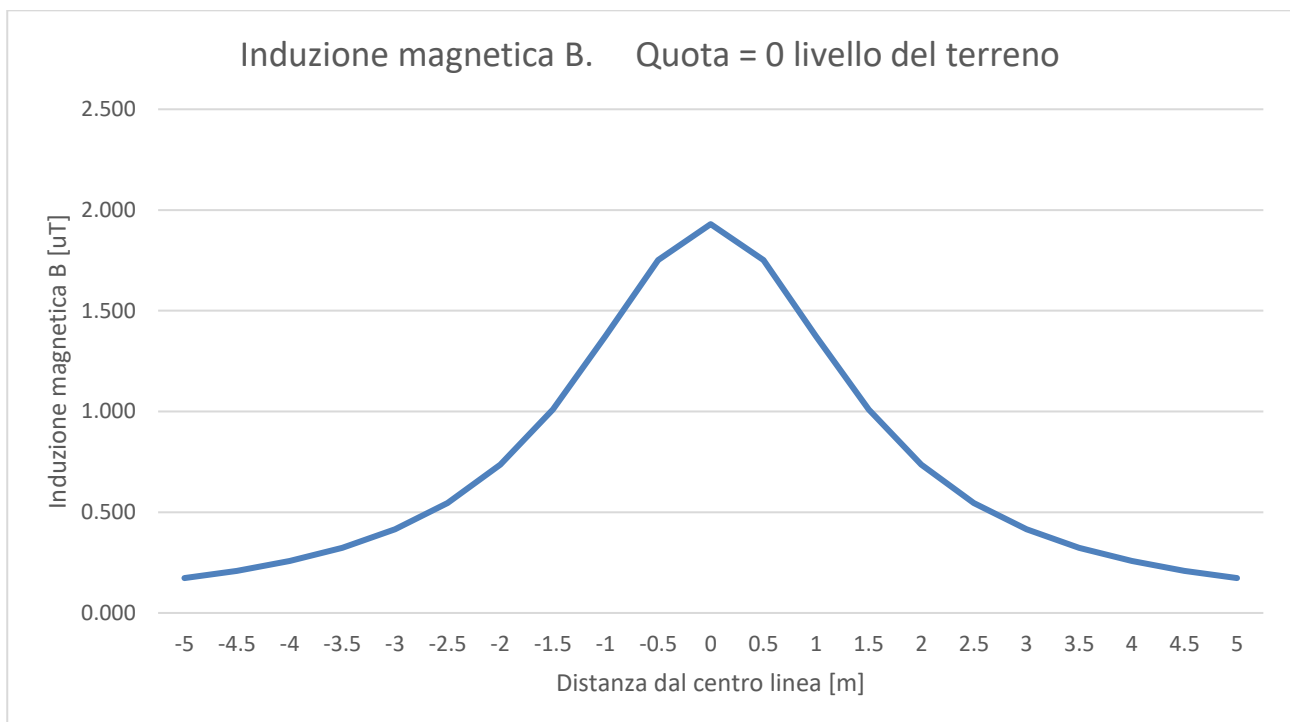
**Elaborato:**

**VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU**

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	17 di 24

<b>Quota da baricentro cavi a terreno</b>	-1.57 m
<b>Corrente circolante</b>	485,55 A

Dai risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate sono stati costruiti dei grafici finalizzati alla determinazione della fascia di rispetto (centrata sull'asse del cavidotto) corrispondente ad un determinato livello di campo magnetico indotto dal cavidotto. Le simulazioni sono state effettuate considerando il valore di campo magnetico generato dai singoli tratti di cavidotto effettuando le simulazioni a vari livelli dal suolo. I grafici che seguono mostrano i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,50 m, rispetto alle quote del terreno pari a 0 m e 1,5 m.





<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 19 di 24

I risultati ottenuti hanno evidenziato come i valori di campo magnetico associati ai vari tratti di cavidotto considerati siano largamente compatibili con tutti i limiti fissati dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003.

Avendo inoltre considerato il caso più conservativo, ovvero che il cavidotto trasporti con continuità la massima potenza prodotta dal campo fotovoltaico, si può concludere che è garantita la piena compatibilità con i limiti imposti dalla legge e che pertanto si valuta nullo o trascurabile l'impatto del campo elettromagnetico generato dai cavidotti in progetto.



<b>Progetto:</b> <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI</b> <i>– Progetto definitivo –</i>		
<b>Elaborato:</b> <b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO MT DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO FV E SSEU</b>		
<b>Rev:</b>		<b>Data:</b>
00		Novembre 2022
		<b>Foglio</b> 20 di 24

## 5 CONCLUSIONI

Considerando che:

- il valore dell'intensità del campo elettromagnetico nei tratti di cavidotto MT di progetto (registrato a livello campagna) è sempre inferiore al limite di attenzione di 10  $\mu$ T, come definito dal D.P.C.M. del 08.07.2003. Lo stesso strumento legislativo definisce anche l'obiettivo di qualità e fissa tale limite a 3  $\mu$ T. Per le configurazioni dei cavidotti considerati, tale limite viene sempre rispettato. Tenendo conto che i calcoli sono stati effettuati nella casistica peggiore e che il posizionamento dei cavidotti è tale per cui non si ha mai permanenza di persone per più di 4 ore continuative, è garantita la piena compatibilità con i limiti imposti dalla legge; pertanto, l'impatto del campo elettromagnetico generato dai cavidotti si può considerare nullo o trascurabile

si può concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative al Parco fotovoltaico in progetto è conforme alla normativa vigente.