

**REGIONE SICILIANA**  
Città Metropolitana di Palermo  
**COMUNI DI CIMINNA**

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO “CANALOTTO”**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW

Il progetto in studio rientra nella casistica di cui all’art 17/1/a - allegato 1/bis - D.L. 31/05/2021 n.77, come modificato dalla legge di conversione 29/07/2021 n.108 “opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal PNIEC-PNRR”.



**COMMITTENTE**  
DREN SOLARE 9 srl  
Via Triboldi 4  
260015 Soresina (CR)

**PROGETTAZIONE**  
SPICHES srl  
EMILY MIDDLETON & PARTNERS srl

**GRUPPO DI LAVORO**

Arch. Ing. Giuseppina Leone	PM e Progetto ambientale	giuseppinaleone@emilymiddleton.it
Ing. Vincenzo Buttice	Progetto opere civili	vincenzobuttice@emilymiddleton.it
Dott. Giuseppe Pecoraro	Consulenza pedoagronomica	giuseppepecoraro.agr@gmail.com
Dott. Marcello Militello	Consulenza geologica	marcellomilitello@hotmail.com
Dott. Federico Fazio	Consulenza archeologica	federico.fazio8@gmail.com
Geom. Ferdinando Guida	Consulenza Topografica	studioguida@hotmail.com

**IDENTIFICATIVO FILE ELABORATO RS06REL0013A0**

**DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE IMPATTO ELETTRROMAGNETICO**

REV	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	Dicembre 2023	Emissione progetto definitivo	Ing. V. Buttice	Arch. Ing. G. Leone	DREN SOLARE 9



	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## Sommario

<b>1. Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Quadro normativo.....</b>	<b>5</b>
<b>3. I campi elettromagnetici generati dagli impianti fotovoltaici.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Analisi dell’impatto elettromagnetico dell’impianto .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Pannelli fotovoltaici.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2. Inverter .....</b>	<b>9</b>
<b>4.3. Trasformatori BT/MT .....</b>	<b>10</b>
<b>4.4. Cavidotti.....</b>	<b>11</b>
<b>5. Definizione di fascia di rispetto.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. Sottostazione elettrica .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Conclusioni .....</b>	<b>17</b>

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 2
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 1. Premessa

Il presente studio, elaborato su incarico della società DREN SOLARE 9 srl, è stato redatto per l’attivazione della procedura di VIA di cui all’ art. 23 del D.Lgs 152/2006, al fine di ottenere l’Autorizzazione Unica ai sensi dell’art. 12 del D.Lgs 387/2003 e costituisce la relazione di impatto elettromagnetico per la realizzazione di un parco agrivoltaico situato nel comune di Ciminna (PA) di potenza pari a 33,99 MW, progettato ai sensi delle Linee Guida emanate dal Ministero della Transizione ecologica – Dipartimento per l’Energia.

L’impianto, denominato “Canalotto” dal toponimo del sito, è costituito da una centrale agrovoltaica suddivisa in 6 sotto aree identificate dalla denominazione area A, area B, Area C, Area D, area E, area F. I pannelli prescelti hanno una potenza di 730W e saranno installati su tracker monoassiali con giunto cardanico in configurazione 2p. Ogni tracker sarà infatti composto da due file affiancate di 14 pannelli cadauno, distanti dalla fila successiva di 5,5 m, misurati considerando i pannelli in assetto orizzontale.

La società proponente ha firmato un accordo con le imprese agricole proprietarie dei terreni su cui sorgerà il campo agro-fotovoltaico, che prevede lavorazioni tradizionali (erbaio), poiché è importante mantenere il carattere del luogo, oltre che rafforzare la produzione siciliana, effettuate tra i filari di tracker che garantirà l’assenza di consumo di suolo agricolo inteso come sottrazione di produzione alimentare<sup>1</sup>; il piano culturale proposto valorizzerà da un punto di vista agronomico e paesaggistico il territorio locale. L’impianto è corredato da un sistema di accumulo di 13,4 MW. Il cavidotto, a partire dal campo, si snoderà per 1,6 Km nel territorio di Ciminna dove si collegherà, come previsto nella STMG accettata su proposta di Terna (codice pratica 202200282) in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 150/36 kV della RTN<sup>2</sup>, da inserire in entra esce alle due linee RTN a 150kV RTN “Ciminna-Casuzze” e “Ciminna- Cappuccini” ricadente in area identificata al catasto dei terreni del Comune di Ciminna al foglio 19 particella n. 23. Il progetto nasce

<sup>1</sup> R. Bartolini, *Finalità dell’agrofotovoltaico ed alcuni esempi di impianti*, in “Il nuovo agricoltore”, gennaio 2022

<sup>2</sup> La sezione 36 kV è progettata dalla capofila Solarig srl, mentre la stazione a 150/36kV è progettata dalla IBIQ Volt srl

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 3
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

dalla volontà di coniugare la questione energetica e il raggiungimento degli obiettivi del fabbisogno europeo con la tutela del paesaggio agrario<sup>3</sup> attraverso un percorso di una economia circolare alla base di una corretta gestione delle risorse produttive in cui il principio di rinnovamento della materia generi (o salvaguardi) nuove economie creando differenti opportunità per il tessuto sociale con cui interagisce. Si premette che il progetto agrivoltaico, di cui qui di seguito si tratterà, rientra nella casistica di cui all’art 17/1/a - allegato 1/bis - D.L. 31/05/2021 n.77, come modificato dalla legge di conversione 29/07/2021 n.108 “opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal PNIEC-PNRR”.

<sup>3</sup> R. Bartolini, *Agro-fotovoltaico: guida per ottenere reddito e sostenibilità*, in “Il nuovo agricoltore”, gennaio 2022

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 4
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 2. Quadro normativo

La Legge Quadro sull'inquinamento elettromagnetico, ovvero la L. 36/01, oltre a disciplinare separatamente le basse frequenze e le alte frequenze, distingue:

- Gli effetti acuti (o di breve durata), basati su una soglia, per cui fissano limiti di esposizione che garantiscono, con margini cautelativi, la non insorgenza di tali effetti;
- Gli effetti cronici (o di lunga durata), privi di soglia e di natura probabilistica, per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

La normativa di riferimento definisce:

- **Limite di esposizione:** Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti;
- **Valori di attenzione:** Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
- **Obiettivi di qualità:** Valori di CEM causati da singoli impatti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

Il DPCM 08/07/2003 “Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alle frequenze di rete (50 Hz)” stabilisce:

- *limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);*

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 5
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);
- Le fasce di rispetto per gli elettrodotti in AT.

I valori imposti dal DPCM sono i seguenti:

Limiti previsti	Induzione magnetica B [ $\mu$ T]	Intensità del campo elettrico E [V/m]
<b>Limite di esposizione</b>	100	5000
<b>Limite di attenzione</b>	10	-
<b>Obiettivo di qualità</b>	3	-

Il valore di attenzione di 10  $\mu$ T si applica in tutti quei luoghi ove le persone possono essere presenti per almeno 4 ore. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L’obiettivo di qualità per l’induzione magnetica si applica nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza in ambienti adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore.

Secondo il paragrafo 5.1.1. della Legge Quadro 36/01, le fasce di rispetto per gli elettrodotti devono essere determinate in base all’obiettivo di qualità in corrispondenza della *portata in corrente in servizio normale* dell’elettrodotto (art. 6 comma 1 del DPCM 08/07/2003).

I limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100  $\mu$ T per lunghe esposizioni e di 1000  $\mu$ T per brevi esposizioni.

Altri riferimenti normativi da considerare sono i rapporti informativi dell’Istituto Superiore della Sanità – (ISTIAN 95/29 ed ISTIAN 96/28) che approfondiscono la problematica e mirano alla determinazione del principio cautelativo. La soglia di attenzione epidemiologica per l’induzione magnetica è fissata, in questi rapporti, a 0,2  $\mu$ T. Al di sotto di questo valore è dimostrata la non insorgenza di patologie.

In merito alla tutela della salute dei lavoratori che opereranno nell’impianto si fa riferimento al D.Lgs. n. 159 del 1° agosto 2016 “Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 6
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

*sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE”* In particolare, il Decreto Legislativo fissa i Valori di Attenzione (VA) per esposizione ai campi elettrici e ai campi elettromagnetici.

Intervallo di frequenza	VA (E) inferiori per l'intensità del campo elettrico [Vm <sup>-1</sup> ] (valori RMS)	VA (E) superiori per l'intensità del campo elettrico [Vm <sup>-1</sup> ] (valori RMS)
1 ≤ f < 25 Hz	2,0 × 10 <sup>4</sup>	2,0 × 10 <sup>4</sup>
25 ≤ f < 50 Hz	5,0 × 10 <sup>5</sup> /f	2,0 × 10 <sup>4</sup>
50 Hz ≤ f < 1,64 kHz	5,0 × 10 <sup>5</sup> /f	1,0 × 10 <sup>6</sup> /f
1,64 ≤ f < 3 kHz	5,0 × 10 <sup>5</sup> /f	6,1 × 10 <sup>2</sup>
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	1,7 × 10 <sup>2</sup>	6,1 × 10 <sup>2</sup>

Intervallo di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μT] (valori RMS)	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [μT] (valori RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [μT] (valori RMS)
1 ≤ f < 8 Hz	2,0 × 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
8 ≤ f < 25 Hz	2,5 × 10 <sup>4</sup> /f	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
25 ≤ f < 300 Hz	1,0 × 10 <sup>3</sup>	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
300 Hz ≤ f < 3 kHz	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	1,0 × 10 <sup>2</sup>	1,0 × 10 <sup>2</sup>	3,0 × 10 <sup>2</sup>

Nel caso degli impianti a frequenza industriale (50 Hz), i valori da rispettare sono dunque per il campo elettrico 1.000 V/m e per il campo magnetico 1.000 μT.

Altra normativa di settore da considerare sono le Norme CEI:

- CEI 211-7 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”;
- 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 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 7
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

### 3. I campi elettromagnetici generati dagli impianti fotovoltaici

I campi elettromagnetici, generati da impianti fotovoltaici, si manifestano a 50 Hz. Le lunghezze d'onda (in aria) corrispondenti a questa frequenza sono di 6000 km. Il campo elettrico e il campo magnetico agiscono indipendentemente l'uno dall'altro e sono calcolati e misurati separatamente. L'intensità dei campi elettrici è misurata in Volt al metro (V/m), mentre l'intensità dei campi magnetici è misurata in Ampere al metro (A/m) o, in termini di induzione magnetica, in Tesla (T). I campi elettrici sono massimi vicino al dispositivo in cui è presente la carica elettrica e diminuiscono con la distanza e sono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune; i campi magnetici, come quelli elettrici, sono massimi in prossimità della sorgente e diminuiscono con la distanza ma non sono schermati dai materiali di uso comune, i quali vengono facilmente attraversati. Le componenti dell'impianto agrofotovoltaico da attenzionare per la valutazione dell'impatto elettromagnetico sono in questo caso:

- I moduli fotovoltaici;
- Gli inverter;
- I trasformatori BT/MT;
- I cavidotti per il trasporto dell'energia elettrica.

### 4. Analisi dell'impatto elettromagnetico dell'impianto

#### 4.1. Pannelli fotovoltaici

Poiché i pannelli fotovoltaici lavorano in corrente continua e non alternata, la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente e sono comunque di breve durata. Nella certificazione dei pannelli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non si menzionano prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente trascurabili.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 8
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 4.2. Inverter

Gli inverter sono costituiti da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Tuttavia, tali macchine, prima della loro immissione sul mercato, sono sottoposte a rigidi controlli e sono richieste le certificazioni atte a garantire l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni e le ridotte emissioni per minimizzare l'interferenza con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa. Gli inverter utilizzati possiedono le seguenti certificazioni alle normative di compatibilità elettromagnetica:

- CEI EN 50273 (CEI 95-9);
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65);
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10);
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31);
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28);
- CEI EN 55022 (CEI 110-5);
- CEI EN 55011 (CEI 110-6).

Le sopracitate norme definiscono inoltre:

- **I livelli armonici:** Il gestore, nelle sue direttive prevede un THD globale inferiore al 5%. Gli inverter presentano un THD globale inferiore al 3%;
- **Disturbi di trasmissione di segnale** operate dal gestore di rete in superim-posizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;
- **Variazioni di tensione e frequenza:** Tali variazioni sono limitate dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le variazioni di frequenza e tensione sono tuttavia in gran parte causate dalla rete stessa. Sono dunque necessarie finestre abbastanza ampie al fine di evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico;

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 9
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

- **La componente continua immessa in rete:** il trasformatore elevatore contribuisce a bloccare tale componente. Inoltre, il dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue superiori dello 0,5 % della corrente nominale.
- **La compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino a 3s):** sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore della rete locale.

#### 4.3. Trasformatori BT/MT

Il valore dell'induzione magnetica B per distanze comprese tra 1 e 10 m si può calcolare con la seguente formula:

$$B = 5 \frac{u_{cc}}{6} \sqrt{\frac{S_r}{630} \left(\frac{3}{a}\right)^2}$$

dove:

ucc: tensione percentuale di cortocircuito;

Sr: potenza nominale del trasformatore (kVA);

a : distanza dal trasformatore (m).

Per una potenza nominale del trasformatore di 2500 kVA si ottiene che a distanza di 4 m il valore dell'induzione magnetica è pari al limite di attenzione, mentre la distanza di 7,5 m garantisce l'obiettivo di qualità. Si ricorda che tale limite si applica per la realizzazione di nuove cabine in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti, di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 h al giorno.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 10
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

#### 4.4.Cavidotti

Nella scelta della soluzione tecnica per il collegamento sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee interratoe permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno. La limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo nelle immediate prossimità dei cavi. Per la determinazione del campo magnetico generato da cavi percorsi da corrente, nel caso di un sistema trifase quale quello oggetto dei cavidotti percorsi dai maggiori valori di corrente all'interno dell'impianto, si può fare riferimento alla norma CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT” che fornisce la seguente relazione di calcolo:

$$B_0 = 0,1 \sqrt{6} \frac{S \cdot I}{R^2}$$

Dove:

- B è il campo magnetico, espresso in  $\mu\text{T}$ , che viene generato, valutato alla distanza R espressa in metri;
- S è la distanza tra i conduttori;
- I è il valore mediano della corrente che circola nei conduttori, espressa in Ampère.

Il calcolo del campo elettromagnetico è effettuato nella sezione di linea più gravosa, ossia il tratto in cui sono presenti tre terne, due da 500 mmq e una da 150 mmq. Come ipotesi cautelativa è stato considerato il caso in cui la corrente di impiego sia quella di funzionamento dell'impianto a potenza

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 11
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "Canalotto" per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

nominale. In tali condizioni l'intensità di corrente è pari  $I = 288$  Ampère per le linee da 500 mmq e una intensità di corrente elettrica  $I = 35,24$  A per la linea da 150 mmq.

Per ciò che concerne il campo magnetico, per tenere conto della presenza di due terne nella stessa sezione di scavo si è utilizzato un modello matematico in grado di tener conto del campo elettromagnetico generato da ogni singola terna. Il modello è redatto secondo quanto riportato dalla norma CEI 211-4, e tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo di diverse correnti nei diversi conduttori:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right] \quad B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

Dunque, per il caso di tre terne si ha:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S_1 \cdot I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S_2 \cdot I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S_3 \cdot I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2}$$

Dove:

- $B$  [ $\mu$ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante  $R$  [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi),
- $S_i$  [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna  $i$ -esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a  $I_i$  [A] (specificata della terna  $i$ -esima).

Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di  $h$ , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Riguardo al campo magnetico nel caso più sfavorevole, di 3 terne di cavi, il valore dell'induzione magnetica a 0,5 m dal suolo, spostandosi di circa 1,8 m dall'asse della sezione di scavo, soddisfa la SAE (Soglia di Attenzione Epidemiologia) di 3  $\mu$ T, mentre per l'altezza dal suolo di 1 m è necessario spostarsi dall'asse di 0,8 m.

Mentre, per le altezze superiori al metro le SAE è sempre verificata.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 12
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Si sottolinea, peraltro, che la posa dei cavidotti è prevista in luoghi che non sono adibiti a permanenze prolungate della popolazione e tanto meno negli ambienti particolarmente protetti, quali scuole, aree di gioco per l'infanzia etc, correndo per la gran parte del loro percorso lungo la rete viaria o ai margini delle strade di impianto. Per tutti i cavidotti MT sono dunque rispettati anche i valori di azione indicati nel D.Lgs. 159/2016, pari a 10  $\mu$ T per il campo magnetico. La DPA per i cavidotti nel caso più sfavorevole, risulta essere quindi pari a 1,8 m.

Si evidenzia che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle correnti nominali dei cavi. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa. I campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %. Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T che il limite di attenzione di 10  $\mu$ T fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali, ipotizzando il funzionamento a piena potenza.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 13
----------------------------	---------------------------------------	---------



## Documentazione di progetto

## Relazione impatto elettromagnetico

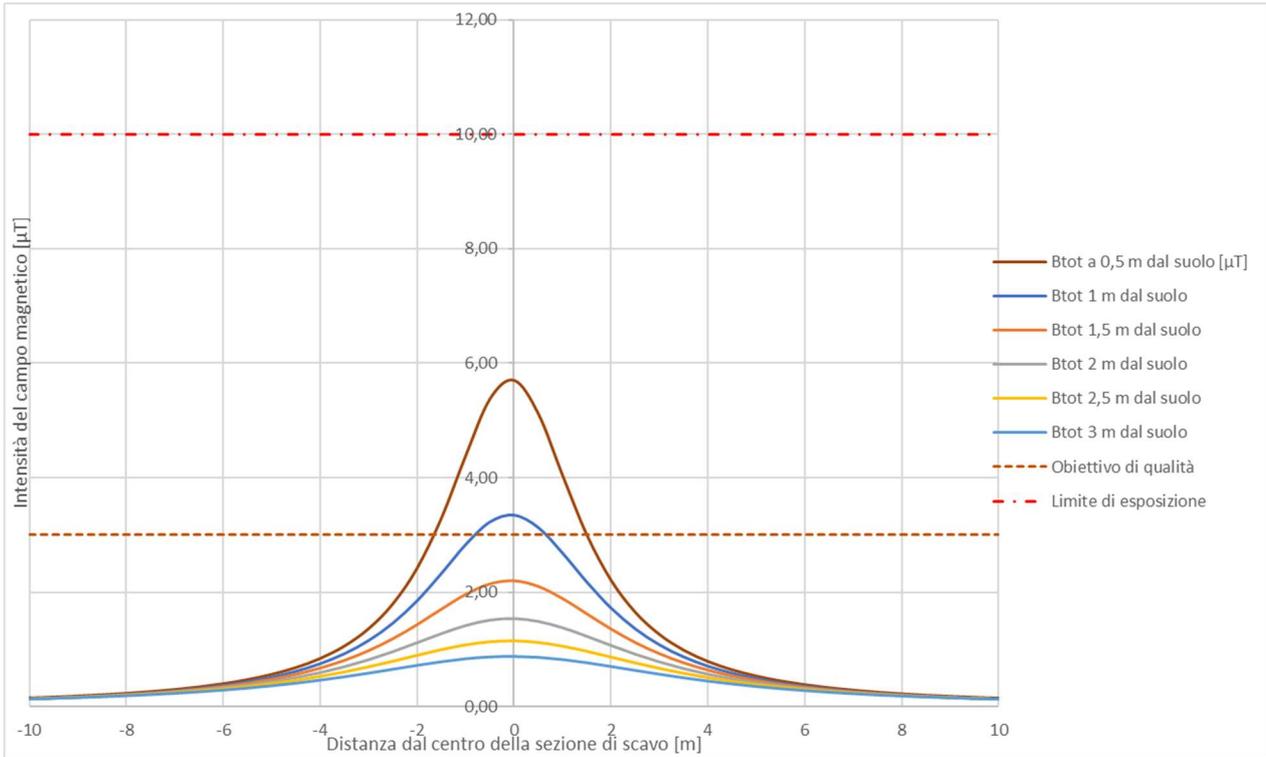
Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "Canalotto" per una potenza complessiva pari a 33,99 MW



Emily Middleton &amp; Partners srl

Distanza dall'asse centrale [m]	Btot a 0,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	Btot a 1 m dal suolo [ $\mu$ T]	Btot a 1,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	Btot a 2 m dal suolo [ $\mu$ T]	Btot a 2,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	Btot a 3 m dal suolo [ $\mu$ T]
-10	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
-9,5	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
-9	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16
-8,5	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17
-8	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,19
-7,5	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
-7	0,30	0,29	0,27	0,26	0,25	0,23
-6,5	0,34	0,33	0,31	0,29	0,28	0,26
-6	0,40	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29
-5,5	0,47	0,44	0,42	0,38	0,35	0,32
-5	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,37
-4,5	0,68	0,63	0,57	0,51	0,46	0,41
-4	0,84	0,76	0,68	0,60	0,53	0,47
-3,5	1,06	0,93	0,81	0,70	0,61	0,53
-3	1,36	1,16	0,98	0,83	0,70	0,59
-2,5	1,79	1,46	1,19	0,97	0,79	0,66
-2	2,42	1,85	1,43	1,12	0,90	0,73
-1,5	3,29	2,33	1,70	1,28	1,00	0,79
-1	4,38	2,83	1,96	1,42	1,08	0,84
-0,5	5,37	3,23	2,14	1,52	1,13	0,88
0	5,70	3,35	2,19	1,55	1,15	0,89
0,5	5,12	3,13	2,10	1,50	1,12	0,87
1	4,04	2,68	1,88	1,39	1,06	0,83
1,5	3,00	2,18	1,62	1,24	0,97	0,77
2	2,21	1,73	1,36	1,08	0,87	0,71
2,5	1,65	1,37	1,12	0,92	0,76	0,64
3	1,26	1,09	0,93	0,79	0,67	0,57
3,5	0,98	0,88	0,77	0,67	0,58	0,51
4	0,79	0,72	0,64	0,57	0,51	0,45
4,5	0,64	0,59	0,54	0,49	0,44	0,40
5	0,53	0,50	0,46	0,42	0,39	0,35
5,5	0,45	0,42	0,40	0,37	0,34	0,31
6	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28
6,5	0,33	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25
7	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24	0,22
7,5	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
8	0,22	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
8,5	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17
9	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15
9,5	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
10	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	



## 5. Definizione di fascia di rispetto

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003. Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti. L’Enel ha unificato sul territorio nazionale le

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 15
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

fasce di rispetto in caso di opere elettriche esercite in alta tensione dopo prolungate misure presso i propri impianti.

### 5.1. Stazione elettrica

In generale, i contributi maggiori al campo elettromagnetico intorno ad una stazione derivano dalle linee di potenza entranti ed uscenti dalla sottostazione stessa. L'entità del campo elettromagnetico dovuto ai trasformatori diminuisce rapidamente con la distanza; oltre la recinzione della stazione i campi elettromagnetici prodotti dagli equipaggiamenti dentro la sottostazione sono tipicamente indistinguibili dai livelli del fondo ambientale. L'ARPA di Rimini ha effettuato nel 1994 delle misure in alcune cabine primarie (v. *Inquinamento Elettromagnetico*, P. Bevitori et al. - Maggioli Editore, 1997 - pagg. 188-190). Il campo elettrico misurato lungo il perimetro di recinzione di cabine primarie è risultato sempre inferiore a 5 V/m; si ricorda che i limiti di legge per il campo elettrico sono di 5000 V/m per lunghe esposizioni e di 10000 V/m per brevi esposizioni. Il livello di induzione magnetica è sempre risultato minore di 0.2  $\mu$ T, valore che soddisfa anche la SAE. Nella seguente tabella sono riportati, invece, i valori del campo elettrico e del campo magnetico rilevato a seguito di misurazioni effettuate dall'ASL su campi funzionanti:

Luogo di misura	Valore di intensità di campo elettrico (V/m)	Valore di intensità di induzione magnetica ( $10^{-6}$ tesla)
Porta ingresso sottostazione	350	0,7
Interno alla sottostazione	179	4,2
Vicino ad una linea alta tensione a 150 kV	435	0,3

La misura è stata effettuata vicino alla porta di ingresso della sottostazione, all'interno della sottostazione e vicino ad una linea alta tensione a 150 kV. Si nota che tutti i valori sono molto al di sotto della soglia di attenzione; solo il valore misurato all'interno della sottostazione è superiore a 3

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 16
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

$\mu\text{T}$  (obiettivo di qualità nel DPCM 08/07/2003), mentre tutte le altre misure soddisfano anche tale valore. In tutta la sottostazione sono dunque rispettati anche i valori di azione indicati nel D.Lgs. 159/2016, pari a 1.000 V/m per il campo elettrico e 1.000  $\mu\text{T}$  per il campo magnetico.

L'ENEL, nel documento “Linee Guida per l'applicazione del p.5.1.3 dell'Allegato al DM 29-05-2008 – Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” riporta le DPA da applicare per le sottostazioni di trasformazione. In particolare, nell'allegato A delle linee guida, sono riportate le distanze minime da garantire dal centro sbarre AT e dal centro sbarre MT rispetto al perimetro dell'area della sottostazione. Tali distanze, per sistemi con caratteristiche analoghe a quelle della sottostazione in oggetto, risultano essere:

circa 14 m dal centro sbarre AT

circa 7 m dal centro sbarre MT

## 6. Conclusioni

La determinazione delle DPA è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. I calcoli eseguiti hanno dimostrato che i campi generati sono tali da rientrare nei limiti di legge.

Le zone che rientrano nel limite di attenzione, ma non nell'obiettivo di qualità, non prevedono la presenza umana per più di 4 ore giornaliere, rientrando quindi nei limiti di legge.

Si specifica che, durante la fase di costruzione dell'impianto le linee saranno, ovviamente, fuori tensione e quindi i lavoratori non saranno esposti a nessun campo elettromagnetico. Non si ritiene, pertanto, necessario adottare misure di salvaguardia particolari in quanto l'impianto in oggetto si trova in zona agricola e sia i tracker, che gli inverter, che le opere connesse sono state posizionate in modo da osservare le relative fasce di rispetto dai possibili ricettori sensibili.

L'impianto è stato progettato distanziandosi da eventuali luoghi adibiti a permanenze prolungate della popolazione.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 17
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione impatto elettromagnetico</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Pertanto, si può concludere che per l’impianto in esame non si ravvisano pericoli per la salute pubblica per quanto riguarda i campi elettromagnetici.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 18
----------------------------	---------------------------------------	---------