

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "GELA 98"

REGIONE SICILIANA
LIBERO CONSORZIO DI CALTANISSETTA
COMUNE DI GELA



OGGETTO:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DI POTENZA IN DC PARI A 98,439 MW E IN AC TERNA PARI A 89,991 MW E DI TUTTE LE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:
VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

COMMITTENTE:	SVILUPPATORE:	PROGETTISTA
<i>ALLEANS RENEWABLES PROGETTO 5 S.R.L.</i>	<i>MP SICILY DEVELOPMENT S.R.L.</i>	Dott. Ing. A. M. Greco N° Ordine A4944 <i>A. M. Greco</i>
REVISIONE: Rev 01	CODICE IMPIANTO: AL-SIC-004	CODICE PRATICA TERNA.: 201900780
Relazione: 1/1		<i>Data: 13/09/2021</i>

TIMBRO DELL'ENTE AUTORIZZANTE:

Indice generale

PREMESSA.....	1
COMMITTENTE.....	1
SVILUPPATORE.....	1
LOCALIZZAZIONE ED INQUADRAMENTO CATASTALE DEL SITO DI INSTALLAZIONE	1
DATI IDENTIFICATIVI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE.....	1
CARATTERISTICHE TECNICHE IMPIANTO	1
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
LIMITI DI ESPOSIZIONE E VALORI DI ATTENZIONE	4
OBIETTIVI DI QUALITÀ	4
CONSIDERAZIONI PRELIMINARI ALLA VALUTAZIONE	4
VALUTAZIONI DI PROGETTO.....	7
CONCLUSIONI CIRCA LA POSSIBILITÀ DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI NELL'AREA	9

PREMESSA

La presente relazione è tesa a definire gli aspetti tecnici relativi ad un impianto agrofotovoltaico di potenza di picco pari a 98,439 MWp e in AC terna pari a 89,991 MW, da installare nel Comune di Gela (CL).

COMMITTENTE

Società: Alleans Renewables Progetto 5 s.r.l

Sede legale: Milano (MI) Via Melchiorre Gioia 8

P.IVA: 11295310962

SVILUPPATORE

Società: MP Sicily Development s.r.l

Sede legale: Catania (CT) Corso Italia 302

P.IVA: 05562560879

LOCALIZZAZIONE ED INQUADRAMENTO CATASTALE DEL SITO DI INSTALLAZIONE

Sito di installazione: Gela-Butera

Coordinate geografiche: 37.10711851917745, 14.257897782056014

Immobili censiti catastalmente al NCEU Comune GELA (CN):

Dati catastali: Comune di Gela fogli n.76-77-115-116-118 e Comune di Butera foglio n.176

DATI IDENTIFICATIVI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico).

Potenza di picco impianto: 98,439 MW.

Potenza nominale impianto: 92,225 MW.

Denominazione impianto: Impianto FV-Gela

Tipologia di installazione: Impianto agrofotovoltaico posizionato a terra.

CARATTERISTICHE TECNICHE IMPIANTO

Il gruppo di conversione da corrente continua a corrente alternata dell'energia elettrica prodotta sarà costituito complessivamente da n. 527 inverter del produttore "HUAWEI" modello "SUN2000-185KTL" di potenza nominale lato alternata di 175 kW.

A ciascun inverter afferisce una quota-parte del generatore fotovoltaico.

Gli inverter, predisposti all'utilizzo in ambiente esterno, saranno opportunamente dislocati all'interno dell'area di proprietà del committente.

Le varie uscite degli inverter saranno collegate in parallelo all'interno dei quadri di parallelo BT (QPBT), installati in cabine elettriche, denominate "cabine di trasformazione", opportunamente dislocate all'interno dell'area di proprietà del committente che ospiterà, i quadri di alimentazione dei servizi ausiliari (QSA), il gruppo UPS, il trasformatore BT/MT, i quadri di media tensione (QMT).

Nello specifico si prevede di utilizzare 40 cabine di trasformazione equipaggiate, in base alla potenza dei generatori di ciascun sottocampi, delle seguenti taglie: 1000 kVA, 2000 kVA e 3150 kVA secondo il seguente prospetto:

Sezione 1		
Sottocampo	Potenza nominale	Taglia trasformatore
	kW	kVA
1.1	2450	3150
1.2	2450	3150
1.3	2450	3150
1.4	2625	3150
1.5	2800	3150
1.6	2625	3150
1.7	2625	3150
1.8	2800	3150
2.1	2450	3150
2.2	2450	3150




Sezione 2		
Sottocampo	Potenza nominale	Taglia trasformatore
	kW	kVA
3.1	875	1000
4.1	1925	2000
4.2	2100	3150
5.1	2625	3150
6.1	1400	2000
7.1	3150	3150
7.2	2975	3150
7.3	2975	3150
7.4	3150	3150

Sezione 3		
Sottocampo	Potenza nominale	Taglia trasformatore
	kW	kVA
8.1	1925	2000

8.2	1925	2000
9.1	1925	3150
10.1	2625	3150
11.1	1225	2000
12.1	2450	3150
12.2	2450	3150
12.3	2450	3150
12.4	2275	3150
13.1	1925	2000
16.1	2800	3150

Sezione 4		
Sottocampo	Potenza nominale	Taglia trasformatore
	kW	kVA
14.1	1925	2000
15.1	1925	2000
15.2	1925	2000
17.1	1050	2000
18.1	1925	2000
19.1	1925	2000
20.1	1750	2000
21.1	2275	3150
22.1	525	1000
23.1	2450	3150
23.2	2625	3150

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

-  DPCM 8/07/2003: Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi magnetici ed elettrici alla frequenza di rete, generati dagli elettrodotti.
-  Norma CEI 211-4 Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche.
-  Guida CEI R014 "Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza"

LIMITI DI ESPOSIZIONE E VALORI DI ATTENZIONE

Nel caso di esposizione a campi magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz generati da elettrodotti o altri dispositivi elettrici presenti sul territorio, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e di 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 di 50 Hz, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni di esercizio nominali.

OBIETTIVI DI QUALITÀ

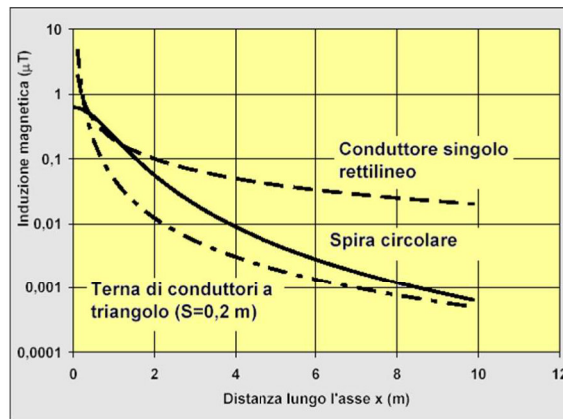
Nelle aree di cui abbiamo appena accennato (aree gioco per l'infanzia, abitazioni ecc..) i limiti di qualità da imporre scende a 3 μ T per l'induzione magnetica.

CONSIDERAZIONI PRELIMINARI ALLA VALUTAZIONE

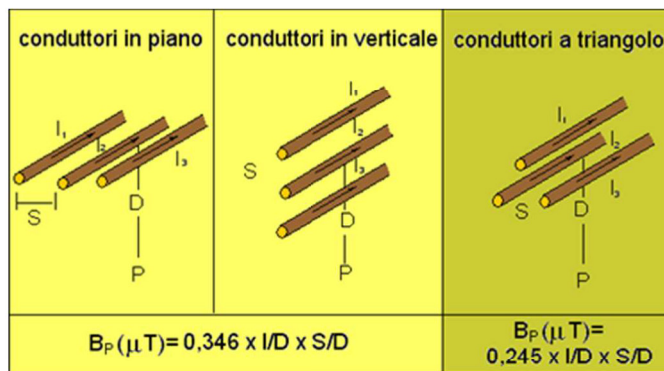
Per quanto attiene ai campi elettrici, sono generati dalle tensioni rispetto all'ambiente circostante, assunto a potenziale zero e pertanto riguardano solo gli elettrodotti a media e alta tensione.

Nel progetto in oggetto, è prevista la realizzazione delle linee in MT interamente in cavo cordato a elica interrato. Quest'ultimo, essendo schermato da materiale conduttore (schermo in rame o alluminio), porta a rilevare valori molto bassi del campo elettrico che decrescono sensibilmente con la distanza dal conduttore. I livelli misurabili nelle vicinanze sono sempre inferiori ai limiti della norma.

I campi magnetici, invece, sono generati da correnti; saranno, dunque, significativi quelli prodotti dai conduttori attraversati dalle correnti BT che afferiscono al trasformatore. Questi campi, che sono puntualmente dovuti alla somma degli effetti di tutti i cavi percorsi da correnti in quello spazio, dipendono da vari fattori: composizione dei cavi (terna o conduttore isolato), profondità di interrimento, distanza tra i cavi e dal punto di osservazione, presenza di elementi schermanti quali materiali conduttori.

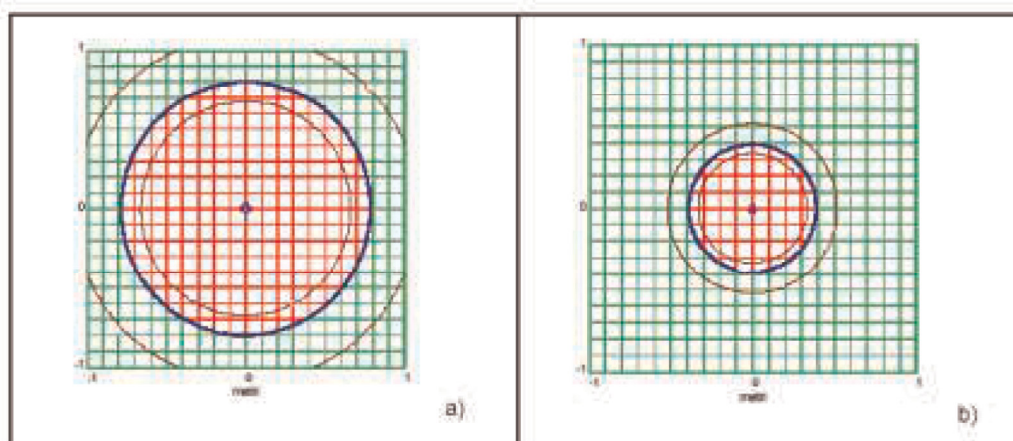


In riferimento alla intensità del campo prodotto dalle linee in cavo si sono utilizzate le relazioni qui illustrate e contenute nella guida CEI 106-12 2006-05 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT

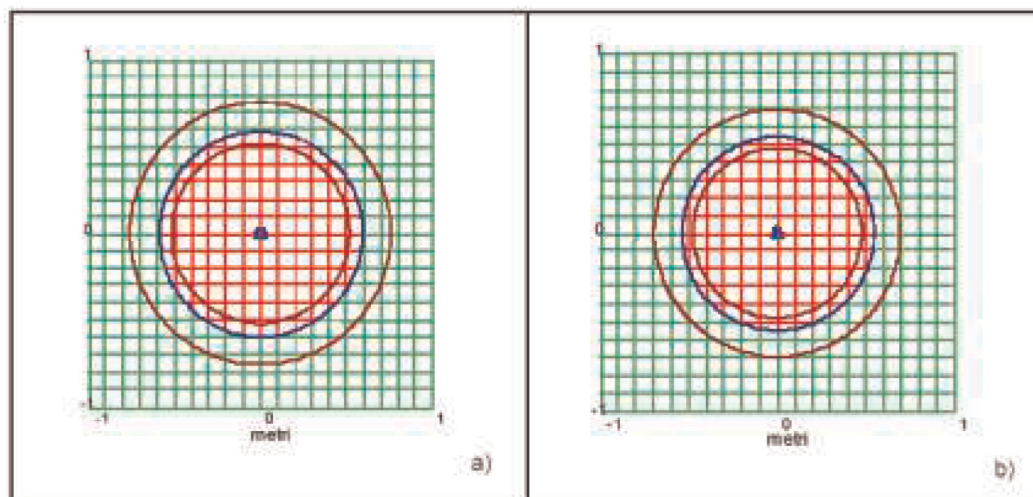


Per quanto attiene al campo magnetico prodotto dalle correnti circolanti negli avvolgimenti BT del trasformatore si è riscontrato che il campo misurabile all'esterno della macchina è trascurabile. Non altrettanto si può dire per il campo generato dai conduttori che collegano il quadro di bassa al trasformatore stesso e che sono interessati da correnti forti.

Il calcolo delle fasce di rispetto per linee MT e BT per cavi cordati (aerei e sotterranei) viene ritenuto superfluo; la ridotta distanza tra i conduttori e la continua trasposizione delle fasi fornita dalla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3 \mu T$ venga raggiunto a distanze brevissime (0,5 – 0,8 m) dall'asse del cavo.



Curve isolivello dell'induzione magnetica per cavi cordati ad elica BT
(in rosso la fascia "proibita" con valori superiori ai 3 μ T)
a) Cavo BT sotterraneo 3x240 + 150 XLPE AL. I=425 A
b) Cavo BT aereo 3x70 + 54,6N XLPE AL. I=180 A
(CEI 106-11)



Curve isolivello dell'induzione magnetica per cavi cordati ad elica MT
(in rosso la fascia "proibita" con valori superiori ai 3 μ T)
c) Cavo MT sotterraneo 3x(1x185) EPR AL. I=360 A
d) Cavo MT aereo 3x150 + 50Y XLPE AL. I=340 A
(CEI 106-11)

Viene omessa dalla presente trattazione la valutazione delle fasce di rispetto delle linee:

- ☒ definite di classe zero secondo il decreto interministeriale 21/03/88 n.449
- ☒ definite di classe prima secondo il decreto interministeriale 21/03/88 n.449

in quanto le fasce associabili hanno apiezza ridottissima (0,1-0,3 m).

Viene trascurato il contributo delle cabine di arrivo moduli MT in quanto le connessioni sono realizzate in cavo cordato su unità modulari compatte.

Per le stazioni primarie la DPA e quindi le fascia di rispetto rientra generalmente entro i confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

VALUTAZIONI DI PROGETTO

Le fonti principali di emissione risultano in corrispondenza delle cabine di trasformazione. Per la valutazione verrà utilizzato il modello della CEI R014 per l'analisi del campo magnetico generato dai conduttori in uscita dal secondario BT dei trasformatori.

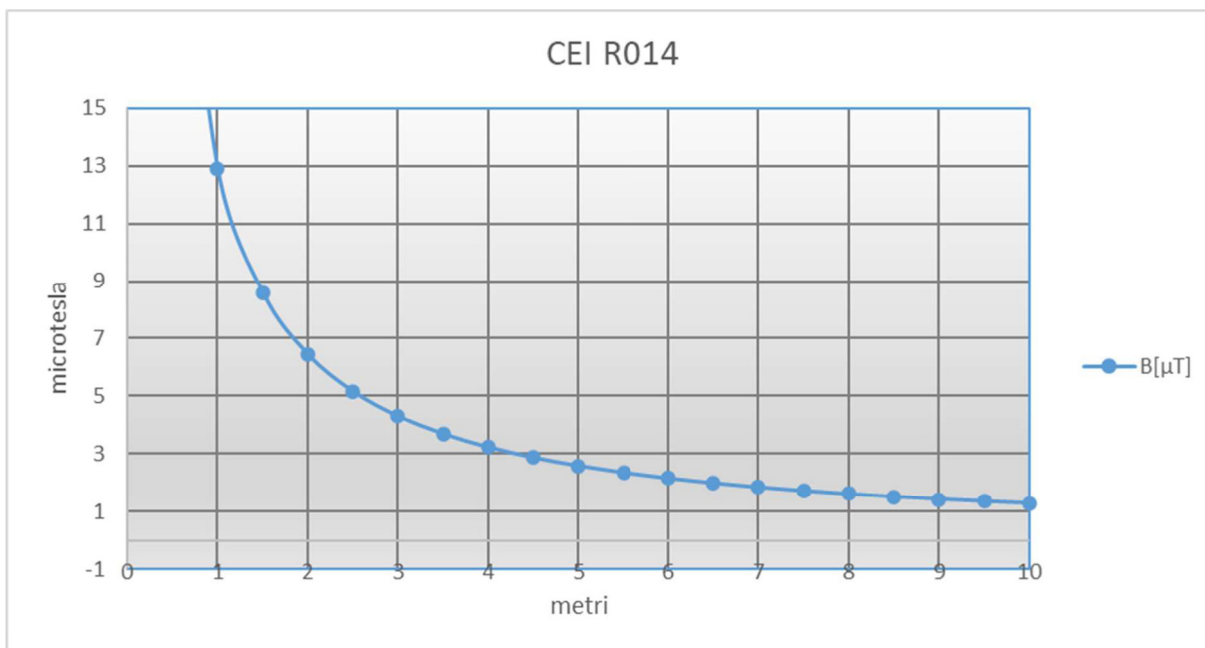
Considerando la corrente massima di uscita da ogni inverter pari a 134,9 A la configurazione più gravosa viene raggiunta in corrispondenza della cabina di raccolta ove afferiscono n. 18 inverter (vedi schemi elettrici unifilari); il valore massimo della corrente di fase considerato è pari a 2.482,2 A.

L'individuazione della fascia di rispetto per tale configurazione con il calcolo della distanza al valore limite di $B=3\mu T$ risulta essere cautelativa rispetto agli altri assetti, e pertanto da ritenersi valida per ogni cabina di trasformazione .

Secondo il modello CEI R014, per il trasformatore in questione si hanno i seguenti valori tabellari:

X[m]	B[μT]
0,5	25,77
1	12,88
1,5	8,59
2	6,44
2,5	5,15
3	4,29
3,5	3,68
4	3,22
4,5	2,86
5	2,58
5,5	2,34
6	2,15
6,5	1,98
7	1,84
7,5	1,72
8	1,61
8,5	1,52
9	1,43
9,5	1,36
10	1,29

La tabella riportata illustra l'andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dalla sorgente ed è stata ottenuta sperimentalmente utilizzando il modello CEI R014.



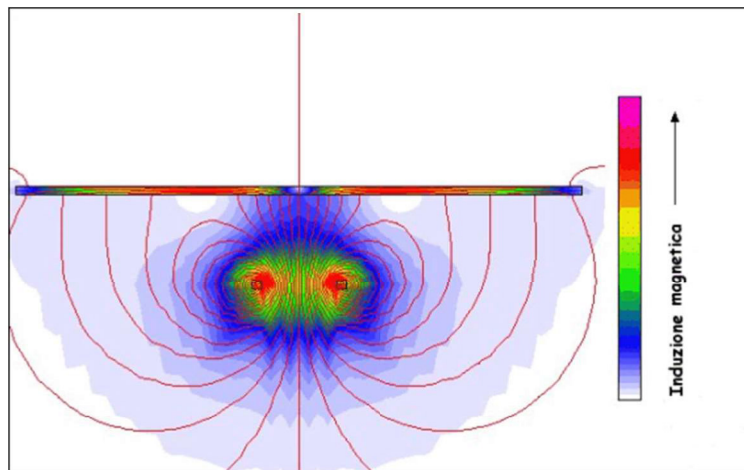
In calce l'interpolazione al valore di soglia di 3 μT:

INDUZIONE MAGNETICA B	CORRENTE CAVO	PERMEABILITA ARIA	DISTANZA	DISTANZA TRA CONDUTTORI
			Distanza dai conduttori	distanza tra conduttori
μTesla	ampere	Henry/metro	metri	metri
3,06729	2482,2	0,000001256	4,2	0,015

La fascia di rispetto teorica ha pertanto un raggio pari a 2,5 m dal centro geometrico dei conduttori; tale valore risulta nella pratica riducibile adottando una serie di accorgimenti.

Seguendo la strategia di riunire i cavi in terne riducendo al minimo le distanze tra i conduttori si ha una sensibile diminuzione del campo magnetico nell'area interessata.

Le massime correnti si troveranno nei cavi di collegamento quadro/primario del trasformatore e saranno ubicati all'interno di canali ricavati a pavimento e chiusi con botole metalliche da 3 mm di spessore. Il valore di attenzione di 3 μT si trova a pochi centimetri di distanza dalla terna. La botola metallica agisce da schermo ferromagnetico.



CONCLUSIONI CIRCA LA POSSIBILITÀ DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI NELL'AREA

Data la distanza entro la quale esistono campi magnetici di entità superiore ai limiti di attenzione, distanza di 4,2 m, e data l'ubicazione delle cabine all'interno del terreno privato recintato, si ritiene di non dover dotare la costruzione di ulteriore protezione esterna non verificandosi probabilità di assembramento di persone nell'area.

I limiti di legge sono rispettati. Infine si nota che non sono state prese in considerazione circostanze favorevoli come l'effetto schermante delle strutture della cabina e delle botole interne.

Data 06/09/2021

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DI POTENZA
IN DC PARI A 98,439 MW E IN AC TERNA PARI A 89,991 MW E
DI TUTTE LE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE - Gela (CL)
VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI