

PROPONENTE
ESE GALIELLO S.R.L.
Via Lavaredo, 44/52
30174 Venezia



PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO

LAAP ARCHITECTS®
urban quality consultants

LAAP ARCHITECTS Srl
via Francesco Laurana 28
90143 - Palermo - Italia
t 091.7834427 - fax 091.7834427
laap.it - info@laap.it

Numero di commessa laap: 365

Architetto e Dottore Agrotecnico Antonino Palazzolo



CONSULENTE

Ingegnere Salvatore Caltabellotta



N° COMMESSA

1561

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO GALIELLO
POTENZA FOTOVOLTAICA 53,8 MW IN DC (POTENZA IN IMMISSIONE 50 MW) + 20 MW SISTEMA DI ACCUMULO
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO
IMPIANTO COMUNE DI MONREALE
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN COMUNI DI MONREALE, PIANA DEGLI ALBANESI,
SANTA CRISTINA GELA E BELMONTE MEZZAGNO**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
E VALUTAZIONE DEI RISCHI CEM

CODICE ELABORATO

SIA.10

NOME FILE: 365_CARTIGLIO_r00.dwg

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	30/04/2024	PRIMA EMISSIONE	Ing. Salvatore Caltabellotta	Arch. Sandro Di Gangi	Arch. e Agr. Antonino Palazzolo

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3. DATI GENERALI DI PROGETTO	7
3.1. Inquadramento territoriale	9
4. INQUADRAMENTO NORMATIVO	14
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	17
5.1. Linee 36 kV	19
6. METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO	22
6.1. Definizioni e terminologia	22
6.2. Cenni teorici sul modello utilizzato	22
6.3. Metodo di calcolo	23
6.4. Determinazione del campo di induzione magnetica	23
7. ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI	28
7.1. Moduli Fotovoltaici	28
7.2. Sezione Corrente Continua	29
7.3. Inverter	29
8. CONCLUSIONI	31

1. PREMESSA

La società LAAP Architects Srl è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto agrivoltaico denominato "Galiello" di potenza fotovoltaica **53,8 MW** in DC (potenza in immissione **50 MW**) e integrato da un sistema di accumulo da **20 MW**, ubicato nei Comuni di Monreale (PA), Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA) e proposto dalla società ESE Galiello S.r.l. con sede legale in Venezia via Lavaredo 44/52 CAP 30174, d'ora in avanti chiamato **Proponente**.

Nello specifico si propone la realizzazione di:

1. **Un impianto agrivoltaico** su di un'area di circa 101,9 ettari sito nel territorio comunale di Monreale (PA), costituito da due tipologie di strutture ovvero: tracker ad inseguimento monoassiale, composti da 30 o 15 moduli fotovoltaici da **640 Wp** disposti su una singola fila di altezza minima 2,10 m per l'attività colturale e stringhe a telaio fisso, di altezza minima 1,30 m per l'attività zootecnica, composti da 26 moduli fotovoltaici da **595 Wp** disposti su due file.

L'impianto agrivoltaico sarà suddiviso in **13 sottocampi**, così nominati:

- **Area impianto "Castellana"** ulteriormente suddiviso in 4 lotti nominati **GC1, GC2, GC3 e GC4**;
- **Area impianto "Sparaciotta"** ulteriormente suddiviso in 4 lotti nominati **GS1, GS2, GS3 e GS4**;
- **Area impianto "Marinesi"** ulteriormente suddiviso in 5 lotti nominati **GM1, GM2, GM3, GM4 e GM5**;

Al loro interno sono previste:

- mantenimento e ampliamento dell'attività colturale e zootecnica
- **opere di mitigazione** come fasce arboree/arbustive lungo il perimetro esterno dell'impianto
- **opere civili e idrauliche** a servizio dell'impianto e della produzione agricola

Da un punto di vista elettromeccanico, per il sistema di conversione dell'energia elettrica si è ipotizzato di installare un sistema di conversione DC/AC del tipo distribuito; tale tecnologia prevede l'adozione di inverter di piccola taglia (250 e 350 kW) installati all'interno del campo agrivoltaico in modo distribuito. Il sistema di trasformazione prevede l'installazione di trasformatori MT/BT 20/0.8 kV della taglia di 2.5, 2.0, 1.5 ed 1.25 MVA ubicati all'interno di apposite cabine di trasformazione all'interno del campo stesso (cabine di campo). Tutte le cabine di campo saranno collegate tra di loro in entra-esci ed infine ad una cabina utente all'interno della sottostazione utente SSEU.

1. **Cavidotti interrati interni al sito 36 kV** per collegare tra di loro, in entra-esci, le cabine di campo. Verranno utilizzati cavi unipolari in formazione a trifoglio adatti alla posa direttamente interrata;
2. **Cavidotti interrati esterni al sito 36 kV** per il collegamento tra le cabine di campo site all'interno dei lotti GC4 e GM5 e l'edificio utente sito all'interno della sottostazione utente SSEU;
3. **Sottostazione Utente SSEU** ubicata nel comune di Santa Cristina Gela, contenente l'edificio utente per la raccolta dei cavidotti a 36 kV provenienti dall'impianto agrivoltaico dalla quale partirà un successivo cavidotto che verrà collegato alla stazione RTN tramite inserimento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione

elettrica di trasformazione Terna a 36/150/220 kV. All'interno della sottostazione utente sarà ubicato inoltre un **sistema di accumulo elettrochimico BESS** avente una potenza nominale di **20,8 MW**.

4. Una nuova **stazione elettrica Terna di trasformazione a 36/150/220 kV**, ubicata nel comune di Santa Cristina Gela, da inserire in doppio entra-esce alla linea RTN 220 kV "Bellolampo-Caracoli-Ciminna"
5. Una nuova **linea elettrica AT di raccordo**, ubicata nel comune di Santa Cristina Gela e Belmonte Mezzagno, da inserire in doppio entra-esce alla linea RTN 220 kV "Bellolampo-Caracoli-Ciminna"

La connessione alla rete RTN di TERNA è basata sulla soluzione tecnica minima generale per la connessione STMG, con codice pratica 202304451, ricevuta per l'impianto in oggetto da TERNA S.p.A.

Il documento si propone di fornire una descrizione generale completa del progetto definitivo volto al rilascio da parte delle Autorità competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

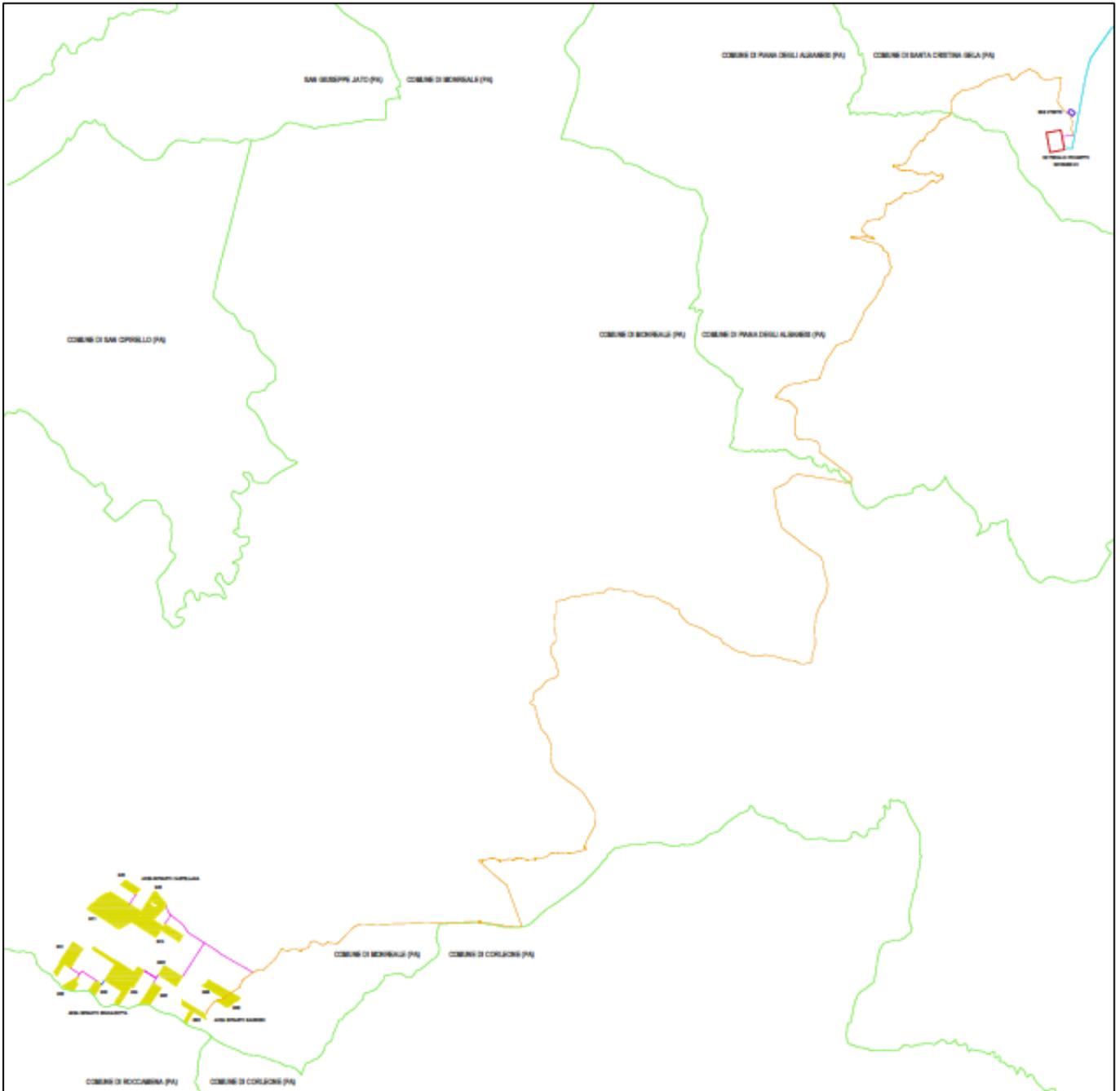


Figura 1. Schema generale impianto

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) 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”;
- 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”;
- Linea guida ENEL “Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche)
- APAT “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
- CEI 20-21 “Calcolo della portata di corrente” (IEC 60287);

3. DATI GENERALI DI PROGETTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto in progetto.

Tabella 1. Tabella sinottica dati di progetto

ESE GALIELLO S.R.L.	
Luogo di installazione:	Località: Comuni di Monreale (PA), Piana Degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA)
Denominazione impianto:	Impianto Agrivoltaico Galiello
Dati area di progetto:	Area impianto Agrivoltaico: Monreale (PA) SSE Utente: Santa Cristina Gela (PA)
Informazioni generali del sito:	Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento.
Potenza (MW):	Impianto fotovoltaico: 50 MW BESS: 20,8 MW
Superficie totale (STotale)	101,95 ha
Superficie Agricola (SAgricola)	83,16 ha
Superficie dei moduli (SModuli)	23,61 ha
SAgricola/STotale > 70%	87,6%
LAOR (Smoduli/STotale) < 40%	24,9%
Producibilità elettrica minima (FVagri ≥ 0,6 x FVstandard)	111 %
Tipo strutture di sostegno:	Strutture in materiale metallico ad inseguimento solare mono-assiali Strutture in materiale metallico del tipo a telaio fisso
Inclinazione piano dei moduli (Tilt):	Le strutture fisse avranno un angolo di tilt di circa 30° rispetto al piano orizzontale
Caratterizzazione urbanistico/vincolistica:	Piano Regolatore di Monreale; Piano Regolatore di Piana degli Albanesi; Piano Regolatore di Santa Cristina Gela; Beni Paesaggistici D.Lgs. 42/04;
ConneSSIONE:	ConneSSIONE ad uno stallo a 36 kV della nuova stazione TERNA nel Comune di Santa Cristina Gela (PA)

Rete di collegamento:	Linea area di raccordo AT a elettrodotto 220 kV "Bellolampo – Caracoli - Ciminna" nei comuni di Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA)
Coordinate Impianto Agrivoltaico	Punto baricentrico impianto: 37°51'27.05"N, 13°11'4.88"E SSE Utente: 37°58'25.70"N, 13°20'30.37"E

3.1. Inquadramento territoriale

L'intervento è da realizzarsi in zona agricola in località Contrada Galiello nel comune di Monreale (PA) e opere di rete nei comuni di Piana Degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA). Nel dettaglio si ricordi che:

- il Comune di Monreale è interessato dalle aree di impianto "Castellana", "Marinesi" e "Sparaciotta" e da alcuni tratti del cavidotto interrato di connessione alla RTN;
- il Comune di Piana degli Albanesi è interessato da una porzione di nuovo cavidotto interrato 36 kV su viabilità asfaltata di connessione alla RTN;
- Il Comune di Santa Cristina Gela è interessato dalla SE RTN Terna di progetto, dalla Sottostazione Utente, dalla restante porzione di nuovo cavidotto interrato 36 kV su viabilità asfaltata di connessione alla RTN e da una porzione di nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento alla "Bellolampo - Caracoli - Ciminna";

In generale, l'area deputata all'installazione dell'impianto agrivoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo in quanto presenta una buona esposizione alla radiazione solare ed è facilmente accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti. I diritti reali sulle aree selezionate per l'installazione dei tracker fotovoltaici previsti nel progetto, sono stati acquisiti mediante accordo contrattuale stipulato con i relativi proprietari.

Di seguito le coordinate di un punto baricentrico delle tre aree d'impianto:

37°51'27.05"N

13°11'4.88"E

L'impianto, comprensivo di campi agrivoltaici, cabina di consegna e cavidotti, si trova all'interno delle seguenti cartografie e fogli di mappa catastali:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche: 258-I-SO-Rocche di Rao, 258-I-NO-Piana degli Albanesi e 258-I-NE-Marineo.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 607110, 607150, 607120, 607080, 607040, 608010.
- Fogli di mappa nn. 166, 194, 195, 167, 168, 169, 151, 150, 149, 152, 126, 127, 128 nel Monreale (PA), nn. 22, 18, 19, 20, 16 e 17 nel comune di Piana degli Albanesi e nn. 10, 11, 13 e 14 nel Comune di Santa Cristina Gela (PA)

Di seguito una tabella che riassume le particelle interessate dalla realizzazione dell'impianto:

Tabella 2. Particelle catastali interessate dalla realizzazione dell'impianto

Impianto		Comune	Foglio	Particelle
Area impianto "Castellana"	GC1	Monreale	194	263, 264, 574, 575, 265, 266, 267, 268, 269, 455, 270, 433, 391, 271, 262
	GC2		194	350, 351, 352, 14
	GC3		194	356, 357, 259
	GC4		194	360, 453, 295, 294, 400, 293, 292, 324, 323
Area impianto "Sparaciotta"	GS1	Monreale	194	126, 129, 130, 133, 127, 128, 131, 132, 162, 138, 139
	GS2		194	544, 545, 543, 186
	GS3		194	207, 208, 399
	GS4		194	172, 173, 539, 218, 217, 216, 215, 225, 226, 227, 600, 245, 246, 247, 374, 375, 376
Area impianto "Marinesi"	GM1	Monreale	194	236, 237, 381
	GM2		194	332, 434, 333
	GM3		166	217, 244
	GM4		166	97, 227, 229, 790, 230
	GM5		166	261, 262, 789, 834
Impianto SSE Utente		Santa Cristina Gela	14	221

Di seguito si riporta l'inquadramento su IGM (Scala 1:25000), CTR (Scala 1:10000), ortofoto (Scala 1:10000) e catastale (1:10000) delle opere in progetto. Per una migliore rappresentazione si riporta agli elaborati cartografici (cod. PD.23 "Carta del layout di progetto su corografia IGM", cod. PD.24 "Carta del layout di progetto su planimetria CTR", cod. PD.25 "Carta del layout di progetto su ortofoto, cod. PD.26 "Carta del layout di progetto su catastale")

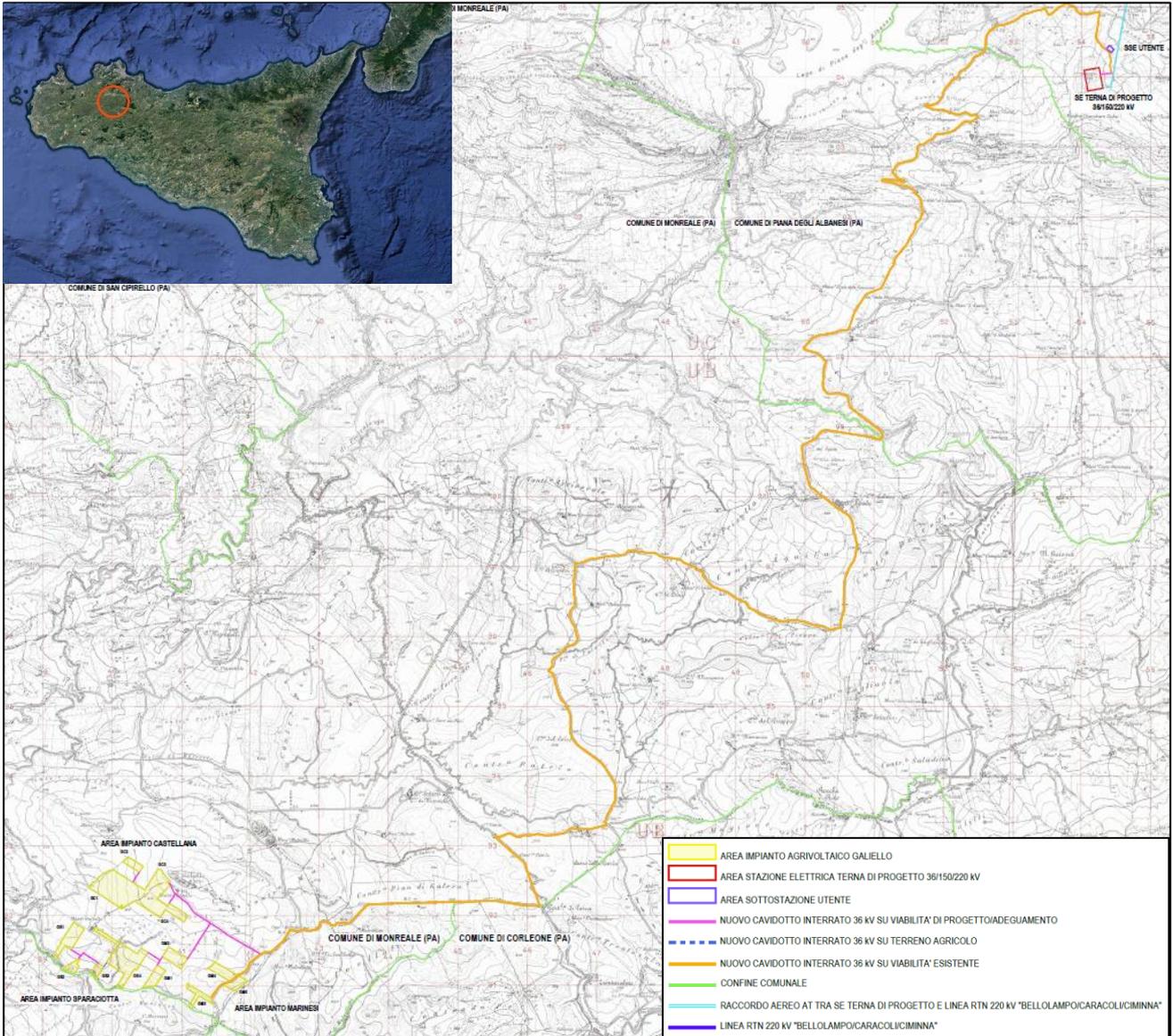


Figura 2. Localizzazione del sito e Inquadramento IGM (Scala 1:25.000) delle opere in progetto

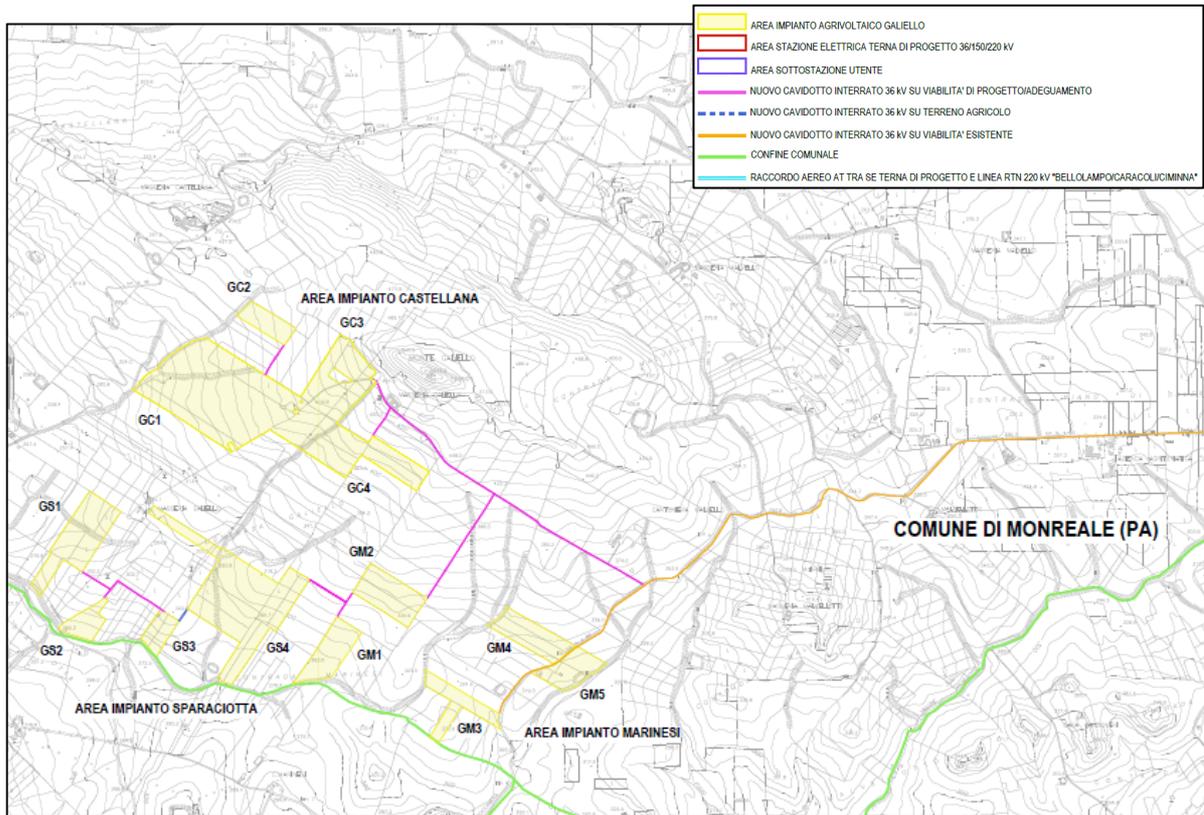


Figura 3. Inquadramento opere in progetto (impianto) su CTR (Scala 1:10.000)

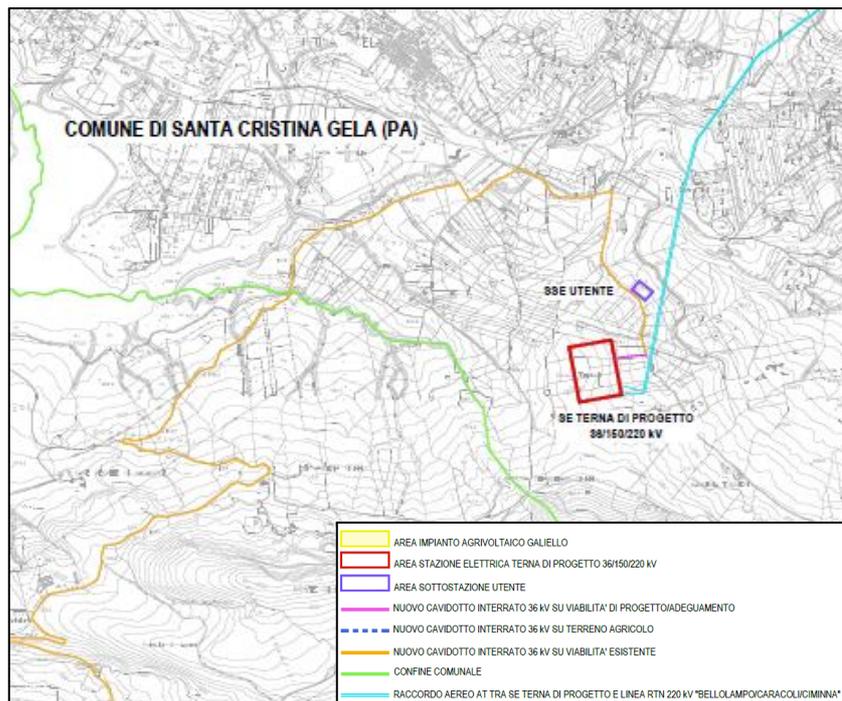


Figura 4. Inquadramento opere di progetto (area stazioni) su CTR (Scala 1:10.000)

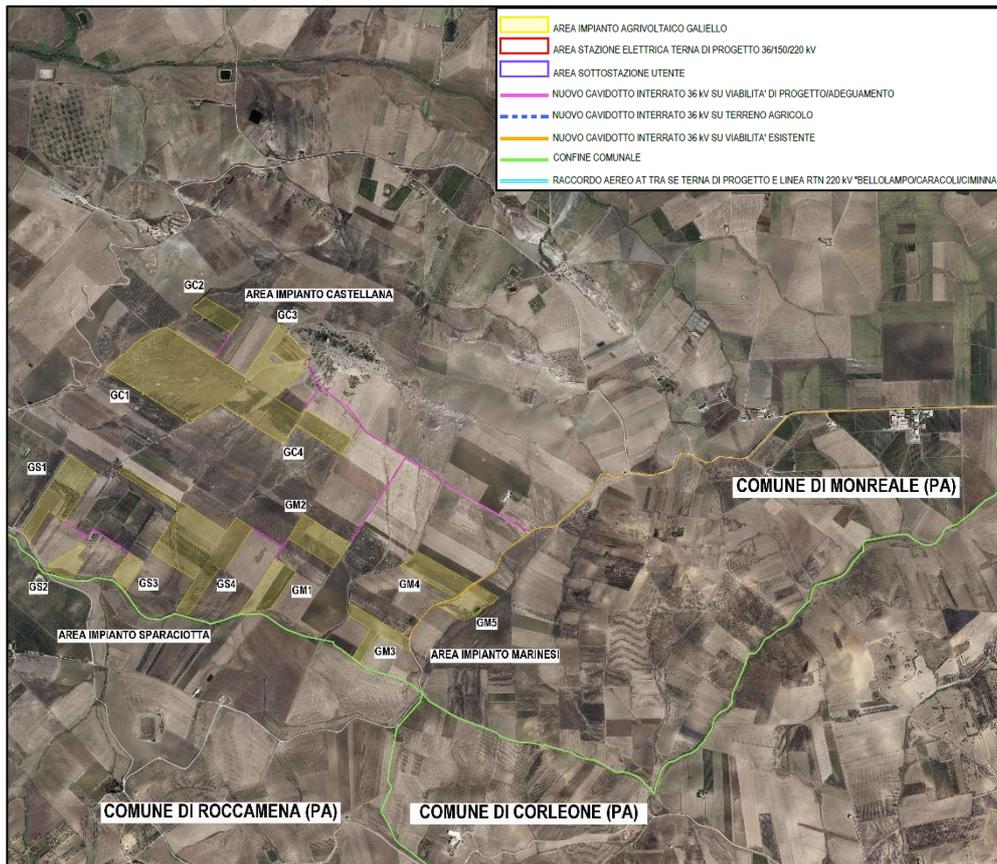


Figura 5. Inquadramento opere di progetto (impianto) su Ortofoto (Scala 1:10.000)

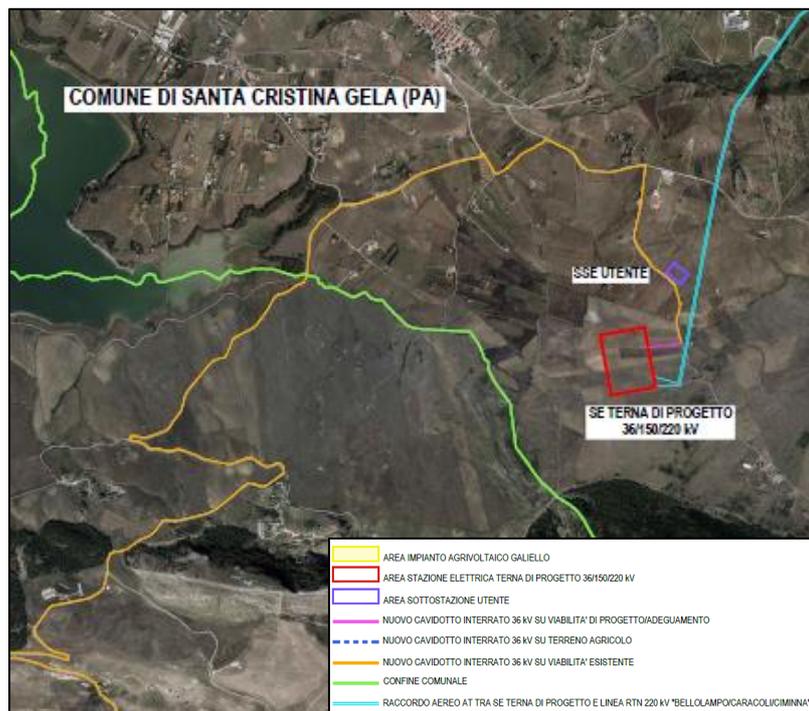


Figura 6. Inquadramento opere di progetto (aree stazioni) su Ortofoto (Scala 1:10.000)

4. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radio base, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- **effetti acuti** (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti;
- **effetti cronici** (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

È importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi.

Tabella 3: Terminologia per la classificazione dei valori di campo elettromagnetico

Limiti 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 impianti 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.

In Italia la normativa di riferimento per la valutazione degli impatti elettromagnetici delle linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29.8.2003) "*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 alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*".

In tale DPCM vengono stabiliti i seguenti limiti:

- I 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);
- 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.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.

Tabella 4: Limiti previsti per l'induzione magnetica

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	[-]
	Obiettivo di qualità	3	[-]
Race. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Il valore di attenzione di $10 \mu\text{T}$ si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per più di 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di $100 \mu\text{T}$ per lunghe esposizioni e di $1000 \mu\text{T}$ per brevi esposizioni.

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 determinazione del principio cautelativo. Questi rapporti definiscono la cosiddetta Soglia di Attenzione Epidemiologia (SAE) per l'induzione magnetica, che è posta pari a $0.2 \mu\text{T}$ (microTesla): un valore limite, cautelativo, al di sotto del quale è dimostrata la non insorgenza di patologie.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA, ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità. Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima

approssimazione (misurata in metri). Per quanto appena detto, per il calcolo delle distanze di prima approssimazione e per la misura dei campi elettromagnetici si richiamano le principali Norme CEI:

- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- CEI 211-7 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”;

In merito alla tutela della salute dei lavoratori che opereranno sull’impianto si fa riferimento al D.Lgs. n. 159 del 1° agosto 2016 “Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di 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” il quale apporta modifiche al già esistente D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

In particolare, nel suddetto D.Lgs. 159/2016 vengono indicati, nelle tabelle B1 e B2, i valori di azione (VA) per esposizione rispettivamente ai campi elettrici e ai campi magnetici.

Tabella 5: Elenco valori di azione per i campi elettrici ambientali

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

Tabella 6: Elenco valori di azione per i campi magnetici ambientali

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 ⁵ /f ²	3,0 × 10 ⁵ /f	9,0 × 10 ⁵ /f
8 ≤ f < 25 Hz	2,5 × 10 ⁴ /f	3,0 × 10 ⁵ /f	9,0 × 10 ⁵ /f
25 ≤ f < 300 Hz	1,0 × 10 ³	3,0 × 10 ⁵ /f	9,0 × 10 ⁵ /f
300 Hz ≤ f < 3 kHz	3,0 × 10 ⁵ /f	3,0 × 10 ⁵ /f	9,0 × 10 ⁵ /f
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	1,0 × 10 ²	1,0 × 10 ²	3,0 × 10 ²

Nel caso degli impianti a frequenza industriale (50 Hz), i valori limite da rispettare sono dunque per il campo elettrico:

$$\frac{5 \cdot 10^5}{50} = 1000 \text{ [V/m]}$$

E per il campo magnetico:

$$1 \cdot 10^3 \text{ [μT]}$$

5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il campo agrivoltaico sarà costituito complessivamente da **48210** moduli da **640 W** per una potenza di picco di **30.854 kWp** e da **4316** moduli da **595 W** per una potenza di picco di **22.926,5 kWp**. La potenza totale di picco dell'impianto agrivoltaico Galiello è quindi di **53,78 MWp DC**.

La potenza corrispondente in corrente alternata AC, in uscita dagli inverter è di circa **50,69 MW**. Le stringhe del tipo monoassiale ad inseguimento solare, costituite dalla serie di **n. 30** moduli da 640 Wp saranno **1607**, mentre le stringhe della tipologia fissa, costituite dalla serie di **n. 26** moduli da 595 Wp, saranno **1482**.

Dal punto di vista elettrico, il campo agrivoltaico sarà suddiviso in **tredecim** sottocampi (**GS1, GS2, GS3, GM1, GM2, GM3, GM4, GM5, GC1, GC2, GC3, GC4**) di dimensioni variabili.

Ogni sottocampo sarà dotato di almeno un trasformatore elevatore 36/0,8 kV. Ogni trasformatore sarà confinato in un'apposita cabina di trasformazione all'interno del campo stesso e verrà collegato in entra-esce con altri trasformatori dell'impianto agrivoltaico. I cavidotti derivanti dal collegamento in entra-esce delle cabine di campo verranno indirizzati verso la sottostazione utente SSEU. Come già anticipato, verranno utilizzati inverter del tipo Sungrow 350 kW AC e Sungrow 250 kW AC a seconda delle esigenze di carattere tecnico (vedi elaborato elaborato *cod. PD.39 "Schema elettrico unifilare"*). Nella tabella seguente è descritto brevemente ciascun sottocampo, il corrispondente numero di moduli, il numero di stringhe, la potenza prodotta sia in AC sia in DC e la potenza assorbita dai sistemi ausiliari di ciascuno di essi.

Tabella 7: Caratteristiche elettriche impianto agrivoltaico Galiello

DATI PARCO AGRIVOLTAICO GALIELLO						
CAMPO	N.STRINGHE FISSE	N.STRINGHE TRACKER	N. MODULI	POT. PICCO DC [kWp]	POT. INVERTER AC [kW]	POT. S. AUSILIARI [KW]
GS1	307	0	7982	4749,3	4480,0	40,0
GS2	92	0	2392	1423,2	1280,0	20,0
GS3	72	0	1872	1113,8	1280,0	20,0
GS4	0	604	18120	11596,8	10880,0	80,0
GM1	0	125	3750	2400,0	2240,0	20,0
GM2	236	0	6136	3650,9	3520,0	20,0
GM3	0	71	2130	1363,2	1280,0	20,0
GM4	0	147	4410	2822,4	2560,0	20,0
GM5	0	64	1920	1228,8	1090,0	20,0
GC1	0	541	16230	10387,2	9920,0	80,0
GC2	0	55	1650	1056,0	960,0	20,0
GC3	181	0	4706	2800,1	2560,0	20,0
GC4	594	0	15444	9189,2	8640,0	80,0
	TOT.	TOT.	TOT.	TOT. MODULI DC [kW]	TOT.INVERTER [kW]	TOT. S.A [kW]
	1482	1607	86742	53781	50690	460
DATI BESS						
POT. TOTALE					24	[MVA]
PRELIEVO PER SERVIZI AUSILIARI					1,04	[MW]
CAPACITA' ENERGETICA 100% SOC, BoL					92,16	[MWh]
POTENZA INSTALLATA INVERTER PCS					20,8	[MW]

LEGENDA: LAYOUT ELETTRICO
Scala 1:10.000

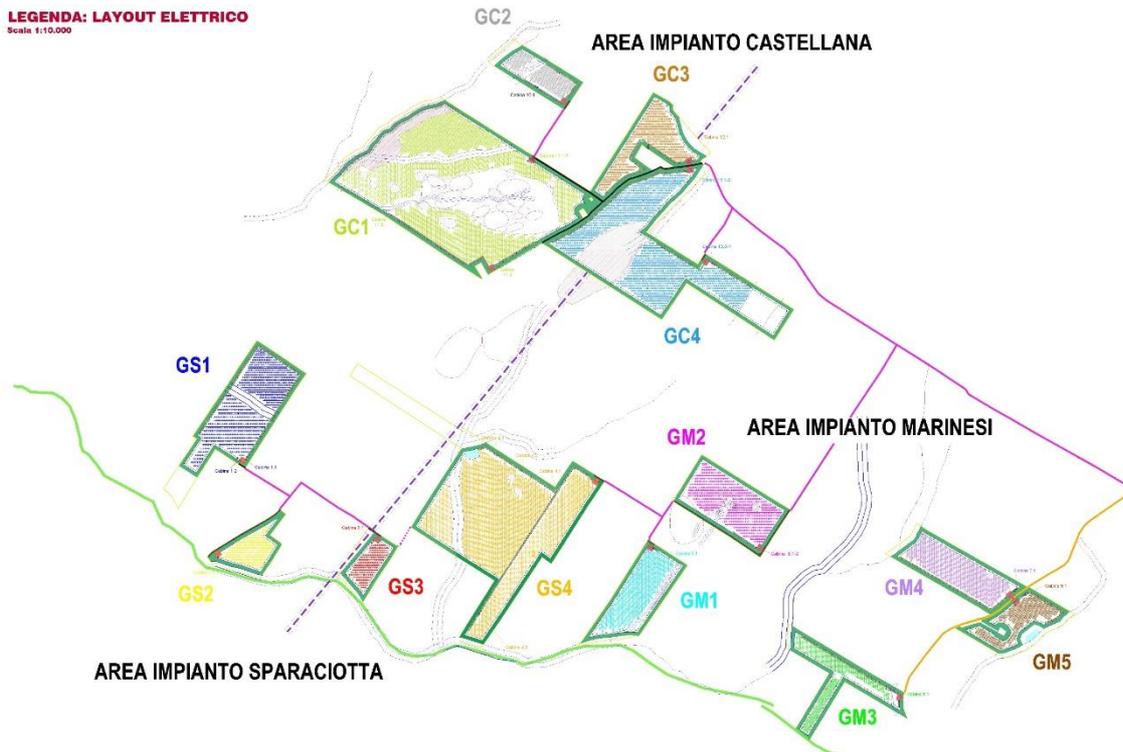


Figura 7. Divisione in sottocampi elettrici dell'impianto agrivoltaico Galiello

Nell'esercizio l'impianto lavorerà alla frequenza di 50 Hz, quindi i campi elettromagnetici verranno generati a tale frequenza. Ad una tale frequenza verranno generate corrispondono lunghezze d'onda di ampiezza pari a 6000 km.

Il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e sono calcolati e misurati separatamente.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche e la loro intensità viene misurata in Volt al metro (V/m) o in kiloVolt al metro (kV/m). La loro intensità è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza; vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, anche dal terreno nel caso di linee in cavo interrate.

I campi magnetici sono, invece, prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. La loro intensità si misura in Ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in Tesla (T), milliTesla (mT) o microTesla (μ T). Come nel caso dei campi elettrici, anche i campi magnetici hanno valore massimo vicino alla sorgente e diminuisce all'aumentare della distanza. I campi magnetici però, a differenza di quelli elettrici, non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune che ne vengono facilmente attraversati.

Le opere elettriche di impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettrico e magnetico sono di seguito descritte:

- Il cavidotto a 36 kV di collegamento in entra-esce tra le cabine di campo, denominato cavidotto interno;
- Il cavidotto a 36 kV di collegamento tra l'impianto agrivoltaico e la sottostazione utente SSEU, denominato cavidotto esterno;

- Il cavidotto a 36 kV per il collegamento tra la sottostazione utente e lo stallo a 36 kV della nuova stazione RTN "Santa Cristina Gela"

5.1. Linee 36 kV

Come accennato precedentemente il collegamento tra le varie cabine di campo e il successivo collegamento alla sottostazione utente SSEU avverrà mediante cavidotto a 36 kV. Il cavo impiegato per la veicolazione dell'energia elettrica a 36 kV nel presente progetto è lo RG7H1R(X) 26/45 kV della Com Cavi S.P.A. La Figura 8 mostra schematicamente la struttura costruttiva del cavo in esame.

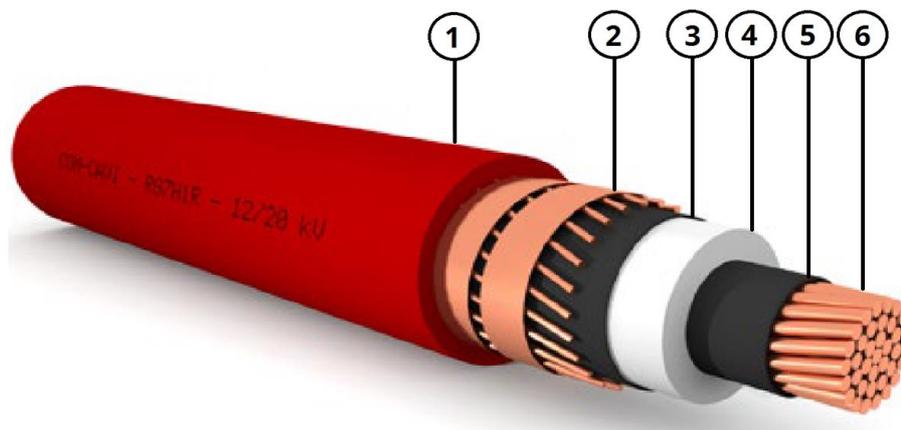


Figura 8: Parti costituenti un cavo unipolare MT: 1) Guaina esterna; 2) Schermo metallico; 3) Semiconduttore esterno; 4) Isolante; 5) Semiconduttore interno; 6) Conduttore

Per il cavo in esame si possono identificare le seguenti parti:

- 1) Guaina esterna composta da una miscela a base PVC, qualità Rz
- 2) Schermo metallico composto da fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale
- 3) Semiconduttore esterno- Estruso, pelabile a freddo
- 4) Isolante - Gomma HEPR, qualità G7, senza piombo
- 5) Semiconduttore interno - Estruso, pelabile a freddo
- 6) Conduttore - Rame Rosso, formazione rigida compatta, classe 2

La figura seguente mostra schematicamente il collegamento per l'impianto in oggetto.

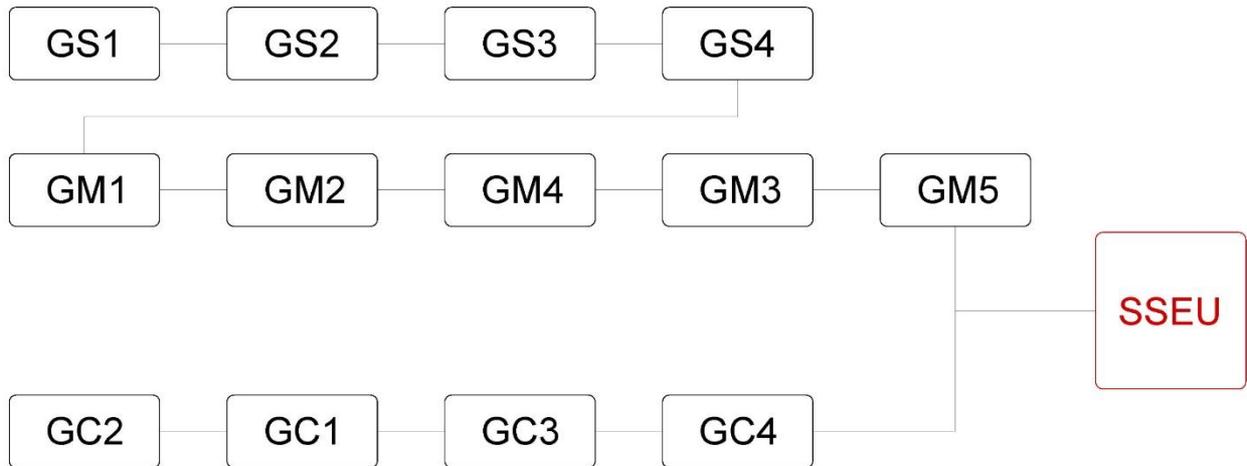


Figura 9: Schema di collegamento tra le cabine dell'impianto

Come si può vedere dalla figura sopra, l'impianto è diviso in due tronconi principali, ovvero:

- Troncone 1 composto dall'entra-escei dei sottocampi: **GS1, GS2, GS3, GS4, GM1, GM2, GM4, GM3, GM5**
- Troncone 2 composto dall'entra-escei dei sottocampi: **GC2, GC1, GC3, GC4**

Da questi due tronconi partiranno separatamente due cavidotti diretti verso la sottostazione utente **SSEU**.

All'interno dei campi, si utilizzeranno cavi unipolari RG7H1RX 26/45 kV in formazione a trifoglio **cordati ad elica** per le terre per sezioni di cavi unipolari al di sotto dei 300 mm², mentre verranno utilizzati cavi unipolari RG7H1R 26/45 kV in formazione a trifoglio **non cordati ad elica** per le sezioni di cavo unipolare al di sopra dei 300 mm². La tabella seguente descrive le principali informazioni dei cavi impiegati per l'impianto in oggetto.

Tabella 8. Cavidotti a 36 kV dell'impianto agrivoltaico – Troncone 1

TAG CAVIDOTTO	Lunghezza	P	Vn	In	n° terre	Sezione cavo	ΔV	ΔP	Iz
	[m]	[kW]	[kV]	[A]	[-]	[mm ²]	[V]	[kW]	[A]
GS1 - GS2	463	4.480	36	75,10	1	150	13,97	1,82	368,1
GS2 - GS3	630	5.760	36	96,56	1	185	24,45	4,09	368,1
GS3 - GS4	450	7.040	36	118,01	1	240	13,95	2,85	483,8
GS4 - GM1	630	17.920	36	300,40	1	400	34,89	18,16	628,5
GM1 - GM2	357	20.160	36	337,95	1	500	22,24	13,02	628,5
GM2 - GM4	1.990	23.680	36	396,96	1	630	100,82	69,32	817,1
GM4 - GM3	470	26.240	36	439,87	1	630	26,39	20,10	817,1
GM3 - GM5	470	27.520	36	461,33	1	630	27,67	22,11	817,1
GM5 - SSEU	33.230	28.610	36	479,60	2	630	1017,01	844,82	1634,2

Tabella 9. Cavidotti a 36 kV dell'impianto agrivoltaico – Troncone 2

TAG CAVIDOTTO	Lunghezza	P	Vn	In	n° terne	Sezione cavo	ΔV	ΔP	Iz
	[m]	[kW]	[kV]	[A]	[-]	[mm ²]	[V]	[kW]	[A]
GC2 - GC1	430	960	36	16,09	1	150	2,78	0,08	368,1
GC1 - GC3	730	10.880	36	182,39	1	500	20,06	6,34	718,7
GC3 - GC4	350	13.440	36	225,30	1	500	11,88	4,64	718,7
GC4 - SSEU	34.405	22.080	36	370,14	2	630	812,64	520,97	1634,2

Il collegamento dalla cabina di raccolta della SSEU allo stallo 36 kV della stazione "Santa Cristina Gela" avverrà anch'esso mediante terne di cavidotto a 36 kV RG7H1R 26/45 kV della sezione di 630 mm²; nel dettaglio esso avverrà mediante l'impiego di 2 terne di cavidotto RG7H1R 26/45 kV della sezione di 630 mm² per una lunghezza di circa 200 m.

Si riportano di seguito le sezioni tipiche di posa:

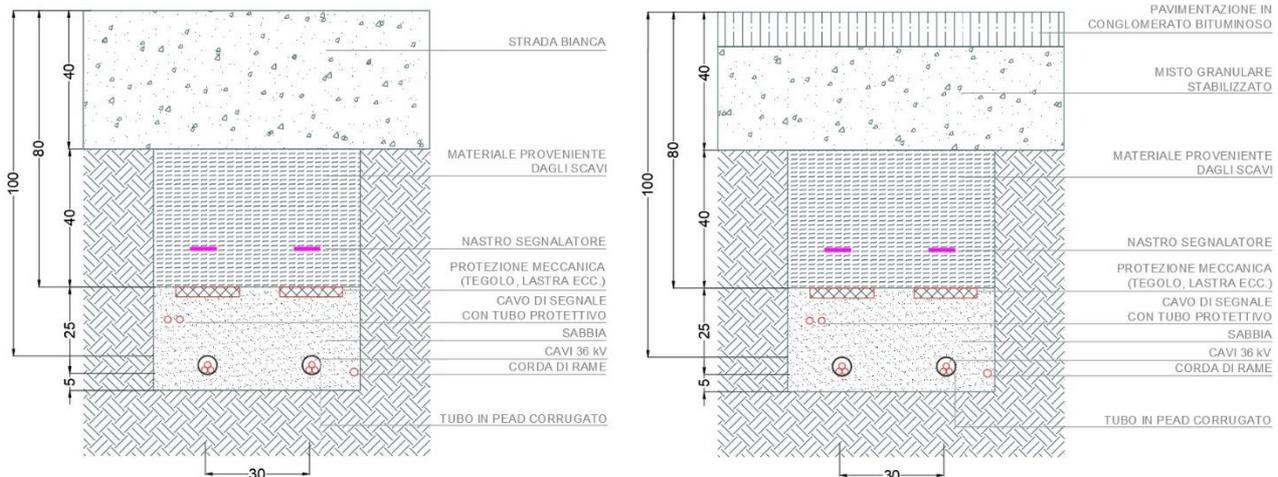


Figura 10: Esempio di tipico di scavo per posa cavidotto a 36 kV

Per la realizzazione delle canalizzazioni a 36kV sono da impiegare tubi in materiale plastico conformi alle Norme CEI 23-46 (CEI EN 50086-2-4), tipo 450 o 750 come caratteristiche di resistenza a schiacciamento, nelle seguenti tipologie:

- rigidi lisci in PVC (in barre)
- rigidi corrugati in PE (in barre)
- pieghevoli corrugati in PE (in rotoli)

I tubi corrugati devono avere la superficie interna liscia.

Per quanto riguarda la coesistenza tra cavidotti a 36 kV e condutture di altri servizi del sottosuolo si è fatto riferimento alle Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo".

Nello specifico le Norme CEI 11-17 precisano le distanze minime da mantenere tra i cavidotti MT e le linee di telecomunicazione, le tubazioni metalliche in genere e i serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

6. METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO

6.1. Definizioni e terminologia

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto" si introducono le seguenti definizioni:

- **Corrente:** valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.
- **Portata in corrente in servizio normale:** corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.
- **Portata in regime permanente:** massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).
- **Fascia di rispetto:** spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.
- **Distanza di prima approssimazione (DPA):** distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

6.2. Cenni teorici sul modello utilizzato

L'induzione magnetica B generata da N_R conduttori filiformi, numerati con la variabile n che va da 0 a (N_R-1) , può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{n=0}^{N_R-1} \frac{i_n}{R_n}$$

Dove:

- μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto;
- N_R è il numero dei conduttori (nel caso in esame pari a 3),
- i_n la corrente nel generico conduttore;
- R_n la distanza tra il tratto elementare del conduttore generico e il punto dove si vuole calcolare il campo.

Dalla formula sopra mostrata è possibile notare che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale alla distanza dal conduttore in esame.

6.3. Metodo di calcolo

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame.

Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (DPA).

6.4. Determinazione del campo di induzione magnetica

Per la realizzazione dei cavidotti di 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 in 36 kV interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre, 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 in prossimità dei cavi. Premesso che la profondità di interrimento è pari a 1,00 m, facendo riferimento ai dati contenuti in Tabella 8 e Tabella 9, a titolo puramente illustrativo si è deciso di riportare nel presente documento solamente le simulazioni sul troncone 1, che è quello interessato dalle correnti di maggiore entità, quindi sicuramente il caso più gravoso tra i due:

- **GS1 – GS2:** Terna di conduttori di sezione di 150 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 75,1 [A]
- **GS2 – GS3:** Terna di conduttori di sezione di 185 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 96,6 [A]
- **GS3 – GS4:** Terna di conduttori di sezione di 240 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 118,0 [A]
- **GS4 – GM1:** Terna di conduttori di sezione di 400 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 300,4 [A]
- **GM1 – GM2:** Terna di conduttori di sezione di 500 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 337,9 [A]
- **GM2 – GM4:** Terna di conduttori di sezione di 630 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 397,0 [A]
- **GM4 – GM3:** Terna di conduttori di sezione di 630 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 439,9 [A]
- **GM3 – GM5:** Terna di conduttori di sezione di 630 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 461,3 [A]
- **GM5 – SSEU:** Doppia terna di conduttori di sezione di 630 mm² disposti a trifoglio percorsa da corrente pari a 479,6 [A]

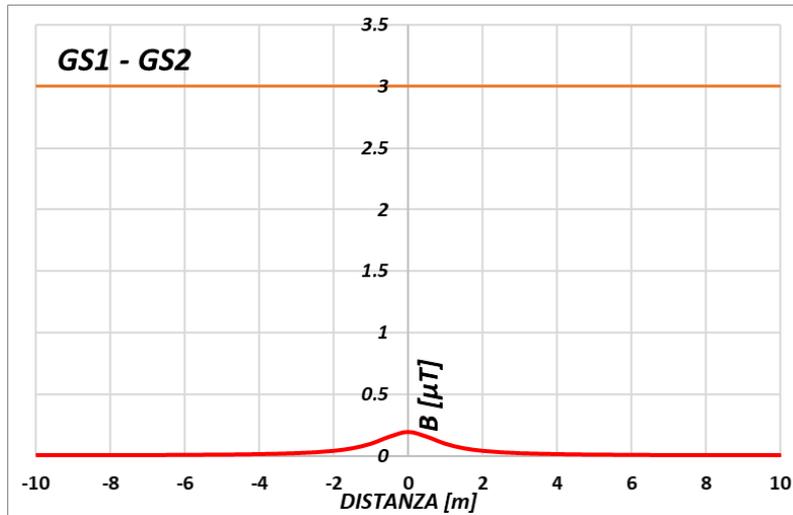


Figura 11: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GS1 – GS2

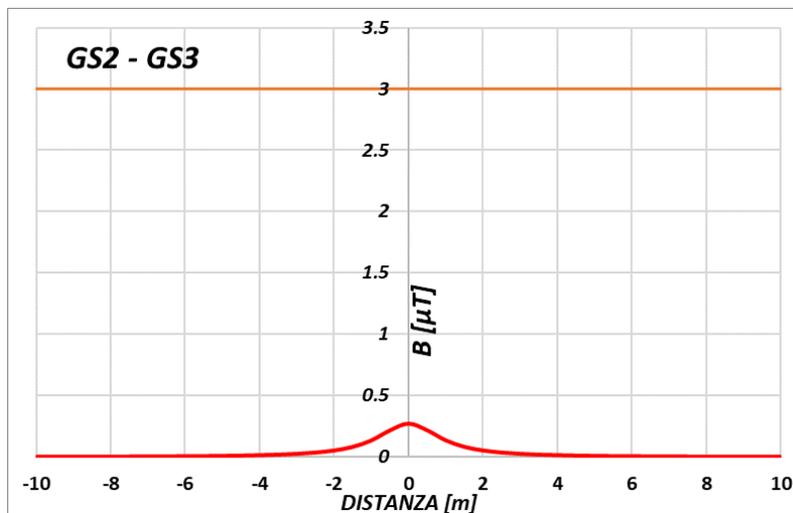


Figura 12: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GS2 – GS3

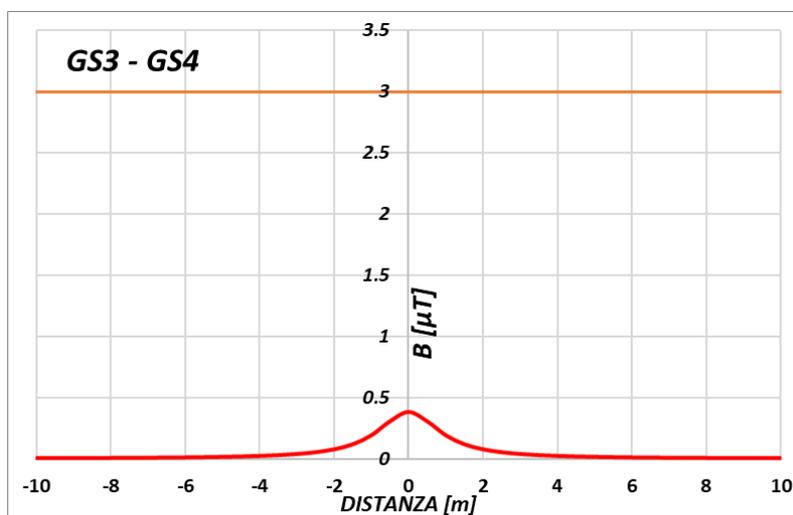


Figura 13: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GS3 – GS4

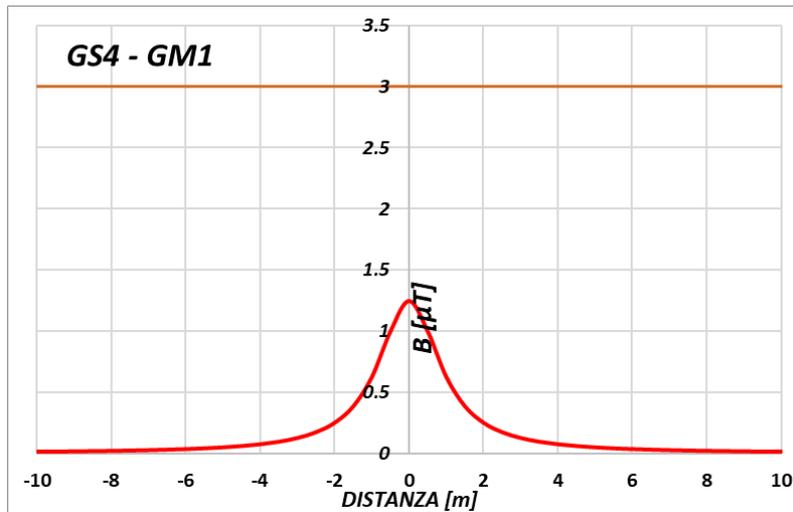


Figura 14: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GS4 – GM1

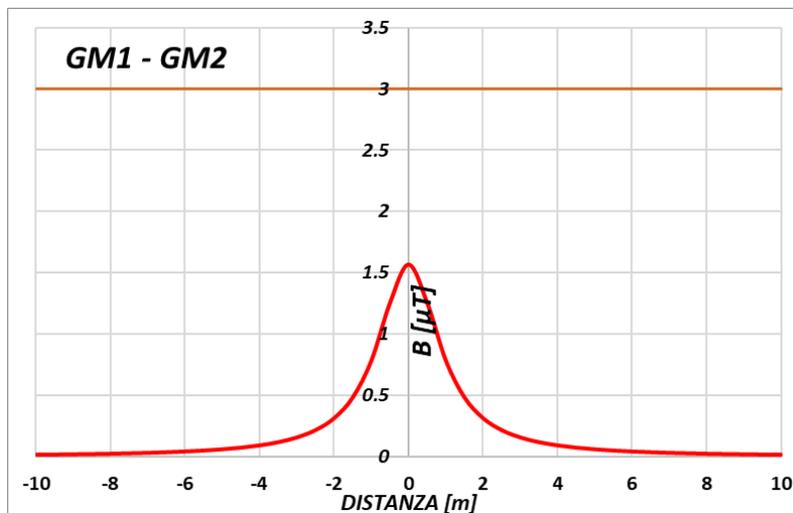


Figura 15: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GM1 – GM2

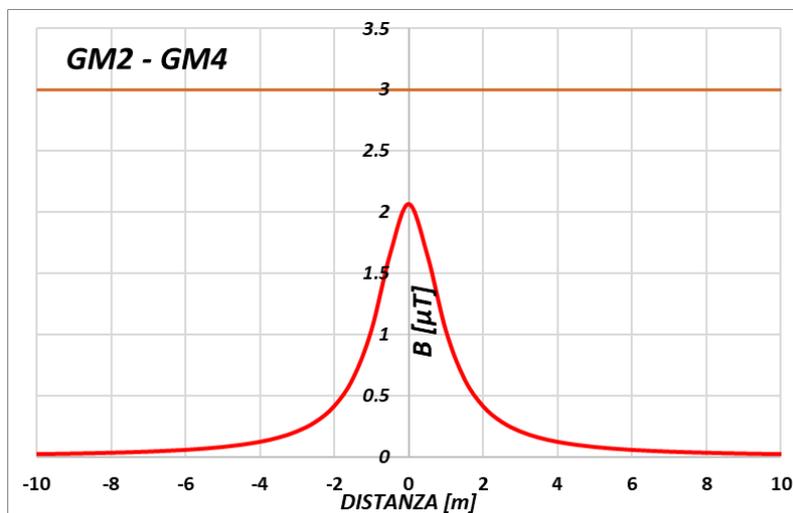


Figura 16: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GM2 – GM4

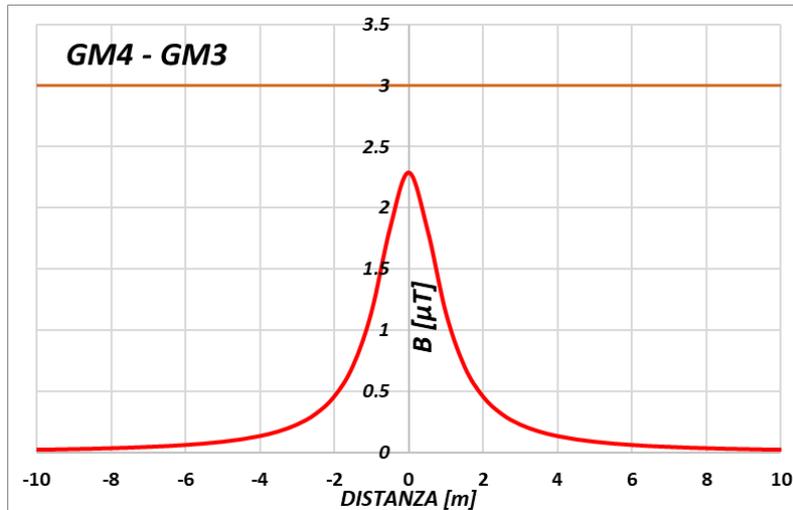


Figura 17: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GM4 – GM3

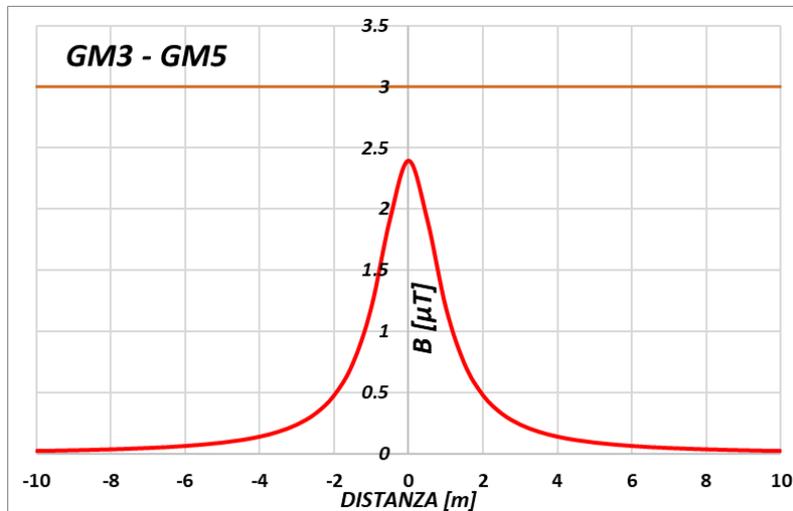


Figura 18: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GM3 – GM5

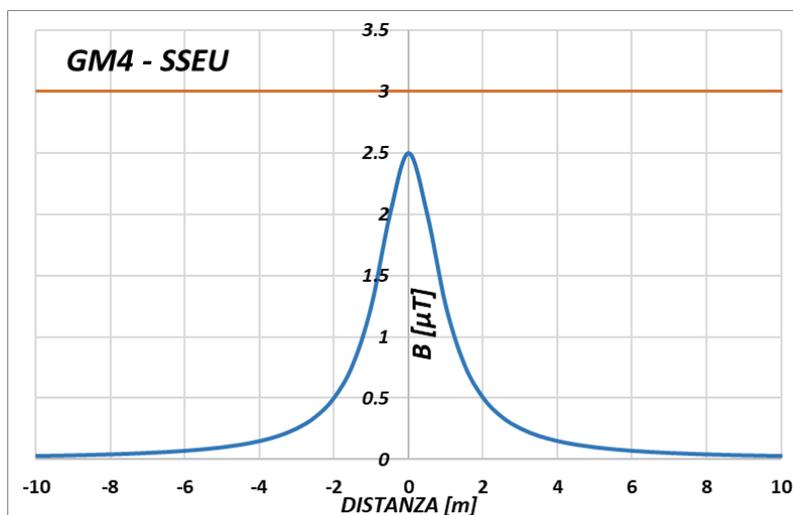


Figura 19: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto GM4 – SSEU

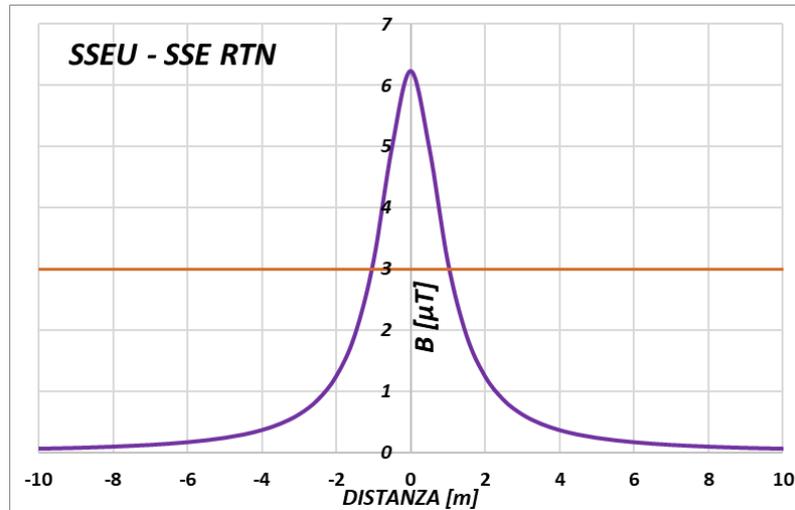


Figura 20: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del conduttore per il cavidotto SSEU – SSE RTN

Le figure sopra esposte rappresentano a titolo esemplificativo il caso estremo delle due linee di veicolazione dell'energia elettrica, ovvero quella risultante dall'entra-esce delle cabine di campo GS1–GS2–GS3–GS4–GM1–GM2–GM4–GM3–GM5–SSEU (per maggiore chiarezza si faccia riferimento allo schema di collegamento di Figura 9). Infine, in Figura 15 si è rappresentato l'andamento del campo magnetico della linea a 36 kV di collegamento tra cabina di raccolta all'interno della sottostazione utente SSEU e la stazione RTN "Santa Cristina Gela". I valori del campo magnetico sono stati misurati ad altezza conduttori (per la determinazione della DPA). Più precisamente, i risultati riportati nelle figure precedenti illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori interrati per le varie terne analizzate. Come si può vedere delle simulazioni effettuate, il campo magnetico risulta maggiore al limite di obiettivo di qualità di $3 \mu T$ per una distanza pari a 1.1 m per il caso più gravoso. Tali valori confermano la regola generale proposta dalla norma CEI 11–60 che suggerisce per elettrodotti interrati con corrente di funzionamento di 1110 [A] una D.P.A di 3.1 [m].



Figura 21: D.P.A per cavidotto interrato secondo norma CEI 11-60

7. ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI

L'impianto è progettato per operare in modo automatico e senza la presenza degli operatori, che potranno trovarsi in prossimità delle apparecchiature soltanto nel corso di interventi di manutenzione programmata o straordinaria, di natura saltuaria e non continuativa. In questi casi, è generalmente possibile operare in condizioni di impianto disattivato e dunque in assenza di campi elettrici e magnetici.

In alcune occasioni, tuttavia, è possibile che operatori professionali conducano alcune attività secondarie con l'impianto in esercizio. Una valutazione accurata di tipo preventivo del rischio indotto dalla presenza di campi EM relativa a tale eventualità è assai ardua, tenuto conto dell'estrema variabilità delle condizioni operative in termini di distanza, tempi di esposizione e condizioni dell'impianto. Per tale motivo essa sarà oggetto di apposita indagine in condizioni di esercizio.

Sulla scorta di indagini svolte su analoghi impianti, è tuttavia possibile estrapolare in via preventiva, anche se in modo approssimato, i valori di campo elettrico e magnetico ai quali gli operatori potranno essere soggetti. I valori di azione per gli effetti non termici sono riassunti nella tabella che segue:

Tabella 10: Valori di azione [*] per i campi elettrici e magnetici indotti alla frequenza di rete

Frequenza	VA (E) inferiori per l'intensità del campo elettrico [V/m] (valori RMS)	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)
50 Hz	10000	1000

(estr. D.Lgs. 159/2016) [*] "valori di azione (VA)", sono livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE (Valori Limite di Esposizione) e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione. In particolare il rispetto dei VA garantisce il rispetto dei pertinenti VLE, mentre il superamento dei VA medesimi corrisponde all'obbligo di adottare le pertinenti misure di prevenzione e protezione di cui all'articolo 210 del D.Lgs. 81/08.

Appare evidente come, sulla scorta di risultati riconosciuti, il campo magnetico ambientale non subisce variazioni di rilievo anche nelle immediate vicinanze dell'impianto. Esso risulterà decisamente basso e verosimilmente inferiore al campo magnetico residenziale, derivante da impianti ed apparecchiature di uso comune e sostanzialmente ubiquitario. Come già segnalato, sarà ovviamente cura del gestore procedere a valutazioni strumentali in ambiente di lavoro post-operam, al fine di ottemperare alla normativa vigente sulla sicurezza in ambiente di lavoro (D.Lgs. n.81 del 9 aprile 2008: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).

7.1. Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue; per cui la generazione dei campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

7.2. Sezione Corrente Continua

Considerando che la sezione di impianto in CC è percorsa da una corrente continua (0 Hz) in bassa tensione, si può affermare:

- I cavi di diversa polarizzazione (+ e -) sono sempre disposti a contatto fra di loro ciò fa sì che i loro campi magnetici statici influenzandosi reciprocamente creano un campo magnetico risultante nullo in ogni punto esterno;
- I cavi di dorsale dai sottoquadri di campo ai quadri di campo e agli inverter, che sono quelli che trasportano correnti di valore significativo, sono distanti diverse decine di metri dalle recinzioni di confine;

Inoltre il decreto legislativo n. 159 del 1° agosto 2016, stabilisce i valori limite di esposizione VLE per le frequenze inferiori a 1 Hz, ovvero i limiti per il campo magnetico statico secondo la seguente tabella.

Tabella 11: *VLE per l'induzione magnetica esterna per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz*

Valori limite di esposizione VLE relativi agli effetti sensoriali [T]	
Condizioni di lavoro normali	2 [T]
Esposizione localizzata degli arti	8 [T]
Valori limite di esposizione VLE relativi agli effetti sanitari [T]	
Condizioni di lavoro controllate	8 [T]

In riferimento alla Tabella 11 il VLE relativo agli effetti sensoriali è il VLE applicabile in condizioni di lavoro normali ed è correlato alla prevenzione di nausea e vertigini dovute a disturbi sull'organo dell'equilibrio, e di altri effetti fisiologici, conseguenti principalmente al movimento del soggetto esposto all'interno di un campo magnetico statico.

Il VLE relativo agli effetti sanitari in condizioni di lavoro controllate è applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano state adottate le misure di prevenzione di cui all'articolo 208, comma 4

I VLE per le frequenze inferiori a 1 Hz sono limiti per il campo magnetico statico, la cui misurazione non è influenzata dalla presenza del soggetto esposto.

7.3. Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi, pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzare l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (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)).

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110- 10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico;
- la componente continua immessa in rete. Il trasformatore elevatore contribuisce a bloccare tale componente. In ogni modo il dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue maggiori dello 0,5% della corrente nominale. Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino a 3 s) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

8. CONCLUSIONI

La determinazione delle DPA è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 e alle Norme CEI di riferimento, riportando per ogni opera elettrica la già menzionata DPA.

Tutte i cavidotti, delimitati dalla propria DPA, ricadono all'interno di aree nelle quali non risultano essere presenti recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere. Attraverso il calcolo del campo dell'induzione magnetica nelle varie sezioni dell'impianto fotovoltaico è stato rilevato che non ci sono fattori di rischio per la salute umana dovuti all'esercizio dell'impianto, 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, mentre, per quanto riguarda il campo elettrico generato si può sostenere che è nullo a causa dello schermo dei cavi e negli altri casi alquanto trascurabile per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Non si ritiene, pertanto, necessario adottare misure di salvaguardia particolari in quanto l'impianto in oggetto si trova in lontananza da possibili recettori sensibili presenti. In particolare, non si ravvisano pericoli per la salute dei lavoratori eventualmente presenti nelle aree interessate in quanto le zone che rientrano nel limite di attenzione ma non nell'obiettivo di qualità non richiedono la presenza umana per più di 4 h giornaliere, rientrando quindi nei limiti di legge. Si fa inoltre presente che, in fase di costruzione dell'impianto le linee saranno fuori tensione, pertanto i lavoratori non saranno esposti a nessun campo elettromagnetico; nelle fasi di collaudo e manutenzione ordinaria e/o straordinaria invece, come precedentemente descritto, per tutte le componenti dell'impianto vengono rispettati i valori di azione (e pertanto i valori limite di esposizione) indicati nel D.Lgs. 159/2016.

Non si ritiene pertanto necessario adottare misure di salvaguardia particolari in quanto l'impianto in oggetto si trova in zona agricola e sia gli impianti di produzione e le opere connesse (linee elettriche interrato) sono state posizionate in modo da osservare le relative fasce di rispetto dai possibili ricettori sensibili presenti.

Si sottolinea, peraltro, che tutte le componenti dell'impianto e le opere connesse sono state posizionate 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, ecc.

In ogni caso si rammenta che i calcoli sono stati effettuati con le correnti nominali in caso di massima potenza dell'impianto, correnti che saranno raggiunte solamente in limitati archi temporali. Si fa, inoltre, presente che all'interno delle stazioni elettriche possono accedere solamente persone esperte del settore e che le stesse risultano rispettare i limiti di campo elettromagnetico se realizzate secondo le specifiche ENEL, TERNA e le Norme CEI.

Si può concludere, pertanto, che la realizzazione delle opere elettriche relative all'impianto agrivoltaico sito in località "Galiello" nella città metropolitana di Palermo, nei comuni di Piana degli Albanesi, Santa Cristina Gela e Belmonte Mezzagno (PA) di proprietà de ESE Galiello S.r.l. rispetta la normativa vigente.