



REGIONE: SICILIA	PROVINCIA: PALERMO
COMUNI: POLIZZI GENEROSA	LOCALITA': C/da Platani

LIVELLO PROGETTO: PD	OGGETTO: Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "Agrovoltaico Polizzi Generosa" per la produzione di energia elettrica con una potenza installata di 43 MW, per la produzione agricola di beni e servizi oltre alle opere connesse e alle infrastrutture indispensabili nell'area identificata nel comune di Polizzi Generosa (PA).
--------------------------------	--



TAV.N.: 057	IMPIANTO: AGROVOLTAICO POLIZZI GENEROSA	FILE: RT	SCALA:
	ELABORATO: Relazione tecnica EMC	COD DOC: SP19AMRT057	VER: 01

PROPONENTE: 	RESPONSABILE:	VALIDATO DA:
-----------------	---------------	--------------

PROGETTISTI: 	RESPONSABILE: Direttore Tecnico ARCH. FRANCESCO LAUDICINA <i>Timbro e Firma</i>	APPROVATO DA: <i>Timbro e Firma</i>
------------------	--	--

REV.:	DATA:	DISEGNATO:	DESCRIZIONE:
00	03/01/2023	Ing. Antonella M. Castronovo	
01			
02			

Sommario

Sommario	1
1 GENERALITÀ ED UBICAZIONE.....	2
2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	3
2.1 <i>Composizione del sistema di produzione.....</i>	3
3 CRITERI GENERALI E NORMATIVA APPLICABILE	7
3.1 <i>Calcolo del campo elettrico e magnetico per le linee interrate</i>	8
3.2 <i>Parametri di calcolo e previsione delle condizioni di funzionamento</i>	9
4 Geometria delle linee	10
5 ANALISI DELLE LINEE E COMPONENTI AT	12
5.1 <i>Descrizione delle linee elettriche in AT</i>	12
5.2 <i>Risultati del calcolo del campo magnetico sulle linee AT</i>	13
5.3 <i>Analisi dei risultati e Determinazione della fascia di rispetto.....</i>	14
5.4 <i>Parti d'impianto in aria.....</i>	15
6 ANALISI DEI CAVIDOTTI E COMPONENTI MT 30 kV	17
6.1 <i>Analisi dei cavidotti MT</i>	17
6.2 <i>Cabine elettriche MT</i>	20
7 CONCLUSIONI	20
8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	22

1 GENERALITÀ ED UBICAZIONE

La presente relazione tecnica è relativa all'impianto fotovoltaico denominato "Prj_19 Polizzi" di potenza nominale pari a 42,9408 MWp , da realizzare in un'area ricadente nel Comune di Polizzi Generosa , provincia di Palermo, ed alle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Le aree interessate sono meglio identificate nelle tavole allegate (*Piano Particellare*).

La società proponente è la CEP Rinnovabili S.R.L. Indirizzo Sede legale: Via Santa Maria Segreta 6 CAP, 20123, Milano (MI) , PEC: ceprinnovabili@pec.it, Codice fiscale e n.iscr. al Registro Imprese: 12553700969 Rea MI – 2668870, Amministratore Unico & Rappresentante dell'impresa: Alvarez Vazquez Alejandro, Nato a MADRID SPAGNA il 08/12/1986, Codice fiscale: LVRND86T08Z131X, Cittadinanza spagnola e domicilio in MILANO (MI), VIA SANTA MARIA SEGRETA 6, CAP 20123.

L'impianto, nella sua interezza sarà genericamente costituito da:

- Generatore fotovoltaico
- Apparati di conversione e trasformazione in media tensione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico
- Cabina di raccolta MT
- Cavidotti interrati in media tensione verso la stazione di utenza (SSE utente)
- Stazione di utenza MT/AT
- Stazione di smistamento in AT a 150 kV e raccordi in AT. (SSE TERNA Petralia Sottana)

Tutte le opere, impianto fotovoltaico e opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, ricadono nei territori comunali di Polizzi e Petralia Sottana (PA).

L'area del generatore fotovoltaico, e degli apparati di conversione e trasformazione in media tensione dell'energia prodotta dallo stesso sono riprodotti sulla tavola IGM (scala 1:25.000) e sulla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1: 200.000 (vedi Inquadramento territoriale).

Le aree scelte per l'ubicazione del generatore fotovoltaico coincidono con dei versanti collinari, digradanti in direzione EST-OVEST, di superficie complessiva pari a circa 70 ha, con modeste incisioni, inserita in un contesto rurale, a circa 14 km in linea d'aria dal centro abitato di Polizzi Generosa (PA) e Resuttana (PA) e a circa 9,5 km dalla stazione Terna di Petralia Sottana (PA) percorrendo strade interpoderali ed un tratto della SP112. La superficie effettivamente utilizzata per l'installazione delle opere sarà pari a circa 65 ha.

L'accesso alle aree d'impianto avviene principalmente attraverso un tratto della strada esistente (SP 112) e da strade provinciali ed interpoderali. (vedi Carta Tecnica Regionale).

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

Le coordinate geografiche del punto centrale del generatore fotovoltaico sono: 37°41'43.51"N - 13°55'14.01"E; l'altezza sul livello del mare va dai 714 m circa del punto più alto ai 510 m circa del punto più basso.

Non si riscontra, nell'area del generatore fotovoltaico, la presenza di alberi né di arbusti ed attualmente i fondi sono in parte coltivati a seminativo ed in parte impegnati a pascolo. Non sono inoltre presenti in prossimità dell'area ostacoli all'irraggiamento che compromettano o riducano la produttività dell'impianto.

2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici sono costituiti da:

1. Parco Fotovoltaico: costituito da 68160 moduli fotovoltaici e n.196 gruppi di conversione di stringa che convertono l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) Il sistema prevede n. 13 blocchi trasformatori elevatori BT/MT associati ai gruppi di conversione;
2. Rete di media tensione a 30 kV: convoglia la produzione elettrica dal Parco Fotovoltaico alla Stazione di Trasformazione 30/150 kV;
3. Stazione di trasformazione 30/150 kV: trasforma l'energia al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
4. Impianto di accumulo elettrochimico: permette di accumulare parte dell'energia elettrica prodotta dal Parco Fotovoltaico;
5. Collegamento AT: previsto in cavo di collegamento a 150 kV tra la Stazione di trasformazione in antenna con la sezione a 150 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto a 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi - Ciminna" come previsto nel Piano di Sviluppo Terna nell'ipotesi progettuale di altro produttore ALTA CAPITAL 2 S.r.l., cod. pratica 202001999;
6. Stallo di consegna TERNA a 150 kV (IR - impianto di rete per la connessione): lo stallo di consegna a 150 kV che verrà realizzato nella sezione 150 kV della sottostazione.

2.1 Composizione del sistema di produzione

L'impianto si compone di n. 9 campi suddivisi in sottocampi di potenza massima di circa 5 MVA asseconda della dislocazione dei pannelli sui terreni e precisamente:

1. **PRJ_09_FV_01.01**
 - a. **PRJ_09_FV_01.01A**
 - b. **PRJ_09_FV_01.01B**

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

- c. PRJ_09_FV_01.01C
- 2. PRJ_09_FV_01.02
 - a. PRJ_09_FV_01.02A
 - b. PRJ_09_FV_01.02B
- 3. PRJ_09_FV_01.03
- 4. PRJ_09_FV_02.01
- 5. PRJ_09_FV_02.02
- 6. PRJ_09_FV_02.03
- 7. PRJ_09_FV_02.04
- 8. PRJ_09_FV_02.05
 - a. PRJ_09_FV_02.05A
 - b. PRJ_09_FV_02.05B
- 9. PRJ_09_FV_02.06

Seguendo la suddivisione sopra descritta, i campi contrassegnati dal suffisso FV_02 saranno di tipo ad inseguitore solare mono-assiale (*Tracker*), mentre i campi contrassegnati dal suffisso FV_01 saranno a montaggio fisso a terra senza inseguitori.

L'impianto nel suo complesso sarà di tipo grid connected con punto di prelievo coincidente con quello di immissione, avente la seguente composizione:

- Potenza complessiva del generatore fotovoltaico pari a 42,94 MWp
- Numero di campi fotovoltaici pari a 9, suddivisi a formare un totale di 13 sottocampi
- Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino tipo da 630 Wp in numero pari a 68160 unità
- Convertitori da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) idonei all'installazione in esterno tipo di stringa con potenze previste di 215 kWp, operanti alla frequenza di rete (50 Hz), tensione di uscita BT 800V, associati a blocchi di trasformazione dotate di trasformatori elevatori con potenze da 2 MVA a 3,25 MVA che da bassa tensione elevano a media tensione (30 kV). I blocchi di trasformazione possono prevedere anche 2 trasformatori in parallelo.

In alternativa agli inverter di stringa, potranno essere usati convertitori centralizzati idonei all'installazione in esterno con potenze in ingresso da 2500 a 5000 kWp, operanti alla frequenza di rete (50 Hz), associati a blocchi di trasformazione BT/MT dotati di trasformatori elevatori 0,6-30 kV con potenze da 2 MVA a 3,25 MVA che da bassa tensione, tipicamente da 600V, elevano a media tensione (30 kV), installati singolarmente o a coppie per supportare la potenza di picco dei convertitori.

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

Le caratteristiche dei componenti nonché la tipologia di convertitori, potranno subire delle variazioni in fase esecutiva pur mantenendo le stesse caratteristiche a livello di produzione e potenza massima d'impianto.

La composizione dei campi e sottocampi è meglio descritta nelle tabelle seguenti e nello Schema elettrico unifilare generale.

CAMPO	Numero Pannelli	Potenza Moduli (kWp)	Numero Stringhe	Numero Inverter	Potenza totale inverter (kW)
PRJ_19_FV_01.01A	4800	3024,00	200	14,00	3010,00
PRJ_19_FV_01.01B	4608	2903,04	192	14,00	3010,00
PRJ_19_FV_01.01C	2592	1632,96	108	8,00	1720,00
PRJ_19_FV_01.02A	4704	2963,52	196	14,00	3010,00
PRJ_19_FV_01.02B	5376	3386,88	224	16,00	3440,00
PRJ_19_FV_01.03	5280	3326,40	220	16,00	3440,00
PRJ_19_FV_02.01	4032	2540,16	168	12,00	2580,00
PRJ_19_FV_02.02	3552	2237,76	148	10,00	2150,00
PRJ_19_FV_02.03	7872	4959,36	328	20,00	4300,00
PRJ_19_FV_02.04	5952	3749,76	248	17,00	3655,00
PRJ_19_FV_02.05A	5568	3507,84	232	16,00	3440,00
PRJ_19_FV_02.05B	6144	3870,72	256	17,00	3655,00
PRJ_19_FV_02.06	7680	4838,40	320	22,00	4730,00

Le stringhe fotovoltaiche saranno composte ponendo in serie i moduli fotovoltaici e collegate direttamente agli ingressi degli inverter dotati di MPPT (MPPT maximum power point tracker) in grado di ottimizzare la potenza di conversione.

La gestione del generatore fotovoltaico è completamente automatizzata con inserimento per irraggiamento superiore ad una soglia impostata e blocco in caso di insolazione insufficiente e caratteristiche della rete locale fuori specifica. Ciascun inverter sarà dotato di un interruttore (Dispositivo di generatore – DDG) che consente di escludere singolarmente dalla rete ciascuno dei gruppi di generazione (vedi Schema elettrico unifilare generale).

La rete MT per il trasporto dell'energia dai singoli campi verso la SSE utente ricade interamente all'interno dei lotti che ospitano l'impianto fotovoltaico a costituire un anello che collega in entra ed esci tutti i gruppi di conversione

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro- fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

In ciascun nodo è previsto un arrivo ed una partenza sezionabili separatamente, e l'alimentazione in parallelo di una sezione d'impianto. Ciascuna cabina associata ad un gruppo di conversione, costituisce un nodo di una rete ad anello. I nodi sono riassunti nella seguente tabella.

Nodo	Posizione nodo	Numero cavidotti
N0	Sotto Stazione Utente	2
N1	FV_02.04	2
N2	FV_01.02B	2
N3	FV_01.02A	2
N4	FV_02.03	2
N5	FV_02.02	2
N6	FV_01.01C	2
N7	FV_01.01B	2
N8	FV_01.01A	2
N9	FV_02.01	2
N10	FV_01.03	2
N11	FV_02.06	2
N12	FV_02.05B	2
N13	FV_02.05A	2

Questa configurazione permette l'esclusione di ogni singolo gruppo di produzione (sotto campo) e di ogni tratto dell'anello in caso di guasto o fermo impianto.

Per ciò che riguarda le correnti della rete MT, trattandosi di rete ad anello, occorre considerare la possibilità di guasto in uno dei due tratti di arrivo alla SSE, per cui occorre dimensionare l'anello per la corrente di tutti i sottocampi. Si riporta di seguito un riepilogo delle correnti che attraversano i cavi dal lato MT ed AT.

Potenza complessiva lato AC (MVA)	Corrente Massima lato MT (A)	Corrente massima lato AT (A)	Cablaggio lato AT	Portata Cavo AT (A)
42,9408	811	165,3	1x630 mmq	545

RT_EMG	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro- fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

3 CRITERI GENERALI E NORMATIVA APPLICABILE

Al fine di calcolare i valori di emissioni elettromagnetiche degli elettrodotti, occorre valutare l'intensità dei campi elettrici e magnetici nei dintorni delle linee.

Il campo elettrico è generato dalle differenze di potenziale ovvero dalla tensione dei cavi, mentre il campo magnetico è generato dalla corrente che passa dal conduttore. I campi generati da una linea elettrica decrescono con il quadrato della distanza dal conduttore.

Occorre dunque valutare l'intensità dei campi nelle immediate vicinanze dei cavi fissando dei valori di riferimento in modo da valutare l'esposizione di persone e/o induzioni di potenziale o corrente su elementi vicini ai conduttori. La valutazione che segue è stata fatta prendendo a riferimento i metodi previsti dalle guide cei come la CEI 211-4 e CEI 106-11.

La valutazione del campo nello è stata fatta punto a punto, a diverse distanze dal livello del suolo, supponendo per semplicità, che i conduttori siano posati orizzontalmente, vicini a formare un unico fascio e di lunghezza virtualmente infinita (fascio completamente rettilineo).

Per ciò che riguarda le disposizioni legislative si fa riferimento alle seguenti norme e leggi:

- legge 22/2/01 n°36 : la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- D.P.C.M. 8.7.2003. (GU 199 29/08/2003): 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"

Nel DPCM 8 Luglio 2003, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti e vengono indicate le seguenti soglie per il rispetto dei limiti d'induzione magnetica:

1. "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];
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

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

3. "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

Come prescritto dall'art. 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita la presenza di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore.

L'art. 4 comma 2 del DPCM 8 luglio 2003 fissa "l'obiettivo di qualità" in 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

La tabella seguente riassume i valori limite e gli obiettivi di qualità da perseguire in V/m e μ T

limite per il campo elettrico	5 kV/m
limite per l'induzione magnetica	100 μ T
valore di attenzione per l'induzione magnetica	10 μ T
obiettivo di qualità per l'induzione magnetica	3 μ T

Nel seguito si prenderà in considerazione la condizione più restrittiva in favore della sicurezza

3.1 Calcolo del campo elettrico e magnetico per le linee interrato

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, per le linee interrato e schermate anche dal terreno e dalle protezioni meccaniche, l'effetto del campo elettrico è molto attenuato per cui l'effetto preponderante sarà dato dal campo magnetico.

I calcoli verranno eseguiti così come indicato nella guida CEI 106-11 e 211-4, utilizzando le formule semplificate asseconda della tipologia di posa del cavo.

In particolar modo si prenderà in esame la formula relativa a cavi interrati con terne a trifoglio equi distanziate di seguito riportata

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

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

Dove:

S è la distanza tra i l centro di 2 cavi

R è la distanza del punto di calcolo dal baricentro della terna di cavi

I è l'intensità di corrente.

Ai fini del calcolo della distanza di rispetto è utile utilizzare la formula che determina il valore di R in corrispondenza ad un valore di B pari a 3 uT, ovvero:

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

Per le linee aeree e per la sottostazione che risulta avere barrature in aria, sarà invece valutato anche il campo elettrico secondo le condizioni standard per gli elettrodotti e le sottostazioni 135-150 kV

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del calcolo del campo magnetico.

3.2 Parametri di calcolo e previsione delle condizioni di funzionamento

L'obiettivo di qualità più stringente è pertanto quello relativo al punto 3 che consente un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μT come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Visto che non sarà nota a priori la potenza passante dai cavidotti durante le 24 ore, conservativamente si considererà il valore di maggior carico vale a dire si prenderanno in considerazione le seguenti condizioni

- Impianto funzionante alla massima potenza di picco senza considerare le perdite
- Corrente costante nell'arco di tutta la giornata (esclusa la notte) supposta uguale alla mediana delle 24 ore

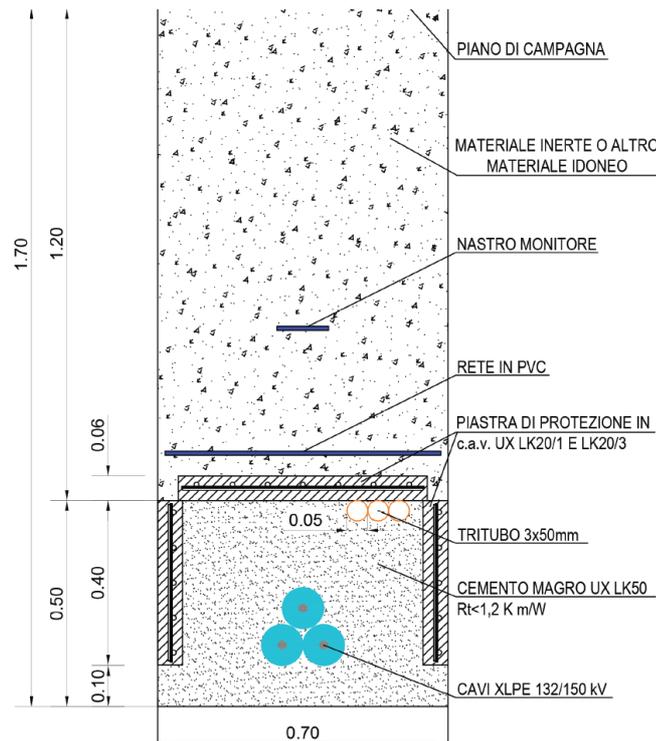
Per ciò che riguarda la linea in alta tensione che collega la SSE utente con la stazione Terna, si effettueranno i calcoli su una corrente pari alla massima portata del cavo ottenendo così risultati conservativi rispetto alla reale condizione di funzionamento.

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

4 Geometria delle linee

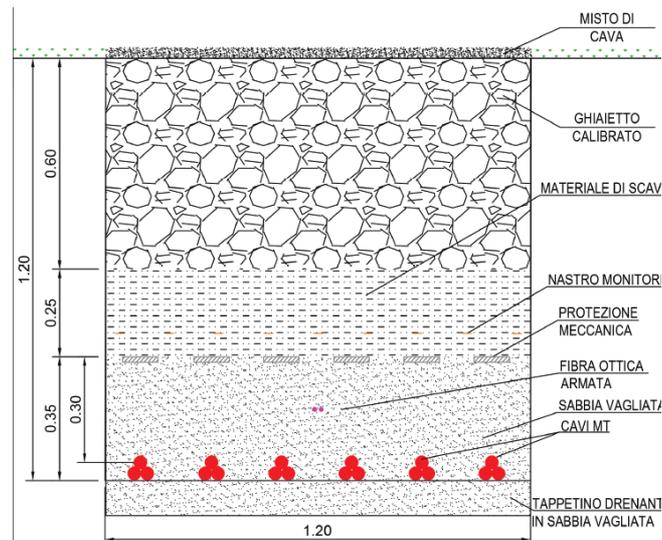
Come riportato nella relazione specialistica elettrica, il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrato lungo viabilità esistente o in zone rurali con uno scavo di sezione da 0,60 m sino a 1,2m in larghezza e da 1m a 1,5m di profondità circa.

La posa in opera dei cavi è prevista in terne con disposizione a trifoglio, legati tra di loro, come rappresentato nella seguente immagine esemplificativa:



Tipico Posa cavi AT

<p>RT_EMG</p>	<p>Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA</p>	<p>PD</p>
----------------------	--	------------------



Tipico posa interrata cavi MT

Nel seguito si analizzeranno separatamente le linee in Media tensione (30 kV) ed Alta tensione (150 kV) sempre considerando le condizioni limite.

<p>RT_EMC</p>	<p>Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA</p>	<p>PD</p>
----------------------	--	------------------

5 ANALISI DELLE LINEE E COMPONENTI AT

Per l'analisi delle linee e dei componenti AT ci si rifarà al DPCM 8 7 2003 al DM del MATTM del 29.05.2008 ed alle norme e guide tecniche in essi citati.

5.1 Descrizione delle linee elettriche in AT

Ogni cavo sarà del tipo ARE4H1H5E 87/150 kV, ovvero cavo in alluminio isolato con polietilene reticolato per sistemi con tensione massima Um 170 kV;

In via cautelativa, non essendo note le specifiche di rete che verranno dettate dal gestore, si ipotizzerà di utilizzare un cavo con taglio superiore rispetto allo stretto necessario.

Si suppone di adottare un cavo con le seguenti caratteristiche:

Parametri Meccanici:

- Cavo XLPE Alluminio corrugato termosaldato
- Materiale del conduttore: Alluminio
- Isolamento: XLPE
- Tipo di conduttore: Corda rotonda compatta
- Guaina metallica: Alluminio corrugato termosaldato
- Sezione del conduttore 630 mm²
- Sezione schermo: 95 mm²
- Diametro del conduttore 29,3 mm
- Spessore tipico del semi-conduttore interno : 1,5 mm
- Spessore medio dell'isolante : 19,0 mm
- Spessore medio guaina metallica : approx 1,9 mm
- Spessore tipico guaina : 4,1 mm
- Diametro esterno: 91,2 mm
- Peso approssimativo 7,64 kg/m
- Raggio minimo curvatura: 2,1 m

Parametri Elettrici (Posa a Trifoglio)

- Tensione operativa 150 kV
- Max tensione di funzionamento : 170 kV
- Portata di corrente, cavi interrati a 65°C, posa trifoglio (condizioni peggiori): 460 A
- Portata di corrente, cavi interrati a 90°C, posa trifoglio (condizioni peggiori): 570 A

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

- Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. : 0,0408 Ohm/km
- Capacità nominale : 0,125 μ F / km
- Induttanza nominale : 0,13 Ohm / km
- Corrente ammissibile di corto circuito : 60,2 kA

Sarà dunque presa in considerazione la corrente di portata massima ovvero 570 A a fronte di una corrente massima erogata dall'impianto di 165 A . Si presumerà inoltre, che il carico sarà perfettamente bilanciato. Questa, pur essendo una ipotesi semplificativa ai fini dei calcoli, è del tutto realistica visto il tipo di impianto di produzione con inverter tutti trifase con cosphi nominale 0,99.

5.2 Risultati del calcolo del campo magnetico sulle linee AT

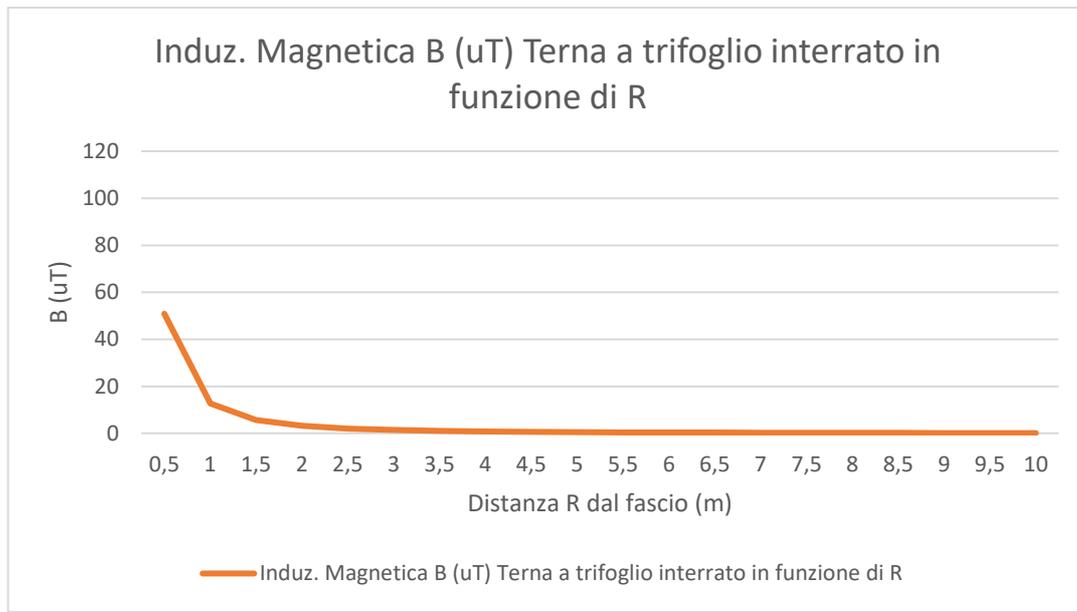
Nella tabella seguente vengono riportati i risultati del calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dalla linea di alta tensione in esame. Si fa presente che i valori calcolati e riportati nelle tabelle che seguono sono valori puntuali calcolati nella condizione di carico precedentemente descritta.

Distanza R dal cavo (m)	Valore di B (uT) secondo guida CEI 106-11 Caso Terna a trifoglio interrato
0,5	50,93
1	12,73
1,5	5,66
2	3,18
2.06	3,00
2,5	2,04
3	1,41
3,5	1,04
4	0,80
4,5	0,63
5	0,51
5,5	0,42
6	0,35
6,5	0,30
7	0,26
7,5	0,23
8	0,20
8,5	0,18

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

9	0,16
9,5	0,14
10	0,13

Il grafico seguente riassume quanto riportato in tabella



Per ciò che riguarda la distanza di rispetto seguendo le formule già enunciate si ha un raggio R' dal centro della terna pari a:

$$R' = 2,06m$$

5.3 Analisi dei risultati e Determinazione della fascia di rispetto

Come mostrato nel paragrafo precedente l'intensità del campo magnetico calcolata in corrispondenza dell'asse del cavidotto supera il valore limite dei $3 \mu T$ ad una quota da individuare nel primo metro di altezza dal suolo. Si riporta di seguito lo studio effettuato per determinare tale quota necessaria per definire la fascia di rispetto del cavidotto sulla base di punti caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;

Per determinare l'ampiezza della fascia di rispetto relativa al cavidotto in oggetto è stata calcolata l'intensità del campo magnetico sopra suolo per individuare la distanza dall'asse del cavo in corrispondenza della quale si raggiunge il valore $3 \mu T$.

<p>RT_EMG</p>	<p>Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA</p>	<p>PD</p>
----------------------	--	------------------

La tabella seguente riporta i valori del campo magnetico in funzione della quota rispetto al piano campagna e la relativa rappresentazione grafica;

Altezza su piano di campagna ⁽¹⁾	Induz. Magnetica B (uT) Sopra suolo
-1,00	50,93
-0,50	12,73
0,00	5,66
0,50	3,18
0,56	3
1,00	2,04
1,50	1,41
2,00	1,04
2,50	0,80
3,00	0,63

1) Valori negativi indicano punti nel sottosuolo

La tabella fornisce la seguente lettura dei dati:

- Il valore di circa 3 μ T si ritrova a quota 0,56 m circa dal piano di campagna ovvero a circa 2,06 m di distanza dall'asse del cavidotto.
- Il volume di rispetto relativo al cavidotto AT interrato consiste in un cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 2,06 m e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

La tabella seguente riassume i risultati.

Raggio a 3 uT	2,06 m
Altezza area di rispetto sul piano di campagna	0,56 m
Ampiezza area rispetto	2,83 m

Si ricorda che questi valori sono ottenuti utilizzando come corrente la I_{max} presunta pari alla portata massima del cavo e rappresentano una stima che non sostituisce le misure sul campo.

5.4 Parti d'impianto in aria

Le parti in aria degli impianti AT sono così riassunti

- Sottostazione Utente ed in particolare:
 - Trasformatori MT-AT (30kV-150kV) : P_{max} 50 MVA, corrente massima lato MT 825 A
 - Barratura in alluminio AT (1600 A – 150 kV)
 - Sezionatori e stalli
- Collegamento in aria da uscita cavo AT a stallo di connessione Terna

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

Premesso che le considerazioni sulla stazione d'utente in AT dovranno essere riprese in sede esecutiva e post realizzazione con misure sul campo, si fa presente che la sottostazione utente sorgerà in zona rurale in cui non sono presenti insediamenti di alcun tipo.

In quest'area rurale, infatti, non sorgono costruzioni o aree pubbliche che possano incorrere nei requisiti di qualità previsti dal D.P.C.M. 8 Luglio 2003.

Ciò nonostante, si vuole qui fornire un'indicazione di quale potrebbe essere la fascia di rispetto nelle condizioni peggiori di funzionamento.

Come è ben noto, il campo d'induzione magnetica è generato dalla corrente che passa sul cavo, pertanto, la condizione più critica per ciò che riguarda la sottostazione di trasformazione è legata alla corrente MT in ingresso al trasformatore MT-AT e l'eventuale cablaggio in aria dalla cabina MT al trasformatore (ultimo tratto di cavo).

In questo tratto si prevede di installare un cavo così composto:

- Cavo in alluminio Sezione di fase (Sf) 3x240 del tipo ARE4H1R 18/30 kV
- Numero totale di cavi nella tratta 9x(1x240) del tipo ARE4H1R 18/30 kV
- Corrente massima cavi 890A (Portata cavi)

Questo tratto in aria, considerando conservativamente nulla l'azione degli schermi, può essere assimilata ad un tratto di linea a semplice terna con conduttori distanti circa 0,5 m e percorsi da una corrente pari alla portata del cavo.

Secondo la CEI 106-11, il calcolo dell'induzione magnetica si può approssimare con la seguente formula:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

E l'ampiezza del raggio in corrispondenza del valore a 3 uT è pari a

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Dove:

S è la distanza tra i conduttori, I la corrente che li attraversa ed R è la distanza dal centro della terna.

In queste circostanze la distanza di rispetto dalla centro della terna in questione sarà :

$$R' = 8,44 \text{ m}$$

All'interno della sottostazione utente è prevista un'area recintata all'interno della quale saranno posizionati i trasformatori AT. La recinzione si troverà ad almeno 8m da tutte le parti in tensione, inoltre è prevista una seconda recinzione a circa 9 m da aree potenzialmente occupate da personale e comunque per meno di 4 ore al giorno.

L'intera area ricade in zona rurale totalmente isolata per cui le condizioni di sicurezza sono rispettate.

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

6 ANALISI DEI CAVIDOTTI E COMPONENTI MT 30 kV

Analogamente a quanto visto per la linea AT, si procede all'analisi delle emissioni elettromagnetiche della rete di collegamento in MT a 30 kV. Si ricorda che la rete MT collega tutti i gruppi di trasformazione dei sottocampi fotovoltaici alle cabine ollegate alla sottostazione di utente.

6.1 Analisi dei cavidotti MT

Per determinare una fascia di rispetto cautelativa rispetto alle varie linee MT, si prenderà in considerazione il caso peggiore ovvero la tratta attraversata dalla massima corrente e con il maggior numero di cavidotti. Nella fattispecie le tratte (vd Tabella nodi):

- N0-N1 : SSE utente- campo FV_02.04
- N0-N12: SSE utente – Campo FV_02.05A

Per la sezione esaminata si adottano le seguenti configurazioni

- cavi unipolari disposti a trifoglio o tripolari con conduttore in alluminio
- sezione del singolo conduttore da 240 mmq o un suo multiplo (Cavi multipli).
- La somma delle correnti in MT transitante in tutti i cavi è pari a 811 A, aumentato cautelativamente alla corrente di portata pari a 890A
- Profondità di interro minima di 1 m

Per un calcolo accurato del campo magnetico, occorrerebbe prevedere un modello tridimensionale del cavidotto. Tale calcolo accurato potrà essere eseguito solo dopo la fase esecutiva; tuttavia, applicando i criteri visti nei paragrafi precedenti e considerando valida l'ipotesi di sovrapposizione degli effetti, si può considerare l'ipotesi di unico fascio a trifoglio con sezione equivalente pari a quella totale delle singole terne.

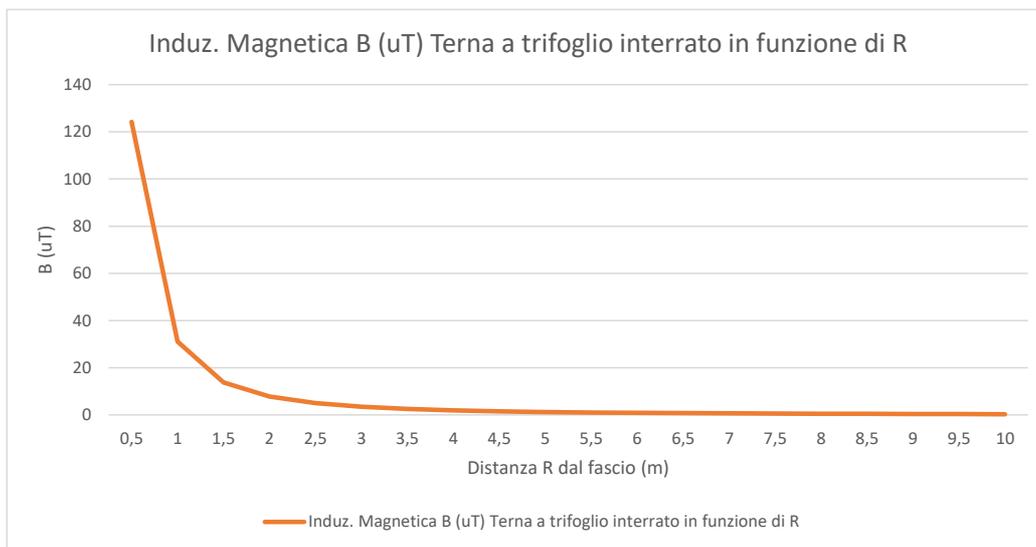
Questo calcolo ha carattere conservativo in quanto le interazioni tra le varie terne possono produrre effetti cumulativi sino ad un massimo determinabile come la somma di tutti gli effetti dovuti alle singole terne.

Facendo questa ipotesi si ottengono i valori di campo magnetico di seguito riportati.

RT_EMG	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

Distanza R dal cavo (m)	Valore di B (uT) secondo guida CEI 106-11 Caso Terne a trifoglio interrato
0,5	124,21
1	31,05
1,5	13,80
2	7,76
2,5	4,97
3	3,45
3,5	2,53
4	1,94
4,5	1,53
5	1,24
5,5	1,03
6	0,86
6,5	0,73
7	0,63
7,5	0,55
8	0,49
8,5	0,43
9	0,38
9,5	0,34

Il grafico seguente riassume quanto riportato in tabella



<p>RT_EMC</p>	<p>Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA</p>	<p>PD</p>
----------------------	--	------------------

La tabella seguente riporta i valori del campo magnetico in funzione della quota rispetto al piano di campagna;

Induz. Magnetica B (uT) Sopra suolo	Altezza su piano di campagna ⁽¹⁾
124,21	-0,50
31,05	0,00
13,80	0,50
7,76	1,00
4,97	1,50
3,45	2,00
2,53	2,50
1,94	3,00
1,53	3,50
1,24	4,00
1,03	4,50

1) Valori negativi indicano punti nel sottosuolo

La tabella fornisce la seguente lettura dei dati:

- Il valore di circa 3 μ T si ritrova a quota 2,22 m circa dal piano di campagna ovvero a circa 3,22 m di distanza dall'asse del cavidotto..
- Il volume di rispetto relativo al cavidotto MT interrato consiste in un cilindrico in asse col cavidotto con diametro pari a 3,22 m e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

Come si rileva dai valori riportati in tabella, l'intensità del campo magnetico calcolata in corrispondenza dell'asse del cavidotto supera il valore limite dei 3 μ T in un'area descritta come in tabella:

Raggio a 3 uT	3,22 m
Altezza area di rispetto dal piano di campagna	2,22 m
Ampiezza area rispetto	6,12 m

Si sottolinea che il cavidotto sarà realizzato in zona agricola o in zone limitrofe alla strada e dunque lontano da aree ed edifici per i quali è prevista una permanenza di più di 4 ore giornaliere.

Si ricorda che il caso preso in esame è il peggiore rispetto a tutti gli altri tratti di cavidotto, inoltre il metodo di calcolo utilizzato non tiene conto degli effetti attenuanti del terreno e considera l'ipotesi peggiorative di un'unica linea interrata a trefolo con corrente equivalente pari alla somma di tutte le correnti e sezione equivalente pari alla somma di tutte le sezioni dei cavi.

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

6.2 Cabine elettriche MT

Per le cabine MT, si osserva che esse ricadono in zone rurali con destinazione agricola e lontane da ogni zona abitata o semplicemente occupata per più di 4 ore giornaliere, per cui il calcolo della Dpa non sarebbe previsto secondo quanto previsto dal DM del MATTM del 29.05.2008.

Tuttavia, al fine di valutare anche in forma approssimativa, la Dpa, secondo quanto descritto negli allegati del citato DM 29.05.2008, ci si rifà ad una curva standard per la determinazione delle DPA dalle cabine MT secondo la formula

$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 * x^{0,5241}$$

Dove

- x è il diametro dei cavi in m (complessivo) lato BT
- I è la corrente BT uscente dal trasformatore
- Dpa è la distanza di prima approssimazione

Si fa presente che questa formula, prevede l'uso di cabine standard che secondo quanto previsto dal DM del MATTM del 29.05.2008 arrivano sino ad una potenza del trasformatore sino a 630 kVA, tuttavia,

Considerato che per le cabine in uso si hanno i seguenti parametri:

- Tensione MT: 30 kV
- Tensione BT: 0,8 kV
- Trasformatori da 6300 kVA
- I_{max}= 4552 A (Lato BT)

Applicando i metodi di cui sopra si ottiene:

$$Dpa = 9,2 \text{ m circa}$$

Si ribadisce che le cabine di trasformazione verranno tutte collocate in zone in cui non è prevista la presenza di alcun insediamento residenziale.

7 CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre.

Per quanto esposto nei capitoli precedenti si riassumono le conclusioni:

- Il campo elettrico in media tensione è sicuramente inferiore a 5 kV/m (valore imposto dalla normativa)

RT_EMG	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

- Il campo elettrico in alta tensione (150 kV) risulta inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione.
- Il campo di induzione magnetica in media tensione calcolata nelle condizioni peggiori possibili, presenta una fascia di rispetto che non insiste su aree occupate ma solo in aree rurali o strade statali/provinciali.
- Il campo elettrico determinato dai cavi interrati è pressoché nullo già nelle immediate vicinanze dei cavidotti interrati per via degli schermi e delle protezioni
- In merito alle cabine MT/BT l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trafo da 6300 kVA), circa 9,2 m (DPA) dalle cabine che comunque saranno installate in zone rurali e non frequentate per più di 4 ore al giorno.
- Le apparecchiature installate saranno tutte singolarmente provviste di certificazione EMC e conseguente marchio CE, oltre che piazzate in zone rurali e nelle stesse condizioni delle cabine
- L'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato
- La stazione di trasformazione MT-AT è dotata di recinzione a distanza idonea a ridurre i valori di campo elettrico e magnetico inferiori ai valori limite di legge.

Per quanto calcolato si è dunque dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa degli impianti in progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge.

I valori di fascia di rispetto sono inoltre quelli legati al valore di ottenimento di obiettivo di qualità e dunque ben inferiori a quelli necessari anche per le aree occupabili per almeno 4 ore.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------

8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norme di legge applicabili:

- D.P.C.M. 23 Aprile 1992 “Limiti massimi d’esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno.
- D.M. 10 Settembre 1998 n. 381 “Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”.
- Documento interministeriale, di cui al Decreto del Ministero dell’Ambiente 2 giugno 1997, relativo alle linee guida applicative del D.M. 10 Settembre 1998 n. 381.
- Legge 22 Febbraio 2001 n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- D.P.C.M. 8 Luglio 2003 “Fissazione dei limiti d’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 (50Hz) generati dagli elettrodotti.
- DM 29 maggio 2008, GU n.156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.

Normative tecniche applicabili

- Norma CEI 211-4 del 1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- Norma CEI 211-6 del 2001 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0Hz— 10kHz.
- Norma 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 I”

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

RT_EMC	Relazione elettrica specialistica EMC di progetto per impianto agro-fotovoltaico Comune: Polizzi Generosa - PALERMO Potenza in immissione 43,00 MVA	PD
---------------	---	-----------