

IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE SOLARE CON POTENZA NOMINALE PARI A 875,00 kW

UBICATO NEL COMUNE DI VILAFRATI (PA) C.DA STALLONE

Richiesta di autorizzazione opere di rete ai sensi dell'art. 4 della L.R. 11/2022

Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) ai sensi dell'art. 6 del D.lgs. 28/2011

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

VALUTAZIONE INDUZIONE ELETTRICITÀ CAVIDOTTO E CABINE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello Prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo Docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	352033704	REL	03	01	23	REL. 3 Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine	10/10/2023	--

REVISIONI

Rev	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
00	10/10/23	Presentazione PAS e LR	G.B.	L.R.	V.R.

PROGETTAZIONE



dott. ing. VITTORIO RANDAZZO



Vittorio Randazzo

dott. ing. VINCENZO DI MARCO



Vincenzo Di Marco

GESTORE RETE ELETTRICA

RICHIEDENTE

MARTE S.r.l

MARTE S.r.l
sede legale: Via G.B. Soresina, 2
20144 Milano - Italia

Marte Srl
Via Giovanni Battista Soresina, 2
20144 Milano
CF 0717A13454620951

[Signature]

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704	DATA: 04/10/2023
	Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

INDICE

1	OGGETTO	2
2	NORMATIVA VIGENTE	4
2.1	Legislazione italiana	4
2.2	Normativa italiana CEI	7
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	9
3.1	Inquadramento dell'area	9
3.2	Descrizione dell'opera	12
3.3	Profili di potenza degli impianti fotovoltaici	12
3.4	Caratteristiche della rete elettrica	12
4	VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	13
4.1	Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione	13
4.2	Criteri di valutazione	13
4.3	Parco fotovoltaico	14
4.4	Cavidotti interrati	16
4.4.1	Collegamento in cavi interrati tra inverter e la cabina di campo	16
4.4.2	Collegamento in cavi interrati MT tra la cabina di campo e la cabina di consegna	16
4.4.3	Collegamento in cavo interrato 3x1x185 mm ² 20 kV con conduttori in alluminio, tra la cabina di consegna e l'impianto di rete	16
4.5	Considerazioni	21
5	CONCLUSIONI	21

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

1 OGGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico del tipo ad inseguitori monoassiali per la produzione di energia elettrica, sito nel Comune di Villafrati (PA) in C.da Stallone.

Le cabine, di campo e di consegna, saranno posizionate, anch'esse, nel comune di Villafrati (PA).

L'impianto sarà costituito da n. 1 lotto di produzione, avente una potenza installata di 935,22 kWp (pari alla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati) e potenza richiesta in immissione di 875 kW alla tensione di rete di 20 kV.

Il terreno dove sorgerà l'impianto fotovoltaico è costituito da un'area attualmente utilizzata ai fini agricoli avente estensione complessiva di circa 1,80 Ha, ed è identificato catastalmente al Foglio 3 e particelle 259-285-434-436-647 del relativo Comune.

L'impianto fotovoltaico è configurato con un sistema ad inseguitore solare monoassiale di tilt, con l'inseguitore solare che orienta i moduli fotovoltaici posizionandoli sempre nella direzione migliore per assorbire più radiazione luminosa possibile.

L'impianto prevede l'installazione di 1716 pannelli fotovoltaici da 545 Wp per una potenza di 935,22 kWp, raggruppati in stringhe e collegate a cinque distinti inverter.

Per l'impianto sarà realizzata una cabina elettrica per la conversione DC/AC e per l'elevazione della potenza a media tensione 20 kV, una cabina utente e una cabina di consegna.

L'impianto sarà idoneamente recintato e dotato dei dovuti sistemi di allarme e videosorveglianza. Sarà realizzata una rete di cavidotti interrati, interni al campo fotovoltaico, per la distribuzione della corrente continua e per la distribuzione della corrente alternata in bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed in media tensione fino alle cabine utente e di consegna.

Sarà realizzato un cavidotto interrato in media tensione 20 kV, singola terna su terreno agricolo, di collegamento tra la cabina di campo e la cabina di consegna.

Lo scopo del presente documento è descrivere le emissioni di campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici generati durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico e definire la compatibilità dell'impianto con i limiti normativi di esposizione e tutela della popolazione nonché permettere la verifica di compatibilità ed interferenza dell'impianto con eventuali impianti elettrici ed elettronici presenti in zona.

Nel § 2. si riportano alcune generalità sulle emissioni elettromagnetiche degli impianti elettrici, nel § 3. si illustrano i riferimenti legislativi e normativi in materia di emissioni elettromagnetiche e nel § 4. si riporta l'inquadramento dell'opera rispetto alle aree circostanti con particolare riferimento alle loro

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704	DATA: 04/10/2023
	Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

destinazioni d'uso e la descrizione dell'opera da realizzarsi così come risultante dagli elaborati progettuali forniti dal Committente. Il § 5. contiene la valutazione preventiva dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici per le aree limitrofe interessate dal progetto e la relativa verifica di conformità dell'opera alla legislazione vigente in materia di esposizione della popolazione. Il § 6. contiene le conclusioni finali sulla base delle risultanze espresse nei paragrafi precedenti.

GENERALITÀ SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

I campi elettromagnetici consistono di onde elettriche (E) e magnetiche (H) che viaggiano insieme. Esse si propagano alla velocità della luce, e sono caratterizzate da una frequenza ed una lunghezza d'onda. I campi ELF (Extremely Low Frequency) sono definiti come quelli di frequenza fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati e valutati separatamente.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche. Essi governano il moto di altre cariche elettriche che vi siano immerse. La loro intensità viene misurata in volt su metro (V/m) o in chilovolt su metro (kV/m). Quando delle cariche si accumulano su di un oggetto, fanno sì che cariche di segno uguale od opposto vengano, rispettivamente, respinte o attratte. L'intensità di questo effetto viene caratterizzata attraverso la tensione, misurata in volt (V). A ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, anche se non acceso, è associato un campo elettrico che è proporzionale alla tensione della sorgente cui è collegato. L'intensità dei campi elettrici è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza.

Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente.

Essi governano il moto delle cariche elettriche. 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). Ad ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, se il dispositivo è acceso e vi è una corrente circolante, è associato un campo magnetico proporzionale alla corrente fornita dalla sorgente cui il dispositivo è collegato. I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza. Essi non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, e li attraversano facilmente.

Ai fini dell'esposizione umana alle radiazioni non ionizzanti, considerando le caratteristiche fisiche delle

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

grandezze elettriche in gioco in un impianto fotovoltaico (tensioni fino a 20.000 V, correnti continue o alternate a frequenza di 50 Hz) i campi elettrici e magnetici sono da valutarsi separatamente perché disaccoppiati.

2 NORMATIVA VIGENTE

2.1 Legislazione italiana

A livello nazionale, il riferimento normativo per la sicurezza nei luoghi di lavoro è il decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 “Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro”. Le disposizioni specifiche in materia di protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici sono contenute nel Capo IV del Titolo VIII - Agenti fisici così come modificato dal Decreto Legislativo 1 AGOSTO 2016 N.159 (GU N. 192 del 18-8- 2016) che ha recepito in Italia la DIRETTIVA 2013/35/UE. Ai fini di agevolare la valutazione del rischio CEM è disponibile il documento redatto dal Coordinamento Tecnico Regioni in collaborazione con INAIL e ISS "Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII, Capo IV e s.m.i. sulla prevenzione e protezione dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici: Indicazioni operative " (approvato dal Gruppo di Lavoro Agenti Fisici il 18/03/2019 e dall'Area Prevenzione e Sanità Pubblica della Commissione Salute il 20/06/2019). Tale documento sostituisce integralmente il capitolo dedicato al Titolo VIII Capo IV, contenuto nelle Indicazioni Operative approvate dal Coordinamento Tecnico Interregionale per la Prevenzione e Sicurezza nei luoghi di Lavoro nel 2014.

Di fondamentale importanza risultano le seguenti definizioni:

- **elettrodotta:** è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- **esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici:** è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- **esposizione della popolazione:** è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- **limite di esposizione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine

- **valore di attenzione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

obiettivi di qualità sono:

- **i criteri localizzativi:** gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze;
- **i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico:** definiti dallo Stato secondo le previsioni, ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il DPCM 8 luglio 2003 attua quanto previsto dalla legge quadro riguardo alla "*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*".

Agli articoli 3 e 4 esso stabilisce i seguenti limiti:

- **Limite di esposizione:** 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico.
- **Valore di attenzione:** nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, 10 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio dell'elettrodotto;
- **Obiettivo di qualità:** 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 ... (omissis)...., 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.

Dal campo di applicazione del DPCM è espressamente esclusa, invece, l'applicazione dei limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità di cui sopra ai lavoratori esposti ai campi per ragioni professionali (art. 1 comma 2).

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine

Normativa	Limiti previsti	Campo magnetico [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
DPCM 08/07/2003	Limite di esposizione	100	5
	Valori di attenzione (24 ore di esposizione)	10	-
	Obiettivo di qualità	3	-

Inoltre, in base all'art. 1 comma 3 per tutte le sezioni di impianto non incluse nella definizione di “elettrodotti” o che sono esercite con frequenze diverse dai 50 Hz, fino a 100 kHz, si applicano i limiti della raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999. In particolare, andrà rispettato, se applicabile nei confronti della popolazione, per la sezione in corrente continua il limite di riferimento per induzione magnetica di 40.000 μ T.

Intervallo di frequenza [Hz]	Campo elettrico E [V/m]	Campo magnetico B [μ T]
0 - 1	-	40.000
1 - 8	10.000	40.000/f
8 - 25	10.000	5.000/f
25 - 800	250/f	5.000/f (100 μ T a 50 Hz)
800 - 3000	250/f	6,25

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti).

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. “La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In questi casi le fasce hanno infatti ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal decreto 449/88 stesso e dal successivo DM 16/01/91.

Dall'allegato al Decreto si ricavano in particolare le seguenti definizioni:

- **Fascia di rispetto:** è lo 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. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- **Distanza di prima approssimazione (Dpa):** per le linee è la 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.

2.2 Normativa italiana CEI

La costruzione ed esercizio della centrale elettrica, così come riportato negli elaborati tecnici di progetto, sarà eseguita secondo le norme di legge e le norme tecniche del CEI nonché, per la parte di connessione alla rete, secondo le disposizioni normative di Terna e dell'Enel Distribuzione S.p.a.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

La valutazione dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale è invece argomento della Norma CEI 211-4 v Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche', dalla quale sono state tratte tutte le ipotesi di calcolo.

In particolare tutti i conduttori costituenti la linea (sia i conduttori attivi sia i conduttori di guardia) sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro; in base a queste ipotesi, si trascura la componente longitudinale dell'induzione magnetica; nella realtà, i conduttori suddetti si dispongono secondo una catenaria, ma la componente longitudinale non supera in genere il 10% delle altre componenti del campo, per cui l'errore che si commette, nel calcolo della risultante, è certamente inferiore, in percentuale, a questo valore;

- i conduttori sono considerati di forma cilindrica, con diametro costante disposti a fascio di 3 per fase; si suppone che la distanza tra i singoli conduttori a uguale potenziale sia piccola rispetto alla distanza tra i conduttori a diverso potenziale; si suppone inoltre che i conduttori appartenenti ad un fascio siano uguali tra di loro e che, in una sezione normale del fascio, i loro centri giacciono su una circonferenza (circonferenza circoscritta al fascio); in base a queste ipotesi, si sostituisce al fascio di sub-conduttori un conduttore unico di opportuno diametro equivalente;
- il suolo è considerato piano, privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- si trascura l'influenza sulla distribuzione del campo dei tralicci stessi, di piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto che si trovi nell'area interessata, ovvero si calcola il campo imperturbato.

Le ipotesi suddette permettono di ridurre il calcolo del campo ad un problema piano, essendo, in questo caso, la distribuzione stessa uguale su qualunque sezione normale all'asse longitudinale della linea. A parità di altri fattori, l'accuratezza dei dati forniti è ovviamente tanto maggiore quanto più le condizioni reali sono aderenti a quelle sopra elencate.

La guida 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" costituisce l'applicazione delle formule fornite dalla guida CEI 211-4 ai diversi tipi di elettrodotti, quindi anche interrati.

A sufficiente distanza dalla terna di conduttori, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un cilindro avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

La sezione trasversale di tale cilindro è una circonferenza. Prendendo in considerazione il valore di 3 μ T, si può calcolare il raggio della corrispondente circonferenza, che costituisce la fascia di rispetto.

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

3.1 Inquadramento dell'area

L'impianto fotovoltaico che insiste sul territorio del Comune di Villafrati è identificato catastalmente alle seguenti particelle:

Foglio 3 - Particelle 259-285-434-436-647

e può essere identificato alle seguenti coordinate geografiche:

Lat.: 37°56'19.11"N

Long.: 13°28'33.51"E

L'accesso all'impianto di produzione avviene percorrendo la Strada Provinciale 77, ed immettendosi su C.da Stallone.

L'impianto di rete per la connessione di E-Distribuzione spa interessa il solo Comune di Villafrati. Esso è costituito da una cabina di consegna, e dal cavidotto interrato MT 20 KV.

Dalla cabina di consegna, il cavidotto di connessione alla rete MT 20 kV sarà interrato su terreno agricolo fino al punto di connessione rappresentato da un nuovo sostegno posto sotto linea esistente MT a 20 kV. Il provvedimento di concessione per il passaggio e l'interramento dei cavidotti su dette aree sarà acquisito nell'ambito del procedimento di autorizzazione semplificata dell'impianto di produzione comprensivo delle opere di rete per la connessione.

L'impianto di produzione avrà le caratteristiche che vengono di seguito riportate:

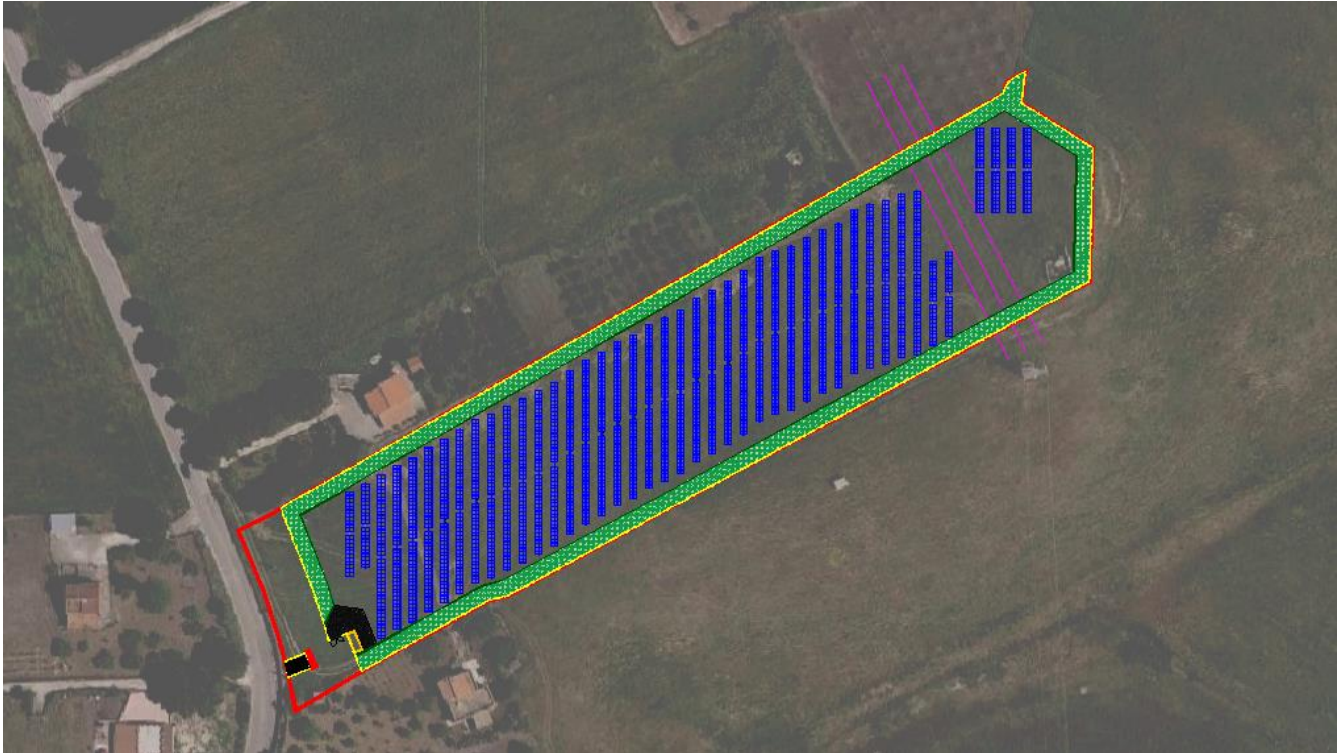
DATI DI UBICAZIONE	
Regione	SICILIA
Provincia	PALERMO
Comune	VILLAFRATI
Indirizzo	C.DA STALLONE

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine

Coord. Geografiche (impianto di produzione)	Lat.: 37°56'19.11"N Long.: 13°28'33.51"E	Altitudine ≈ 440 mt s.l.m.
Superficie complessiva	1,80 Ha	
Particelle catastali	<p><u>Impianto di produzione</u> Comune di Villafrati (PA) Foglio 3 - Particelle 259-285-434-436-647</p> <p>Cabina di campo Comune di Villafrati (PA) Foglio 3 - Particelle 259-285-434-436-647</p> <p><u>Impianto per la connessione alla rete di E-Distribuzione spa</u></p> <p>Cabina di consegna Comune di Villafrati (PA) Foglio 3 - Particelle 259-285-434-436-647</p> <p>Cavidotto interrato e - distribuzione Comune di Villafrati (PA) Foglio 3 - Particelle 259-285-434-436-647 Foglio 2 - Particella 163</p> <p>Cabina di consegna – Punto di connessione su nuovo sostegno sotto linea esistente: Strada agricola. Lunghezza ≈ 450,00 metri;</p>	

Tabella 1 - Dati ubicazione impianto

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	DATA: 04/10/2023
		<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>



Planimetrie ubicazione impianto

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

3.2 Descrizione dell'opera

Lungo i lati dell'impianto sarà installata una recinzione con reti metalliche, plasticate di colore verde a fili orizzontali ondulati, formate da fili zincati disposti in senso verticale ed orizzontale saldati tra loro, fino ad un'altezza complessiva di 2,5 metri. I sostegni saranno in acciaio zincato a caldo, infissi a terra. Dal punto di vista elettrico l'Impianto è stato progettato utilizzando lo schema della conversione centralizzata mediante un totale di n. 5 convertitori (inverter) della potenza nominale complessiva (potenza in uscita dagli inverter) di 875 kW, distribuiti secondo gli schemi illustrati nelle tavole allegate. Pertanto, gli elettrodotti interni saranno in bassa tensione, corrente continua e corrente alternata, e in media tensione 20 kV a valle della trasformazione bt/MT.

I cablaggi tra i moduli fotovoltaici e tutti i cablaggi dell'impianto di produzione fino ai rispettivi "inverter" sono eserciti in corrente continua. Infatti, i moduli fotovoltaici trasformano l'energia del sole in energia elettrica in corrente continua.

Negli inverter avviene la conversione dell'energia elettrica prodotta da corrente continua a bassa tensione a corrente alternata trifase a bassa tensione (800 V); dagli inverter partono le terne che andranno ad attestarsi sul trasformatore presente all'interno della cabina di campo, che andrà ad elevare la tensione a 20.000 V. Dal trasformatore, la terna andrà ad attestarsi al quadro di MT, e da qui raggiungerà il quadro presente nella cabina di consegna. Da qui tramite cavo interrato raggiunge il punto di connessione in MT su rete RTN.

3.3 Profili di potenza degli impianti fotovoltaici

La massima potenza elettrica che può essere prodotta dall'impianto fotovoltaico per progetto non sarà inferiore al 75% della potenza nominale del campo fotovoltaico. Generalmente nei mesi primaverili un buon impianto fotovoltaico può arrivare a produrre in c.a. circa il 90% della potenza nominale del campo fotovoltaico. A vantaggio di sicurezza per il calcolo del limite di esposizione ai campi elettromagnetici si utilizzeranno le potenze nominali degli apparati elettrici principali.

3.4 Caratteristiche della rete elettrica

La rete elettrica da realizzare è divisa in due sezioni in base alla tensione di esercizio:

- Bassa Tensione (inferiore a 1 kV) in parte interna alle recinzioni dei campi che compongono la centrale fotovoltaica ed in parte esterna ai campi, in corrispondenza del tratto di strada dalla cabina utente all'ingresso dei vari campi fotovoltaici;

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

- Media Tensione (20 kV) dalle cabine di trasformazione alla cabina di sezionamento, da qui alla cabina utente e in seguito alla cabina di consegna; tali condutture sono tutte realizzate in esecuzione interrata secondo la norma CEI 11-17 e il regolamento di attuazione del Codice della Strada.

Particolari realizzativi di questa sezione di rete sono:

- utilizzo di cavi unipolari a campo elettrico radiale singolarmente schermati con gli schermi atterrati ad entrambe le estremità, disposti ad elica visibile su linee parallele in piano, posati direttamente nello scavo;
- disposizione nello scavo di corda nuda in rame, parallelamente agli elettrodotti, per la realizzazione di un impianto di terra globale tra l'impianto e la cabina di consegna.

4 VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

4.1 Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all'interno dell'impianto fotovoltaico, essendo l'accesso alla centrale ammesso esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003.

Rimane comunque inteso che i limiti esposti dal DPCM si applicano esclusivamente alla parte esterna della centrale e relativamente ai campi magnetici prodotti da correnti di frequenza 50 Hz. Per la valutazione dei campi magnetici statici prodotti dalla sezione in corrente continua, se necessario, si farà riferimento alla raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999.

4.2 Criteri di valutazione

Considerando che la grossa parte dell'impianto è a bassa tensione, che la massima tensione elettrica all'interno ed all'esterno è di 20.000 V e che campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle recinzioni, dagli alberi, dalle strutture metalliche portamoduli, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica.

In particolare, è stato più volte dimostrato da misure sperimentali condotte in tutta Italia dal sistema agenziale ARPA sulle cabine MT/BT della Distribuzione, che i campi elettrici all'esterno delle cabine a media tensione risultano essere abbondantemente inferiori ai limiti di legge.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

Per quanto concerne invece i campi magnetici è necessario identificare nella centrale fotovoltaica le possibili sorgenti emissive e le loro caratteristiche.

La Centrale fotovoltaica può essere divisa nelle seguenti sezioni elettromagneticamente distinte:

- il parco fotovoltaico,
- i convertitori (inverter DC/AC);
- le linee in cavo interrate;
- le cabine (di campo e di consegna).

4.3 Parco fotovoltaico

Una prima sorgente emissiva è rappresentata dal generatore fotovoltaico e dai relativi cavidotti di collegamento con la cabina elettrica dove avviene la conversione e trasformazione.

Considerando che:

- tale sezione di impianto è tutta esercita in corrente continua (0 Hz) in bassa tensione;
- buona esecuzione vuole che i cavi di diversa polarizzazione (+ e -) viaggino sempre a contatto, annullando reciprocamente quasi del tutto i campi magnetici statici prodotti in un punto esterno (tale precauzione viene in genere presa soprattutto al fine della protezione dalle sovratensioni limitando al massimo l'area della spira che si viene a creare tra il cavo positivo e il cavo negativo);
- i cavi di dorsale dai sottoquadri di campo ai quadri di campo e agli inverter, che sono quelli che trasportano correnti in valore significativo, sono tutti eseguiti in posa interrata e distanti diversi metri (almeno 10) dalle recinzioni di confine;
- per la frequenza 0-1 Hz il limite di riferimento per induzione magnetica che non deve essere superato è di 40.000 μ T, valore 400 volte più alto dell'equivalente per la corrente a 50 Hz;

Si può certamente escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo magnetico statico dovuti alla sezione in corrente continua.

Riguardo all'*inverter* essi saranno certificati CE e in particolare rispetteranno tutte le norme nazionali ed europee in materia di compatibilità elettromagnetica in conformità alla direttiva EMC (direttiva compatibilità elettromagnetica).

Essi presentano emissioni all'esterno praticamente trascurabili.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine

Non si considerano importanti per la verifica dei limiti di esposizione, considerando che tali locali non prevedono la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione molto limitate nel tempo, i seguenti componenti:

- **i cavi a media tensione e le sbarre dei quadri di media tensione** (non accessibili a personale non autorizzato);
- **i cavi di bassa tensione** tra il trasformatore e gli inverter considerando che le diverse fasi saranno in posa ravvicinata in cunicolo interrato all'interno della cabina o comunque all'interno dell'impianto.

Si ricorda a tal proposito che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio, il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori. Per questo motivo il problema dei campi magnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo dove gli spessori degli isolanti sono molto contenuti permettendo alle tre fasi di essere estremamente ravvicinate tra loro se non addirittura inserite nello stesso cavo multipolare (bassa tensione).

Nelle **cabine**, in generale sono presenti i seguenti apparati:

- quadri elettrici (in bassa e media tensione),
- trasformatori BT/MT.

Tutte le apparecchiature racchiuse entro quadri metallici (quadri BT, quadri MT) presentano emissioni all'esterno praticamente trascurabili, mentre deve essere valutato il campo magnetico generato dai trasformatori, ad opera dei flussi dispersi.

La valutazione dei campi generati dal trasformatore parte da dati sperimentali su una taglia e tipo standard di trasformatore MT/BT per poi essere estesa con le dovute approssimazioni alla varia gamma di tipologie e potenze. Si riporta in tabella l'induzione magnetica prodotta dal trasformatore MT/BT in resina della potenza di 1250 kVA con tensione di corto circuito pari al 6%.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità:	DATA: 04/10/2023
	352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine

Potenza Trasformatore	Distanza dal Trasformatore				
	1 m	2 m	3 m	5 m	7 m
1250 kVA	152,65	21,92	7,04	1,68	0,66

I valori ottenuti sono compatibili con la legislazione sia all'interno che all'esterno della centrale.

Pertanto, nel nostro caso, considerando che la Potenza massima del Trasformatore pari a 1250 kVA e considerando anche una sovrapposizione degli effetti in un punto esterno alla centrale, il valore di induzione magnetica determinato dalle varie sorgenti in condizioni di funzionamento a potenza nominale sarà di molto inferiore al limite di esposizione.

4.4 Cavidotti interrati

Come si evince dalle tavole allegate il progetto prevede la realizzazione di cavidotto MT interrato:

4.4.1 Collegamento in cavi interrati tra inverter e la cabina di campo

Il cavidotto in progetto a 800 V (Tensione di uscita degli inverter) sarà costituito da una terna di cavi unipolari, isolati in gomma HEPR, di qualità G16, sotto guaina di PVC, per posa interrata (FG16R16).

4.4.2 Collegamento in cavi interrati MT tra la cabina di campo e la cabina di consegna

La linea di connessione tra la Cabina Utente e la Cabina di consegna, sarà realizzata con cavi direttamente interrati. La posa interrata avverrà ad una profondità di 1,1 - 1,2 m. Il tipo di cavo utilizzato è del tipo RG7H1OR - Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

Il cavidotto in progetto a 20 kV (Classe 2° ai sensi della CEI 11-4) sarà costituito da una terna di cavi unipolari isolato in gomma HEPR di qualità G16, sotto guaina di PVC, per posa interrata (FG16R16).

4.4.3 Collegamento in cavo interrato 3x1x185 mm² 20 kV con conduttori in alluminio, tra la cabina di consegna e l'impianto di rete

Per quanto riguarda i campi elettrici prodotti dagli elettrodotti interrati, essi sono trascurabili grazie allo schermo dei cavi interrati ad entrambe le estremità e all'effetto schermante del terreno stesso.

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704 Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	DATA: 04/10/2023
		<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

Cavidotti interrati MT impianto di rete

Il cavidotto di collegamento alla RTN è costituito da una linea elettrica interrata, con protezione meccanica supplementare (non avendo il cavo resistenza meccanica sufficiente) costituita da tubo corrugato di diametro adeguato, come indicato dal documento guida di E-Distribuzione s.p.a. per la realizzazione delle linee in cavo sotterraneo MT, ed. 1 del giugno 2003, e dall'art. 4.3.11, lettera b) della norma CEI 11-17.

La minima profondità di posa tra le tubazioni protettive e la superficie del suolo è non inferiore a 1,0 m, come previsto dalla stessa CEI 11-17.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)" costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991.

Per quanto detto sopra, nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria. Tale risultato è coerente con il risultato rappresentato all'interno del documento di Enel Distribuzione Spa denominato "Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", di cui si allega in figura il contenuto. c)



Cabine elettriche

Per quanto riguarda le cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704	DATA: 04/10/2023
	Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine

n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

1. Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.
2. Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttori + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 \cdot X^{0.5241} \cdot \sqrt{I}$$

Nella tabella successiva si riportano a titolo di esempio le distanze di prima approssimazione (Dpa) per fasce di 3 µT calcolate in alcuni casi reali.

Diametro dei cavi (m)	Tipologia trasformatore (kVA)	Corrente (A)	Dpa (m)
0.010	250	361	1
	400	578	1
	630	909	1.5
0.012	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.014	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.018	250	0.947	1.5
	400	1.199	1.5
	630	1.503	2
0.022	250	361	1.5
	400	578	1.5
	630	909	2
0.027	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5
0.035	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5

Tabella 1 - Distanze di prima approssimazione (Dpa) per fasce di 3 µT calcolate in alcuni casi reali

Per cabine secondarie di consegna MT, ovvero senza trasformazione, la DPA da considerare è quella della linea MT entrante/uscente, come indicato anche nelle Linee guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29.05.08 "Distanza di prima approssimazione (Dpa) da linee e cabine elettriche"

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704	DATA: 04/10/2023
	Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

redatte da Enel Distribuzione S.p.A. al fine di semplificare ed uniformare l'approccio al calcolo della Distanza di Prima Approssimazione dei propri impianti.

Prendendo in considerazione il caso peggiore, risulta una Dpa pari a 2,5 m. Nella zona di installazione della cabina di consegna e trasformazione non sono presenti entro tale limite aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Secondo le Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche redatto da Enel Distribuzione lato media tensione, si riportano di seguito le indicazioni per le DPA, con una distanza di prima approssimazione da 1,5 metri a 2,0 metri per l'installazione di un trasformatore BT/MT da 630 kVA.

Nel caso in esame, nonostante il trasformatore sia da 1250 kVA le correnti in gioco sono comunque assimilabili a quelle della tabella sopraindicata; pertanto è possibile tenere conto delle indicazioni della Tabella 1.

MARTE S. r. l.

Sede Legale: Via G.B. Soresina 2
20144 - Milano

Codice di rintracciabilità:

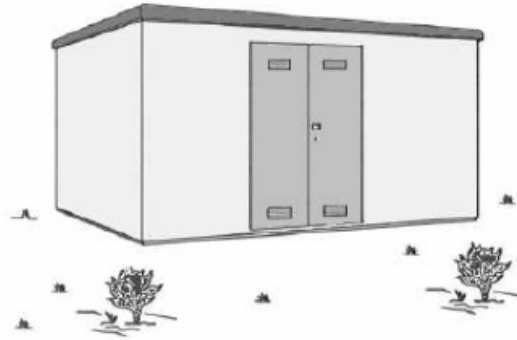
352033704

Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc

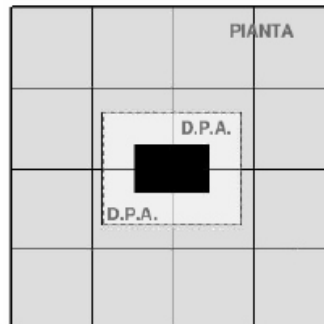
DATA: 04/10/2023


*Valutazione induzione
elettromagnetica
cavidotto e cabine*


**B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO –
TENSIONE 15 KV O 20 KV**



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



 $< 3 \mu\text{T}$

 $> 3 \mu\text{T}$

DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

MARTE S. r. l. Sede Legale: Via G.B. Soresina 2 20144 - Milano	Codice di rintracciabilità: 352033704	DATA: 04/10/2023
	Villafrati (PA) - Contrada Stallone, snc	<i>Valutazione induzione elettromagnetica cavidotto e cabine</i>

4.5 Considerazioni

Si ribadisce che le correnti utilizzate nei calcoli, ai sensi della normativa vigente, sono ben maggiori delle correnti di impiego valutate alla potenza nominale dell'impianto. Inoltre la scelta di sezioni dei cavi (e quindi portate) elevate ha anche lo scopo di ridurre le cadute di tensione sulle linee, a fronte di correnti di esercizio ridotte rispetto alla portata del cavo stesso.

A seguito dei sopralluoghi effettuati si è riscontrato che le distanze di rispetto calcolate sono sempre rispettate, considerando il fatto che gli edifici ad uso residenziale o similare più vicini alla viabilità lungo la quale saranno interrate le linee a MT si trovano a distanze superiori dalla sede stradale rispetto alla fascia di rispetto.

5 CONCLUSIONI

A seguito delle valutazioni preventive eseguite, tenendo sempre presente le dovute approssimazioni conseguenti alla complessità geometrica della sorgente emissiva e precisando che le simulazioni dei paragrafi precedenti riguardano solo le opere elettriche di progetto, si presume che l'opera proposta, per le sue caratteristiche emissive e per l'ubicazione scelta, sarà conforme alla normativa italiana in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici. Successivamente alla realizzazione ed entrata in esercizio dell'impianto, il rispetto dei limiti di esposizione, se necessario, potrà essere verificato e confermato con misure dirette in campo.