

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

1 di/of 50

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV FOGGIA"  
49,40 MWp  
e opere di connessione alla RTN  
COMUNE DI FOGGIA (FG)**

**Valutazione Preventiva  
Campi Magnetici**



SCS Ingegneria S.R.L.

Via F.do Ayroldi, 10

72017 – Ostuni (BR)

Tel/Fax 0831.336390

IL DIRETTORE TECNICO:

**ING. ANTONIO SERGI**

REV. N.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	APPROVATO
00	15/12/2021	Emissione documento	V. Decarolis – S. Miccoli	A. Sergi

PROGETTO/Project	SCS CODE																		
	COMPANY	FUNCTION	TYPE	DISCIPLINE			COUNTRY		TEC.	PLANT			PROGRESSIVE		REVISION				
FV FOGGIA 7112	SCS	DES	R	E	L	E	I	T	A	P	7	1	1	2	0	1	0	0	0

**SOGGETTO PROPONENTE:**

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

2 di/of 50

## **INDICE**

1	PREMESSA .....	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	d.p.c.m. 22.02.2001 N.36 .....	4
2.2	D.M. Ambiente 29.05.2008 Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti .....	6
2.3	D.M. Ambiente 29.05.2008 – Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica .....	8
2.4	Linee Guida ENEL per applicazione del § 5.1.3 Allegato D.M.Ambiente 29.05.2008 .....	9
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	10
3.1	layout impianto .....	11
3.2	IINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO .....	13
3.3	CABINE DI CONVERSIONE.....	15
3.4	CABINA GENERALE MT.....	20
3.5	CABINA DI RACCOLTA MT .....	22
3.6	CAVIDOTTO MT ESTERNO DI COLLEGAMENTO IMPIANTO FV STAZIONE UTENTE AT/MT .....	23
3.7	STAZIONE DI UTENZA MT/AT .....	24
4	FONTE DI EMISSIONE .....	31
5	VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO .....	31
5.1	VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO.....	32
5.2	VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO .....	32
6	METODO DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO .....	33
7	CALCOLO E VERIFICA DEL CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DAI CAVI MT INTERNI ED ESTERNI AL PARCO FOTOVOLTAICO .....	34
8	CALCOLO E VERIFICA DEL CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DALLE CABINE ELETTRICHE .....	42
8.1	Fascia di rispetto.....	42
9	CALCOLO DPA DELLA STAZIONE UTENTE AT/MT .....	44
9.1	EDIFICIO QUADRO MT SOTTOSTAZIONE UTENTE.....	45
10	ABBATTIMENTO DEL CAMPO ELETTRICO .....	49
11	CONCLUSIONI .....	49

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

3 di/of 50

## **1           PREMESSA**

Scopo della presente relazione tecnica è riportare una valutazione dell'esposizione umana ai campi magnetici ed elettrici prodotti dagli equipment e dai cavi in MT dell'impianto fotovoltaico di produzione di energia da fonte solare di potenza complessiva pari a 49,40 MWp, denominato in seguito "FV FOGGIA" e allo stesso tempo dagli equipment e dai cavi MT e AT necessari per la sua connessione alla RTN.

Nello specifico, l'analisi verterà nella valutazione di campi magnetici ed elettrici prodotti dalle Cabine Inverter, dalle cabine elettriche MT di campo e dai cavi di media tensione MT interni al campo fotovoltaico, dal cavidotto MT esterno allo stesso e necessario al collegamento alla nuova stazione utente di trasformazione AT/MT. Per la connessione alla RTN, la società proponente ha stipulato un accordo di condivisione dello stallo di connessione assegnato da Terna S.p.A. alla società Develop S.r.l. L'accordo prevede inoltre la condivisione delle opere elettromeccaniche (stallo AT di linea) per il collegamento alla sezione 150 kV della RTN della SE di Manfredonia.

L'impianto FV è suddiviso in 11 sottocampi, ad ognuno di essi è associato una cabina di trasformazione MT/BT (Cabina di campo/Conversion Unit), con potenza nominale da 3990 kVA. La distribuzione MT interna è esercita ad una tensione di 30 kV mediante delle linee MT con distribuzione radiale. Nello specifico, essendo l'impianto in oggetto caratterizzato da due aree fisicamente separate (Area Nord e Area Sud), per ognuna di queste è prevista l'installazione di una cabina elettrica MT. La cabina elettrica MT dell'area Nord viene denominata "Cabina di raccolta MT", quella dell'Area Sud invece "Cabina Generale MT". Nell'area nord, due linee di media tensione sono attestate alla cabina di raccolta MT. Da questa vi è un collegamento MT tra le due aree mediante una linea di media tensione che si attesta alla cabina generale MT dell'Area Sud. A quest'ultima si attestano inoltre le tre linee MT radiali dell'Area Sud e vi è infine il cavidotto esterno al parco FV per il collegamento generale dell'impianto con la sottostazione Utente 150/30 kV.

L'obiettivo della presente relazione è quello di determinare l'entità delle fasce di rispetto attorno alle linee e di definire la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), come richiesto dal DM 29/5/2008. Pertanto, vengono qui riportati i risultati del calcolo del campo magnetico prodotto della rete sopra specificata, nelle diverse condizioni di posa e di esercizio.

<b>SOGGETTO PROPONENTE:</b> <b>LIMES 9 S.R.L.</b>  Via Alessandro Manzoni, 41  20121 – MILANO (MI)		<b>CODICE</b> SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00  <b>PAGINA</b> 4 di/of 50
---	---	---

## **2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete(50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Decreto del 29/05/08, "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- Linee Guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. Ambiente 29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (*Dpa*) da linee e cabine elettriche;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99, "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia";
- Decreto del 27/02/09, Ministero della Sviluppo Economico;
- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.

### **2.1 D.P.C.M. 22.02.2001 N.36**

Il DPCM 22.02.2001 n. 36 detta i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine ed assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio promuovendo l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

<b>SOGGETTO PROPONENTE:</b> <b>LIMES 9 S.R.L.</b>  Via Alessandro Manzoni, 41  20121 – MILANO (MI)		<b>CODICE</b> SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00  <b>PAGINA</b> 5 di/of 50
---	---	---

In particolare la legge trova applicazione, tra l'altro, agli elettrodotti intesi come insieme di linee elettriche, sottostazione e cabine di trasformazione.

In base alla legge quadro, per esposizione si intende la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. In base alla medesima legge, si intende per limite di esposizione il valore del 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.

La legge quadro introduce altresì il valore di attenzione, quale 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.

La stessa legge individua le funzioni dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni.

In particolare, lo Stato esercita le funzioni relativamente a:

- determinazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, in relazione al preminente interesse nazionale per la definizione di criteri unitari e normative omogenee;
- promozione di attività di ricerca e sperimentazione tecnico – scientifica;
- istituzione del catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate, al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente;
- determinazione dei criteri di elaborazione dei piani di risanamento;
- individuazione delle tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico;
- realizzazione di accorsi di programma con i titolari di elettrodotti al fine di promuovere tecnologie e tecniche di costruzione degli impianti che consentano di minimizzare le emissioni e di tutelare il paesaggio;
- definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV;
- determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per elettrodotti, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario o comunque ad uso comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Le competenze delle regioni sono precisate dall'art. 8 della Legge n. 36/2001.

In particolare, nel rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità nonché dei criteri e delle modalità fissati dallo Stato, sono di competenza delle regioni, le seguenti funzioni:

- definizioni dei tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, con la previsione di fasce di rispetto e dell'obbligo di segnalarle;
- modalità per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti, in conformità ai criteri di semplificazione amministrativa, tenendo conto dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici preesistenti;
- realizzazione e gestione, in coordinamento con il catasto nazionale, di un catasto delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, al fine di rilevare i livelli dei campi sul territorio regionale, con riferimento alle condizioni di esposizione della popolazione;
- individuazione di strumenti ed azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità;
- concorso all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute derivanti dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

## **2.2 D.M. AMBIENTE 29.05.2008 APPROVAZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO PER GLI ELETTRODOTTI**

Con il D.M. 29.05.2008 viene approvata la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti elaborata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici nel rispetto dei principi della Legge Quadro n.36/2001 e del D.P.C.M. 08.07.2003.

La metodologia elaborata dall'ARPAT spiega che la tutela prevista dal DPCM 08.07.2003 si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti sia sulla regolamentazione delle nuove installazioni e/o dei nuovi insediamenti in prossimità di elettrodotti esistenti.

Il primo caso, che non è oggetto della metodologia, trova attuazione attraverso gli strumenti della vigilanza sul rispetto di limitazioni nell'esercizio degli elettrodotti e tiene conto dell'effettiva esposizione delle popolazioni.

Il secondo caso si attua mediante gli strumenti di pianificazione territoriale ed in particolare mediante la previsione di fasce di rispetto.

La metodologia approvata dal D.M. Ambiente 29.05.2008, elaborata dall'ARPAT ai sensi dell'art.6 comma 2 del DPCM 08.07.2003, ha lo scopo di fornire la procedura per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto, che devono attribuirsi ove sia applicabile, in base allo stesso DPCM, l'obiettivo di qualità.

Secondo la metodologia ARPAT, per "Fascia di rispetto" si intende lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra ed al di sotto del livello del suolo,

**SOGGETTO PROPONENTE:**

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

7 di/of 50

caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, con la conseguenza che, in base all'art.4 comma 1 lettera h della Legge Quadro n.36/2001, 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.

In base alla stessa metodologia, per "Distanza di prima approssimazione" (Dpa) per le linee si intende 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.

Pertanto, per linee elettriche aeree e non, lo spazio costituito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, definisce attorno ai conduttori un volume e, la superficie di questo volume delimita la fascia di rispetto pertinente ad una o più linee elettriche aeree e non.

Per le cabine, la "Distanza di prima approssimazione" è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

In ogni caso le superfici definite dai punti di valore equivalente all'obiettivo di qualità comprendono al loro interno tutti i punti con valore di induzione maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Ai sensi dell'art.6 comma 1 del DPCM 08.07.2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata.

Per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

Per gli elettrodotti aerei con tensione inferiore a 100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata di corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori.

Per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente come definita nella norma CEI 11-17, ovvero il 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.

In base al D.M. Ambiente 29.05.2008, restano escluse dall'applicazione della metodologia le linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50 Hz), le linee definite di classe zero e di prima classe secondo il D.I. 21.03.1988 n.449, nonché le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree) in quanto, in tutti questi casi, le fasce associabili hanno ampiezza ridotta,

inferiori alle distanze previste dal D.I. n.449/88 e dal D.M.LL.PP. del 16.01.1991.

### **2.3 D.M. AMBIENTE 29.05.2008 – APPROVAZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURA E VALUTAZIONE DELL'INDUZIONE MAGNETICA**

Con il D.M. 29.05.2008 viene approvata la metodologia di calcolo per la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità, elaborata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici nel rispetto dei principi della Legge Quadro n.36/2001 e del D.P.C.M. 08.07.2003.

La metodologia elaborata dall'ARPAT spiega che le procedure individuate si riferiscono a valutazioni dell'induzione magnetica basate su misure e non su simulazioni modellistiche, rivestono carattere di ampia generalità e risultano applicabili anche a casi particolari.

La tutela di cui al DPCM 08.07.2003 si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti sia sulla progettazione delle nuove installazioni e/o nuovi insediamenti presso elettrodotti preesistenti. L'attuazione della vigilanza sul rispetto di limitazione nell'esercizio degli elettrodotti tiene conto dell'effettiva esposizione delle popolazioni. La grandezza fisica oggetto dei controlli è l'induzione magnetica, variabile in funzione della richiesta dell'utenza, della disponibilità di energia e delle condizioni di carico della rete.

L'art.3 comma 2 del DPCm 08.07.2003 prescrive che si assuma per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'art.4 comma 2 del DPCm 08.07.2003 fissa l'obiettivo di qualità in 3  $\mu$ T, inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Nello stesso tempo, la metodologia spiega che le misure ai fini del non superamento dei limiti di esposizione non sono oggetto del documento elaborato.

L'art.5 comma 1 del DPCM 08.07.2003 prescrive che le tecniche di misurazione da adottare sono quelle della norma CEI 211-6 (data di pubblicazione 2001-01) e successivi aggiornamenti.

Il valore di induzione magnetica utile per la valutazione del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità si ottiene come mediana dei valori registrati durante le misure dirette prolungate per almeno 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. La frequenza di campionamento deve essere rappresentativa dell'andamento dell'induzione nelle 24 ore e comunque con acquisizione non inferiore ad un campione al minuto.

## 2.4 LINEE GUIDA ENEL PER APPLICAZIONE DEL § 5.1.3 ALLEGATO D.M.AMBIENTE 29.05.2008

Il documento fa seguito ad una precedente pubblicazione ENEL contenente l'Istruzione Operativa "Campi magnetici da correnti a 50 Hz – Distanza di Prima Approssimazione (Dpa) da linee e cabine elettriche", emanata al fine di dare un indirizzo comune a tutte le unità produttive relativamente all'iter autorizzativo per la costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche) ed alla fornitura di dati tecnici su richiesta delle amministrazioni locali, in sede di progettazione di nuovi luoghi tutelati, pubblici o privati.

Analogamente, le Linee Guida sono state elaborate da Enel Distribuzione S.p.A. al fine di semplificare ed uniformare l'approccio al calcolo della Distanza di prima approssimazione dei propri impianti, utilizzabile sia da parte dei privati in sede di realizzazione di nuovi insediamenti sia da parte degli organi di controllo in sede di verifica.

La Dpa viene calcolata in conformità alla norma CEI 211-4 per le tipologie standard di linee e cabine elettriche AT e MT di proprietà Enel Distribuzione S.p.A., in funzione della geometria dei conduttori e della portata di corrente in servizio normale, nei seguenti casi:

- A) linee At e Cabine Primarie (CP);
- B) linee MT e Cabine secondarie (CS).

In particolare, nel caso di cabine elettriche, secondo il § 5.2 dell'allegato al DM 29.05.2008, la fascia di rispetto viene calcolata con le seguenti modalità:

- Cabine Primarie: generalmente la *Dpa* rientra nel perimetro dell'impianto in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro;
- Cabine Secondarie: nel caso di cabine tipo box (mediamente con dimensioni in pianta di m 4.0 x m 2.40 con altezza di m 2.4-2.7 ed unico trasformatore) o similari, la *Dpa* intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, viene calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale (I) in BT di uscita dal trasformatore e con la distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo (x), in base alla seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * I^{1/2}$$

Nel caso di Cabine Secondarie di sola consegna MT, la Dpa da considerare è quella della linea MT entrante/uscente e, qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad un box, la Dpa viene calcolata con la stessa formula.

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore, viene considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

10 di/of 50

### **3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

L'impianto fotovoltaico in progetto è costituito da 93.212 moduli fotovoltaici Longi Solar – LR5-72HBD 530 in monocristallino aventi ciascuno una potenza elettrica generata di circa 530 Wp, installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno. La potenza complessiva dell'impianto è di 49,40 MWp e 43,890 MVA distribuita in 11 sottocampi pari al numero di Cabine Inverter aventi ognuno le stesse caratteristiche elettriche.

Ogni Sottocampo è caratterizzato da una potenza AC di 3990 KVA. Il cabinato di conversione AC/DC (Conversion Unit Elettronica Santerno SUNWAY) sarà costituito da n.2 inverter SUNWAY TG900 1500 V TE – 640 STD della potenza di 1995 kVA.

Le cabine di campo saranno collegate tra loro in configurazione radiale in cui saranno convogliati tutti i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli.

Le linee MT interne al campo fotovoltaico si attesteranno, come precedentemente descritto, alle due cabine elettriche MT di riferimento per le due aree di impianto. Queste sono poi elettricamente interconnesse tra loro e quindi alla sottostazione di elevazione 150/30 kV. La cabina generale MT dell'Area Sud, quella da cui si distribuisce il cavidotto esterno fino alla sottostazione utente 150/30 kV, conterrà i dispositivi generali DG e di interfaccia DDI, gli apparati SCADA e telecontrollo e inoltre un trasformatore da 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto (previsto anche per la cabina di raccolta dell'area Nord).

La sottostazione utente AT/MT è posta in prossimità della Stazione Elettrica (SE) della RTN alla quale l'impianto sarà connesso. La società proponente ha stipulato un accordo di condivisione dello stallo di connessione assegnato da Terna S.p.A. alla società Develop S.r.l. L'accordo prevede inoltre la condivisione delle opere elettromeccaniche (stallo AT di linea) per il collegamento alla sezione 150 kV della RTN della SE di Manfredonia.

**SOGGETTO PROPONENTE:**  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

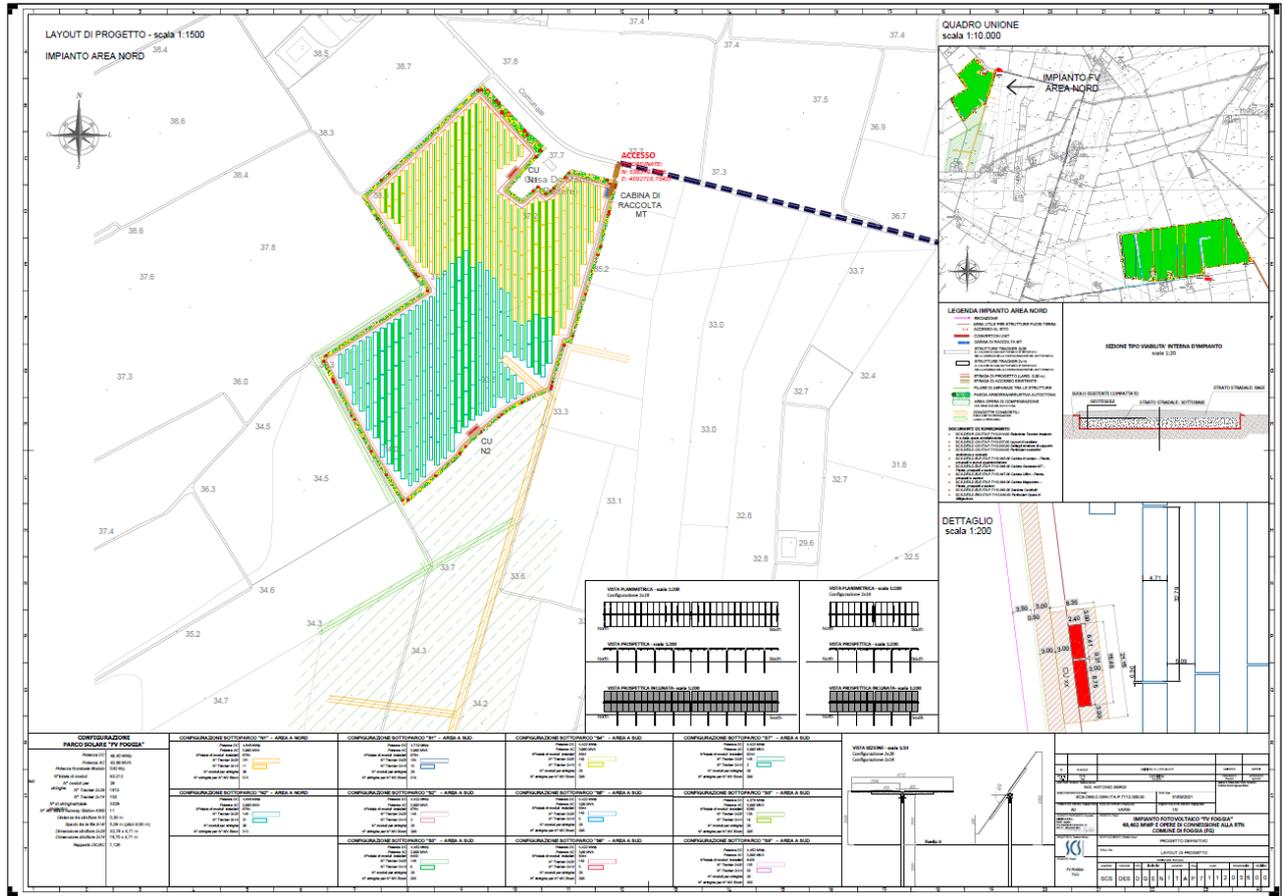
SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

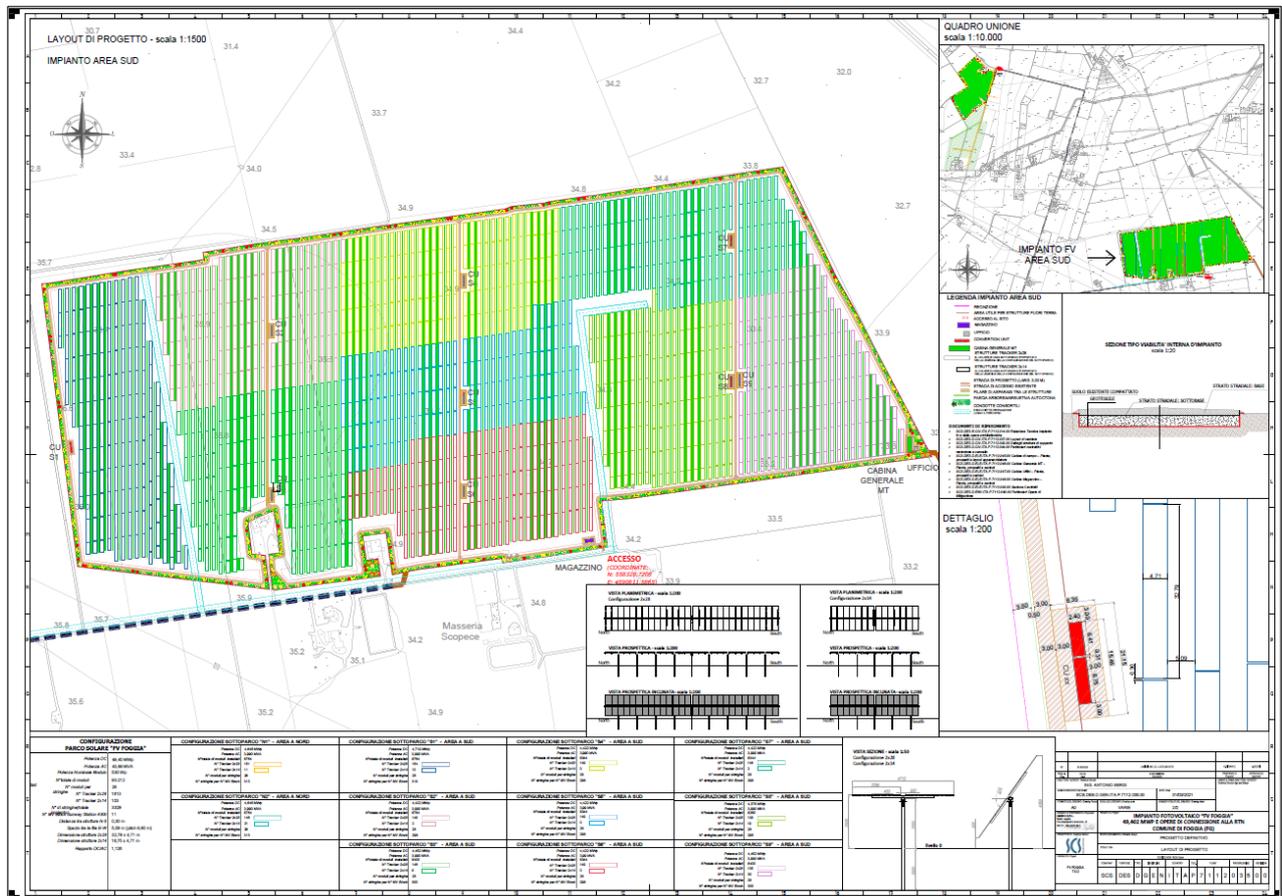
**PAGINA**

11 di/of 50

### 3.1 LAYOUT IMPIANTO

Si rappresenta stralcio del Layout di impianto ed una tabella riassuntiva della configurazione del parco, visualizzabile con maggior dettaglio nel documento denominato *SCS.DES.D.GEN.ITA.P.7112.035.00 - Layout Progetto*.





**Figura 1 Layout d'impianto – Area Nord e Area Sud**

Si rappresenta una tabella riassuntiva della configurazione del parco fotovoltaico:

CONFIGURAZIONE PARCO FOTOVOLTAICO	
Potenza DC	49,40 MWp
Potenza AC	43,89 MVA
Potenza Nominale Modulo	530 Wp
N° totale di moduli installati	93.212
N° moduli per stringhe	28
N° Tracker 2x28	1613
N° Tracker 2x14	103
N° di stringhe (totale impianto)	3329
N° MV Block Sunway Station 4000	11
Distanza tra strutture N-S	0,30 m
Spazio tra le file E-W	5,09 m (pitch 9,80 m)
Dimensione strutture 2x28	32,79 x 4,71 m
Dimensione strutture 2x14	16,75 x 4,71 m
Rapporto DC/AC	1,126

**Figura 2 Tabella riassuntiva della configurazione del parco fotovoltaico**

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

13 di/of 50

È previsto un punto di accesso per ogni area di impianto. Si riportano di seguito le coordinate dei due punti di accesso:

COORDINATE IN UTM 84-33N - ACCESSO AREA A NORD

- N: 556379.7533
- E: 4592718.7542

COORDINATE IN UTM 84-33N - ACCESSO AREA SUD

- N: 558328.7203
- E: 4590811.5865



**Figura 3 Area a nord ed Area a Sud dell'impianto Fv e localizzazione degli accessi delle due aree**

### **3.2 LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO**

I cavi MT prescelti, idonei per l'installazione nelle reti di distribuzione di energia, saranno del tipo 18/30 (36) kV.

Saranno inoltre scelti con caratteristiche idonee per le installazioni fisse interne o esterne e adatti alla posa direttamente interrata.

E' stata definita la sezione del cavo in base alla portata tratta dalla norma IEC 60502 e ridotta con l'applicazione dei coefficienti di riduzione per tenere conto delle condizioni di posa.

**SOGGETTO PROPONENTE:**  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

14 di/of 50

I coefficienti applicati per la riduzione della portata nominale dei cavi sono:

- K1 fattore di correzione della temperatura del terreno diverso da 20°C (Tabella B.11)
- K2 fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano (Tabella B.19)
- K3 fattore di correzione per profondità di interramento diverso dal valore specificato 0,8 m (Tabella B.12)
- K4 fattore di correzione per resistività termica diversa dal valore specifico (Tabella B.15)

Si riporta di seguito il dettaglio delle linee di media tensione interne al parco fotovoltaico e il dettaglio del cavidotto MT esterno per il collegamento della stazione utente AT/MT alla cabina generale MT interna al parco fotovoltaico:

AREE	CIRCUITO MT			DETTAGLIO CIRCUITO		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
	MV-LINE	ORIGINE	DESTINAZIONE	SISTEMA	POTENZA TRASPORTATA (kVA)	V (kV)	Ib (A)	CONFORMAZIONE	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)	ΔP (%)	MATERIALE		V/Vm (kV)
												CONDUTTORE	ISOLANTE	
Area Nord	1	CU N1	QRMT	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	251	0,04%	0,69%	AL	XLPE	18/30
		CU N2	QR1	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	470	0,07%		AL	XLPE	18/30
		QRM1	QGMT	3φ	7980	30	153,6	3 x (1 x 300 mm <sup>2</sup> )	5598	0,76%		AL	XLPE	18/30
Area Sud	2	CU S1	CU S3	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	647	0,10%	0,37%	AL	XLPE	18/30
		CU S3	CU S2	3φ	7380	30	142,0	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	274	0,08%		AL	XLPE	18/30
		CU S2	QGMT	3φ	10770	30	207,3	3 x (1 x 300 mm <sup>2</sup> )	1405	0,26%		AL	XLPE	18/30
	3	CU S6	CU S5	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	168	0,03%	0,24%	AL	XLPE	18/30
		CU S5	CU S4	3φ	7380	30	142,0	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	203	0,06%		AL	XLPE	18/30
		CU S4	QGMT	3φ	10770	30	207,3	3 x (1 x 300 mm <sup>2</sup> )	1076	0,20%		AL	XLPE	18/30
	4	CU S7	CU S8	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	239	0,04%	0,11%	AL	XLPE	18/30
		CU S8	CU S9	3φ	7380	30	142,0	3 x (1 x 120 mm <sup>2</sup> )	25	0,01%		AL	XLPE	18/30
		CU S9	QGMT	3φ	10770	30	207,3	3 x (1 x 300 mm <sup>2</sup> )	443	0,08%		AL	XLPE	18/30
Connessione	5	QGMT	SSU	3φ	43890	30	844,7	3 x 3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	6935	0,98%	0,69%	AL	XLPE	18/30

**Figura 4: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione interni ed esterni al parco FV**

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi, l'intero sistema di distribuzione dell'energia delle cabine inverter verso la cabina utente sarà articolato su un totale n.6 linee radiali a 30 kV, n.5 per il convogliamento della potenza in uscita dai cabinati di conversione verso le relative cabine di raccolta e n.1 per il collegamento elettrico tra l'area nord e l'area sud

**SOGGETTO PROPONENTE:**  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

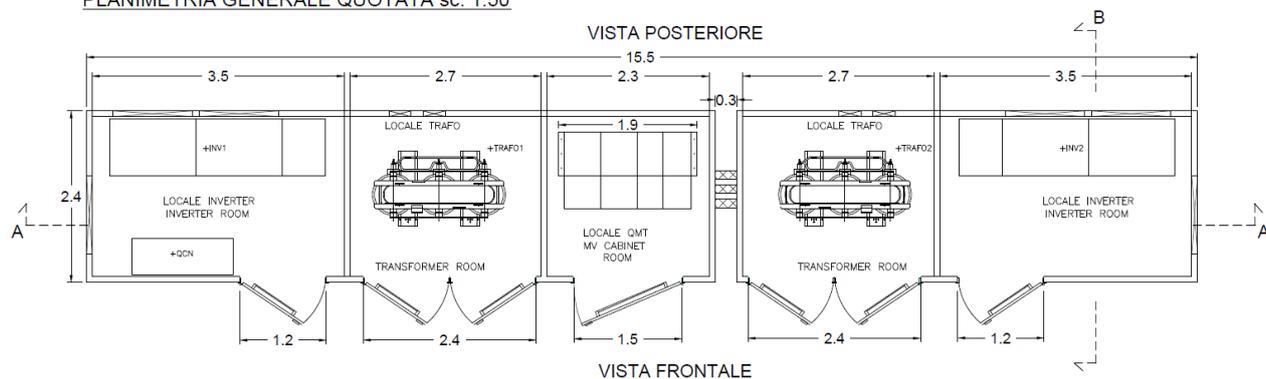
15 di/of 50

d'impianto. Un cavidotto costituito da tre terne in parallelo di cavi unipolari di sezione pari a  $630 \text{ mm}^2$  sarà invece utile al collegamento tra l'impianto FV e la sottostazione utente di elevazione 150/30 kV.

### 3.3 CABINE DI CONVERSIONE

I cabinati di conversione, suddivisi in due box, occupano in totale una superficie di (15,50 x 2,40) m.

PLANIMETRIA GENERALE QUOTATA sc. 1:50



**Figura 5 Cabinati di conversione**

Si mostrano di seguito le schede tecniche di dettaglio degli inverters a installarsi:

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

16 di/of 50



SUNWAY TG STANDARD series

**SUNWAY TG1800 1500V TE - 640**

**STD**

Indoor Application



Sede legale: via della Concia, 7 - 40023 Castel Guelfo (Bo) | t +39 0542 489711 | f +39 0542 489722  
Pec: santerno.group@legalmail.it | info@santerno.com | www.santerno.com  
Cap. Soc. € 4.412.000 | C.F. – P.IVA: 03686440284 | R.E.A. BO 457978 | Cod. Ident IVA Intracom. IT03686440284  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Enertronica S.p.A. | www.enertronica.it

**Figura 6: Datasheet inverter**

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

17 di/of 50



Designed for utility scale applications, the **SUNWAY TG** inverters feature best-in-class technology and deliver the highest power density and reliability.

Thanks to its intrinsic flexibility, the **SUNWAY TG** product range allows optimal configuration of medium and large PV plants, at the lowest system costs and with maximum yield.

The **SUNWAY TG** inverters are designed and manufactured in Italy by the technicians and engineers of Elettronica Santerno S.p.A.

#### **BENEFITS**

- Very high conversion efficiency with a single power conversion stage, optimized for minimum losses
- Modular construction and cabinet industrialization for maximum reliability and easy access to all components for maintainability and ease of on-site servicing
- Grid Code integrated features (LVRT, Reactive Power Control, Frequency and Voltage control) in compliance with the most advanced European and worldwide standards
- Remote monitoring via Sunway Portal website and REMOTE SUNWAY™ software, both for single- and multi-inverter installations
- Integrated DC-side protection provided by disconnect switch with release coil
- Integrated miswiring protection on DC side
- Integrated AC-side protection with automatic-disconnection on load breaker
- Integrated active monitoring of DC isolation
- Integrated Modbus on RS485 and TCP-IP on Ethernet data connection
- Integrated inputs for environmental sensors
- Compatible with photovoltaic modules requiring one earthed pole (positive or negative pole)
- Made in Italy with first class materials

**Figura 7: Datasheet inverter**

**SOGGETTO PROPONENTE:**  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

18 di/of 50



Main features	
Model	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD
MPPT voltage range <sup>(1)</sup>	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range <sup>(1)(2)</sup>	910 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1 (Master-Slave) or 2 (Independent)
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V $\pm$ 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range <sup>(3)</sup>	Circular Capability
Operating temperature range	-25 $\div$ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP54
Maximum operating altitude <sup>(4)</sup>	4000 m

Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	1500 A each MPPT (double MPPT configuration) or 3000 A (single MPPT configuration)
PV voltage Ripple	< 1%

Output ratings (AC)			
	25 °C	45 °C	50 °C
Rated output power	1995 kVA	1774 kVA	1663 kVA
Rated output current	1800 A	1600 A	1500 A
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	$\leq$ 3%		

Inverter efficiency	
Maximum / EU / CEC efficiency <sup>(1) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %

Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	3000 x 2100 x 800 mm
Weight	2700 kg

Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W
Auxiliary consumptions	1800 W

**NOTES**

<sup>(1)</sup> @ rated  $V_{AC}$  and  $\cos \phi = 1$ .

<sup>(2)</sup> With power derating

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

<sup>(4)</sup> Up to 1000 m without derating.

<sup>(5)</sup> Certified according to standard IEC 61683:1999

**Figura 8: Datasheet inverter**

**SOGGETTO PROPONENTE:**  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

19 di/of 50



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 5650 m <sup>3</sup> /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m <sup>(1)</sup>	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected <sup>(2)</sup>	14 / 14
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

**NOTES**

- (1) Noise level measured in central and front position.  
(2) Fuses to be ordered separately.

**Description of Operation**

The **SUNWAY TG** are grid connected solar inverters, suitable for connection to LV or MV distribution lines, as well as HV grids.

Advanced grid interface, certified in compliance with the most advanced requirements, ensures reliability and maximum uptime, providing grid support features such as FRT, active power modulation, voltage control. Utility Interactive Features are embedded, software-controlled, completely configurable based on the applicable grid code.

Moreover, the Sunway TG inverters can be integrated in smart grid plants, installed together with off-grid inverters.

Best reliability is ensured by design. All electronics PCBs are coated for best protection against harsh environments. Redundant protection systems and auto-diagnostic functions are also implemented.

Auxiliary power and LVRT are self-supplied. Neither external power nor UPS is needed; however, an external source may be connected, if desired.

**Figura 9: Datasheet inverter**

<b>SOGGETTO PROPONENTE:</b> <b>LIMES 9 S.R.L.</b>  Via Alessandro Manzoni, 41  20121 – MILANO (MI)		<b>CODICE</b> SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00
		<b>PAGINA</b> 20 di/of 50



### PV earthing

Optionally, the **SUNWAY TG** inverters can be provided with positive or negative earth connection of the PV field. PV earthing is recommended whenever modules sensitive to PID (potentially induced degradation) are used. Earthing configuration shall be defined upon ordering the equipment.

### Standard Supply

All inverters are supplied with user manuals, technical documents complying with the regulations in force, keys and lifting hooks, special pallets for easy and safe transport.

### Main Normative References

The **SUNWAY TG** inverters have been developed, designed and manufactured in accordance with up-to-date requirements of the Low Voltage directives, Electromagnetic Compatibility directives and Grid Connection standards (as per applicable parts).

Standards <sup>(1)</sup>	
Certification	CE, BDEW, CQC
Immunity	IEC 61000-6-4, IEC 61000-6-2
Harmonics	IEC 61000-3-12
Emissions	IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-1
Safety	IEC 62109-1, IEC 62109-2
Grid connection	CEI 0-16, A.70, BDEW, Arrêté du 23 Avril 2008, RD 1699/2011, RD 661/2007, CQC, IEEE 1547
Efficiency certification	IEC 61683:1999

#### NOTES

(1) Some standards apply to specific models only.

**Figura 10: Datasheet inverter**

### 3.4 CABINA GENERALE MT

La cabina generale MT sarà collocata come da layout di progetto - elaborato SCS.DES.D.GEN.ITA.P.7112.035.00 -Layout Progetto.

Verrà realizzata con strutture prefabbricate con vasca di fondazione con fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT/BT.

All'interno della cabina saranno presenti i quadri MT e BT necessari per il trasporto dell'energia prodotta dai sottocampi nonché, sarà presente il trasformatore per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

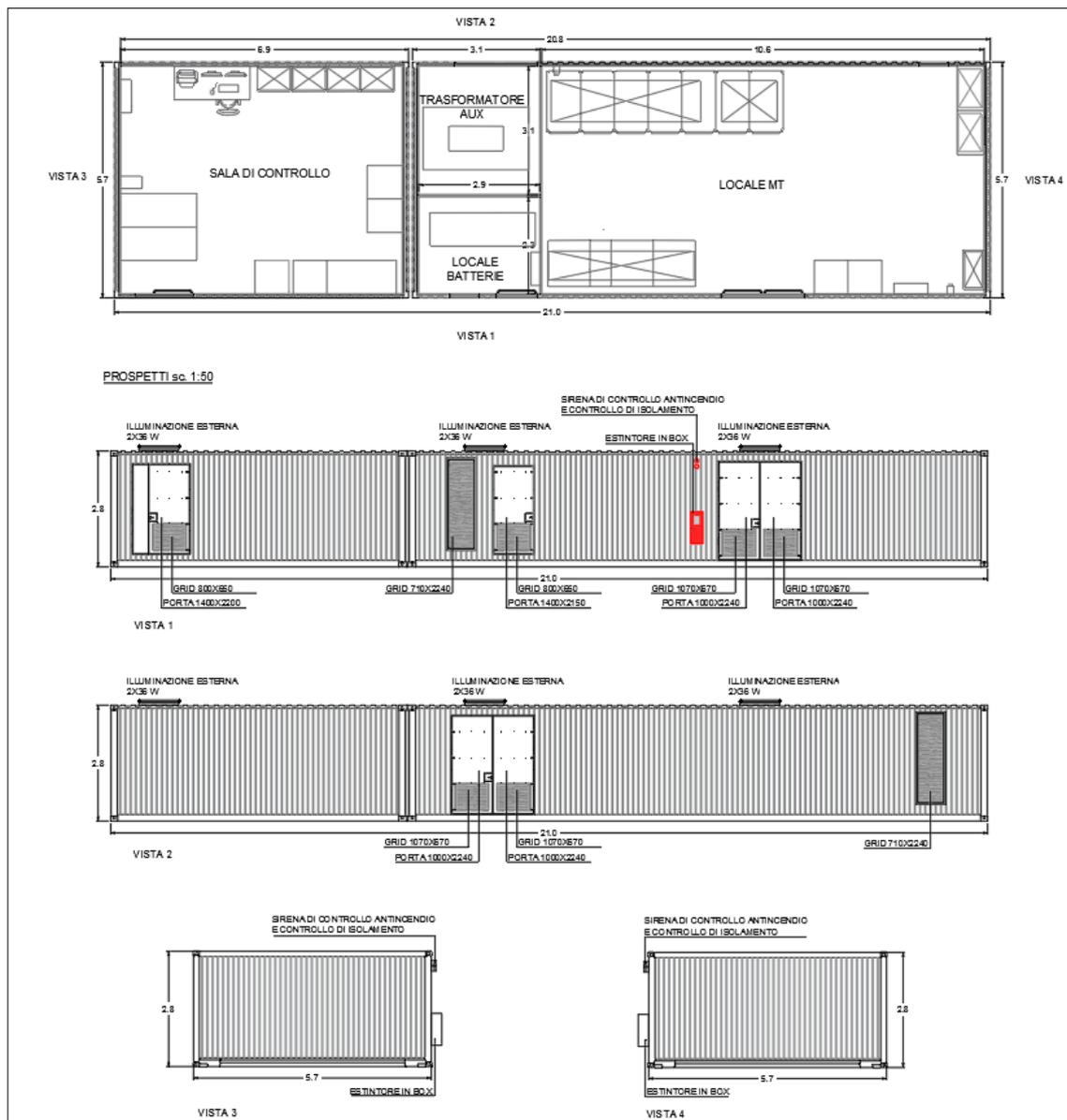
La cabina generale MT sarà così definita:

- Box MT/TSA diviso in tre vani: vano MT, vano Trasformatore (TSA) e vano batterie. Il vano MT ospiterà un quadro principale MT equipaggiato con un interruttore generale, con le diverse partenze per il collegamento delle linee radiali MT di campo e con una partenza per alimentare il trasformatore (TSA). Il trasformatore MT/BT (30000/400V)

di taglia nominale minima 100 kVA (isolato in resina) sarà posizionato nel vano TSA e verrà utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto.

- Box Sala di controllo ospiterà gli apparati SCADA e telecontrollo nonché gli apparati per la registrazione dei parametri elettrici.

I locali avranno le dimensioni e gli allestimenti indicati nell'elaborato SCS.DES.D.CIV.ITA.P.7112.046.00 - Cabina di Raccolta MT e Cabina Generale Mt, di cui è rappresentato uno stralcio a seguire:



**Figura 11: Cabina generale MT**

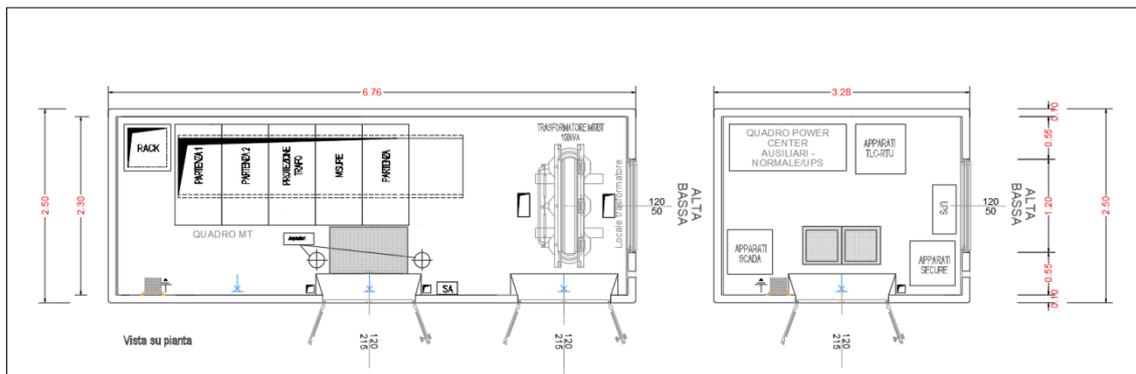
Vi saranno poi, nei pressi della cabina generale MT, una cabina uffici ed una cabina magazzino i cui dettagli possono visualizzarsi ai docc. SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.047.00 Cabina Uffici e SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.048.00 Cabina Magazzino.

### 3.5 CABINA DI RACCOLTA MT

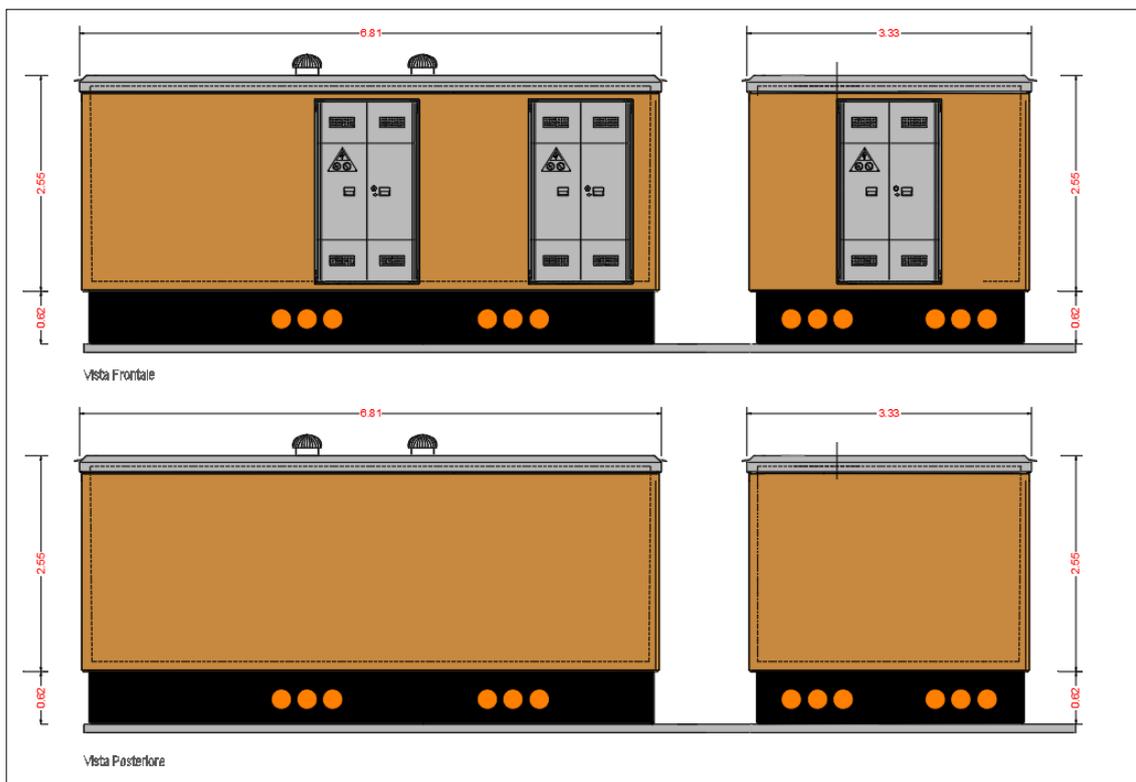
La cabina di raccolta MT, composta da due moduli prefabbricati, sarà collocata a nord-est dell'area a Nord dell'impianto fotovoltaico come indicato nell'elaborato SCS.DES.D.GEN.ITA.P.7112.035.00 - Layout Progetto. In particolare la cabina di raccolta MT è composta da:

- n°1 modulo locale SCADA e BT. All'interno saranno alloggiati gli apparecchi SCADA e telecontrollo nonché gli apparecchi per la registrazione dei parametri elettrici associati all'area d'impianto denominata area Nord;
- n°1 modulo locale MT e locale trasformazione per i servizi ausiliari (TSA). All'interno saranno alloggiate le apparecchiature di protezione del trasformatore ausiliare e delle linee arrivo e partenza, in particolare:
  - n°2 scomparti di arrivo linea rispettivamente dalla C.U. N1 e C.U. N2;
  - n°1 scomparto misure;
  - n°1 scomparto di arrivo trasformatore MT/BT ausiliare;
  - n°1 scomparto partenza linea verso area sud dell'impianto FV.

I moduli avranno le dimensioni e gli allestimenti indicati nell'elaborato SCS.DES.D.CIV.ITA.P.7112.046.00 - Cabina di Raccolta MT e Cabina Generale MT di cui è rappresentato uno stralcio a seguire.



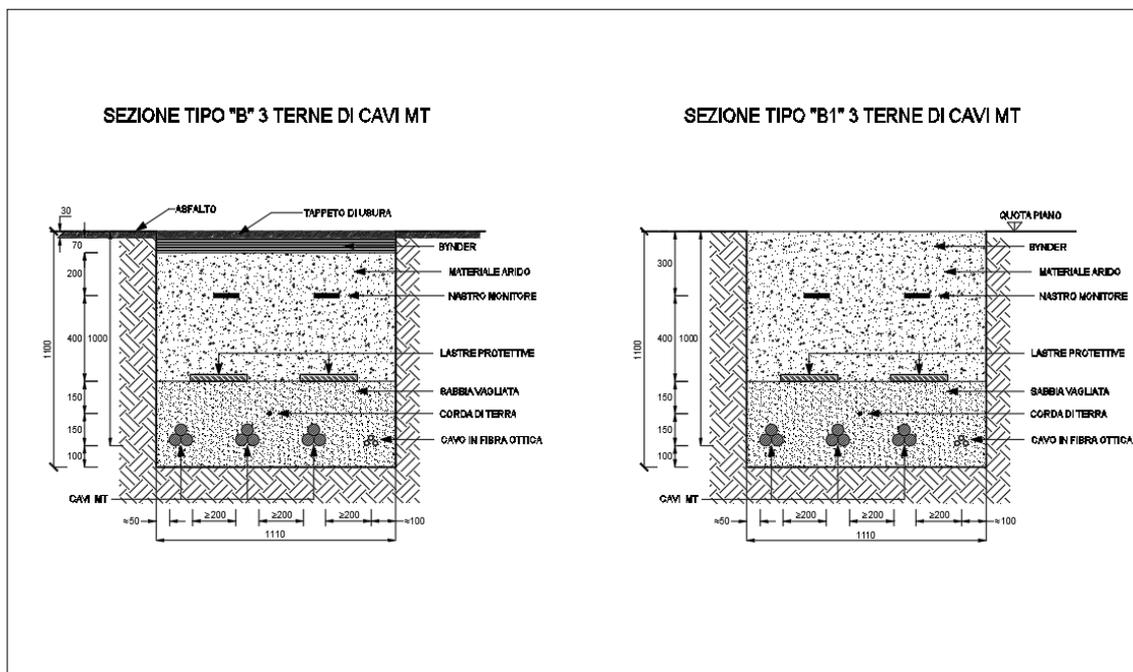
**Figura 12: Planimetria Cabina di Raccolta MT**



**Figura 13: Viste Prospettiche Cabina di Raccolta MT**

### **3.6 CAVIDOTTO MT ESTERNO DI COLLEGAMENTO IMPIANTO FV STAZIONE UTENTE AT/MT**

Come precedentemente descritto, il cavidotto di collegamento MT esterno all'impianto FV necessario al convogliamento dell'energia prodotta verso la stazione di utenza per la trasformazione AT/MT, sarà realizzato mediante l'installazione di un circuito di media tensione caratterizzato dalla posa direttamente interrata di n.3 conduttori in alluminio per ciascuna fase del circuito stesso di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>. Di seguito si mostra una sezione del cavidotto suddetto:



*Figura 14 Sezione Cavidotto MT esterno parco FV*

### 3.7 STAZIONE DI UTENZA MT/AT

La realizzazione della nuova Sottostazione di trasformazione 150/30 kV si rende necessaria per consentire l'immissione nella Rete Elettrica Nazionale (RTN), a tensione 150 kV, l'energia prodotta dal parco fotovoltaico in questione.

Come precedentemente descritto, la società proponente ha stipulato un accordo di condivisione dello stallo di connessione assegnato da Terna S.p.A. alla società Develop S.r.l. Oltre a quanto indicato l'accordo prevede anche la condivisione delle opere elettromeccaniche (stallo AT di linea) per il collegamento alla sezione 150 kV della RTN della SE di Manfredonia. In particolare, ai fini della connessione, è prevista la realizzazione di una nuova Sottostazione 30/150 kV di proprietà della Limes 9 S.r.l. adiacente alla Sottostazione MT/AT esistente di Develop S.r.l. dalla quale sarà condiviso l'utilizzo del medesimo stallo a 150 kV collegato in antenna con la sezione a 150 kV di consegna assegnato da Terna S.p.A nella SE 150/380 kV di Manfredonia.

La Sottostazione di utenza sarà composta da una sezione a 150 kV e da una sezione a 30 kV.

La **sezione a 150 kV** è del tipo unificato TERNA con isolamento in aria ed è costituita da:

- Prolungamento della sbarra AT per l'immissione dell'energia prodotta dall' impianto sulla RTN;
- N°1 stallo di trasformazione di proprietà della società LIMES 9 S.r.l.;
- N°1 stallo di trasformazione (altro produttore);

Lo stallo linea, attualmente in esercizio e comune ad altri produttori è equipaggiato con:

- N°1 portale AT a 150 kV;

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

25 di/of 50

- N°1 terna di trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6 - 170 kV;
- N°1 sezionatore tripolare orizzontale a 170 kV motorizzato con lame di messa a terra;
- N°1 interruttore tripolare isolato in SF6 - 170 kV;
- N°1 terna di trasformatori di corrente isolato in SF6 TG170kV;
- N° 1 supporto sbarre AT.

Lo stallo di trasformazione di proprietà della società Limes 9 S.r.l sarà equipaggiata con:

- N°1 sezionatore tripolare orizzontale a 170 kV motorizzato con lame di terra;
- N°1 interruttore tripolare isolato in SF6 - 170 kV;
- N°1 terna di trasformatori di corrente, unipolari isolati in gas SF6 - 170 kV;
- N°1 terna di trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6 - 170 kV;
- N°1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno;
- N°1 trasformatore trifase di potenza 150/30 kV, 50 MVA, ONAN/ONAF.

Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alla Norme tecniche CEI citate e alle prescrizioni Terna. Le caratteristiche elettriche della sezione AT saranno le seguenti:

<b>Tensione di esercizio</b>	150 kV
<b>Tensione massima di sistema</b>	170 kV
<b>Frequenza</b>	50 Hz
<b>Tensione di tenuta alla frequenza industriale:</b>	
fase-fase e fase- terra	325 kV
Sulla distanza di isolamento	375 kV
<b>Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us):</b>	
Fase-fase e fase terra	750 kV
Sulla distanza di isolamento	860 kV
<b>Corrente nominale di sbarre</b>	2000 A
<b>Corrente nominale di stallo</b>	1250 A
<b>Corrente di corto circuito</b>	31,5 kA

In particolare i dispositivi di sezionamento ed interruzione dell'energia avranno le seguenti caratteristiche:

- Interruttore 170 kV:

<b>Tensione nominale</b>	170 kV
<b>Tensione di isolamento nominale:</b>	
Tensione nominale di tenuta all'impulso atmosferico	750 kV
Tensione nominale di tenuta alla frequenza	325 kV

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

26 di/of 50

industriale	
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b>Corrente nominale</b>	2000 A
<b>Durata nominale di corto circuito</b>	1 s
<b>Tensione nominale di alimentazione dei circuiti ausiliari:</b>	
Corrente continua	110 V
Corrente monofase/trifase	alternata 230/400 V

- Sezionatore orizzontale 145-170 kV con lame di terra:

<b>Tensione nominale</b>	170 kV
<b>Corrente nominale</b>	2000 A
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b>Corrente nominale d breve durata:</b>	
Valore efficace	31,5 kA
Valore di crescita	100 kA
<b>Durata ammissibile delle corrente di breve durata</b>	1s
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
Verso massa	650 kV
Sul sezionamento	750 kV
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
Verso massa	275 kV
Sul sezionamento	315 kV
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
motore	110 Vcc
Circuiti di comando ed ausiliari	110 Vcc
Resistenza al riscaldamento	230 Vca
<b>Tempo di apertura/chiusura</b>	<15 s

- Trasformatore di corrente 170 kV :

<b>Tensione nominale</b>	170 kV
<b>Rapporto di trasformazione</b>	400/5 800/5 1600/5
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

27 di/of 50

<b>Corrente nominale permanente</b>	1, 2 p.u.
<b>Corrente termica di corto circuito</b>	31,5 kA
<b>Fattore sicurezza nucleo misure</b>	$\leq 10$
<b>Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuti</b>	325 kV
<b>Tensione di tenuta a impulso atmosferico</b>	750 kV
<b>Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV</b>	Da 14 a 56 kg/m <sup>3</sup>

- Trasformatore di tensione 170 kV :

<b>Tensione massima di riferimento per l'isolamento</b>	170 kV
<b>Rapporto di trasformazione</b>	$150.000/\sqrt{3}/100/\sqrt{3}$
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b>Capacità nominale</b>	4000 pF
<b>Prestazioni nominali</b>	40/0,2-75/0,5-100/3P VA/classe
<b>Fattore di tensione nominale</b>	1.5
<b>Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuti</b>	325 kV
<b>Tensione di tenuta a impulso atmosferico</b>	750 kV
<b>Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV</b>	Da 14 a 56 kg/m <sup>3</sup>
<b>Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete</b>	-20% + 50%
<b>Resistenza equivalente</b>	$\leq 40 \Omega$

- Trasformatore elevatore AT/MT 150/30 kV :

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 KV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. La potenza nominale dello stesso è pari a 50 MVA.

I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%,

**SOGGETTO PROPONENTE:**  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

28 di/of 50

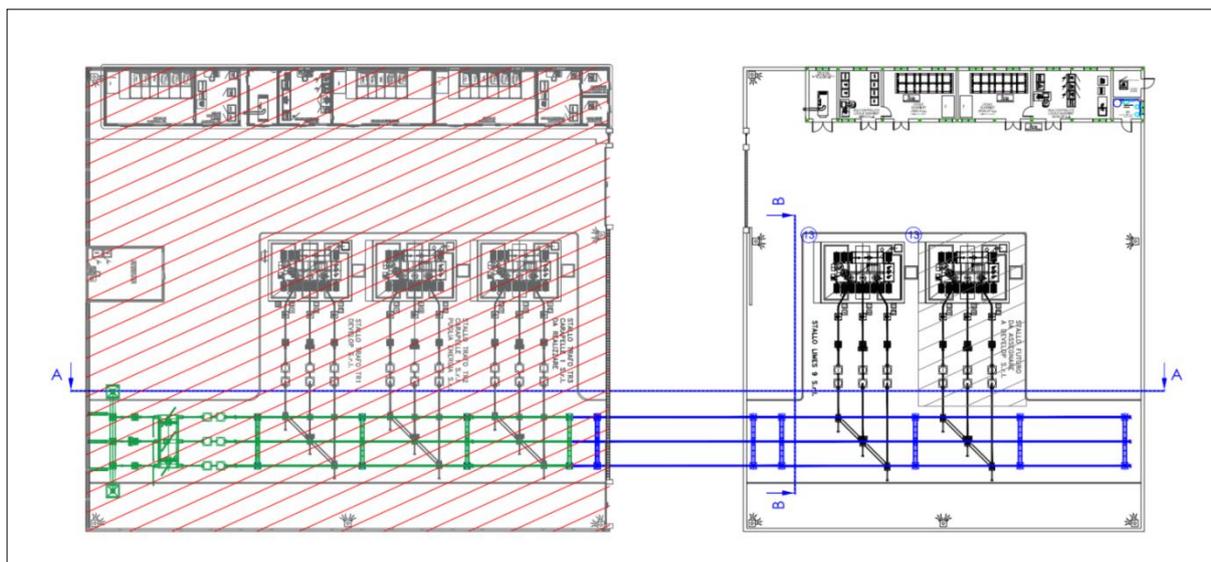
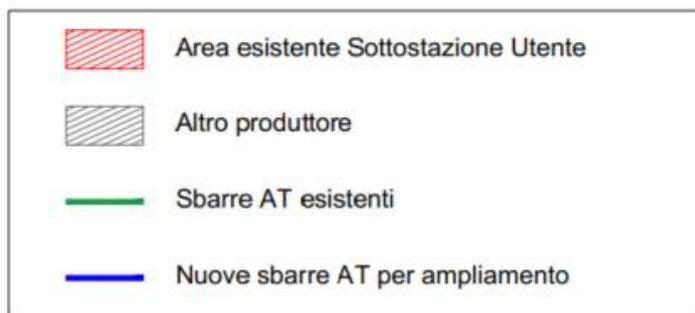
ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile.

Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovra pressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili

A seguire la planimetria della Sottostazione con le sezioni delle apparecchiature elettromeccaniche.



**Figura 15 Planimetria Sottostazione Utente 150/30 kV – Prolungamento Sbarre per Condivisione Stallo in SE RTN Manfredonia**

SOGGETTO PROPONENTE:  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)

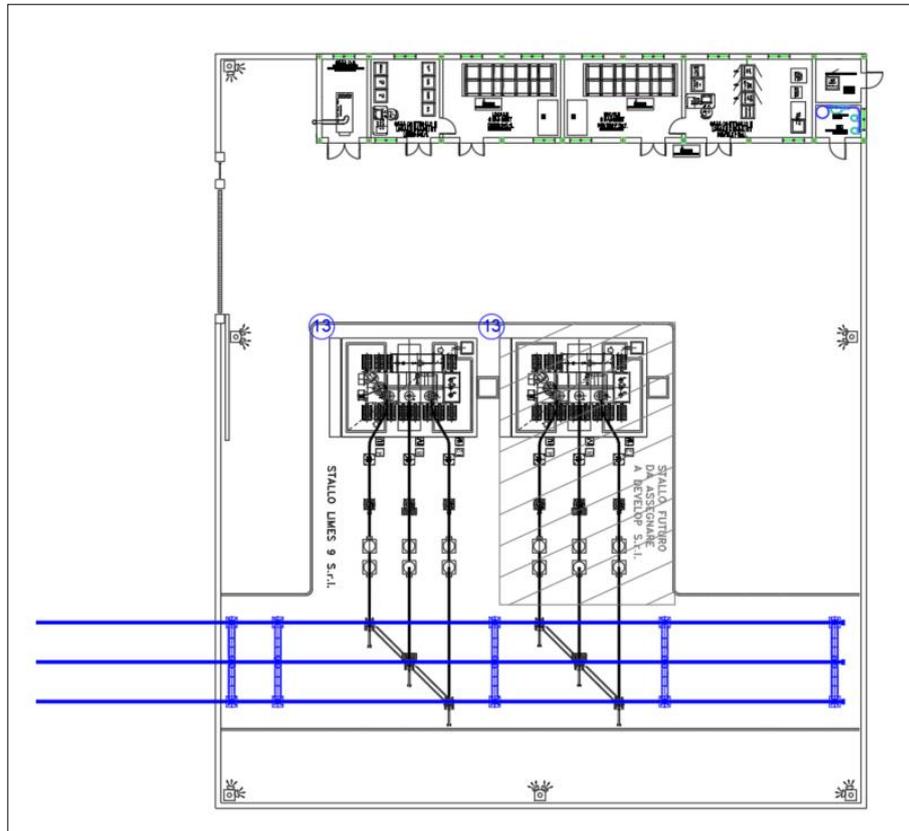


CODICE

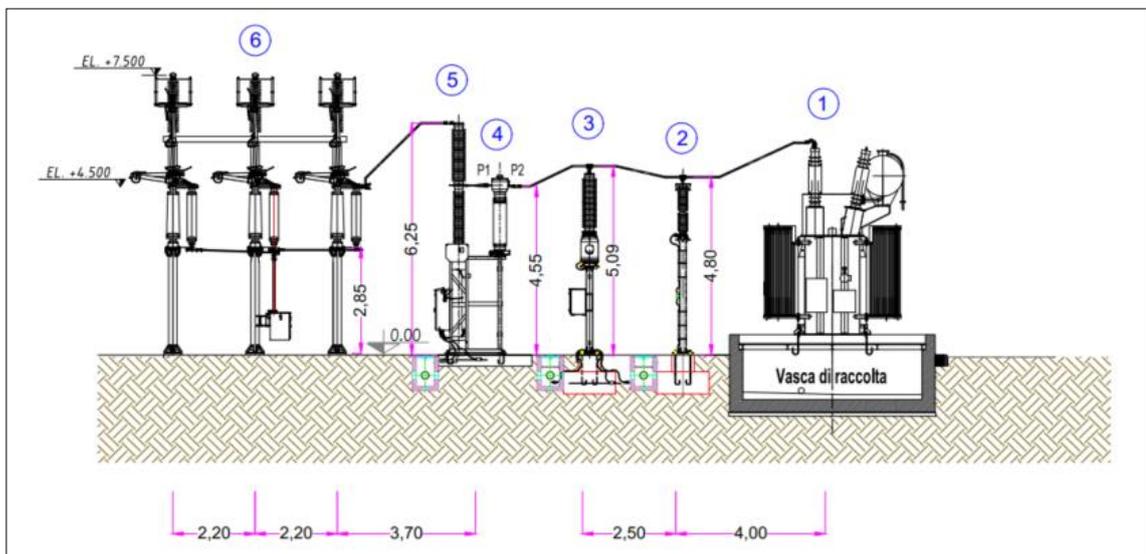
SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

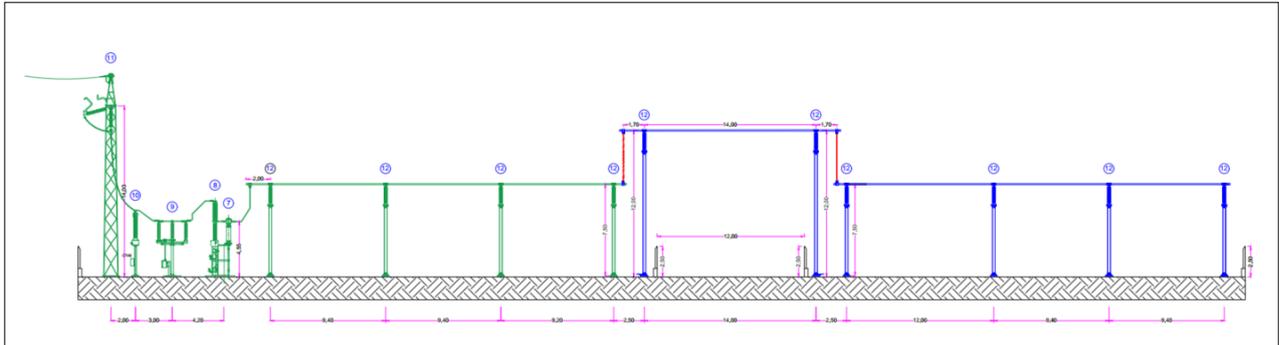
29 di/of 50



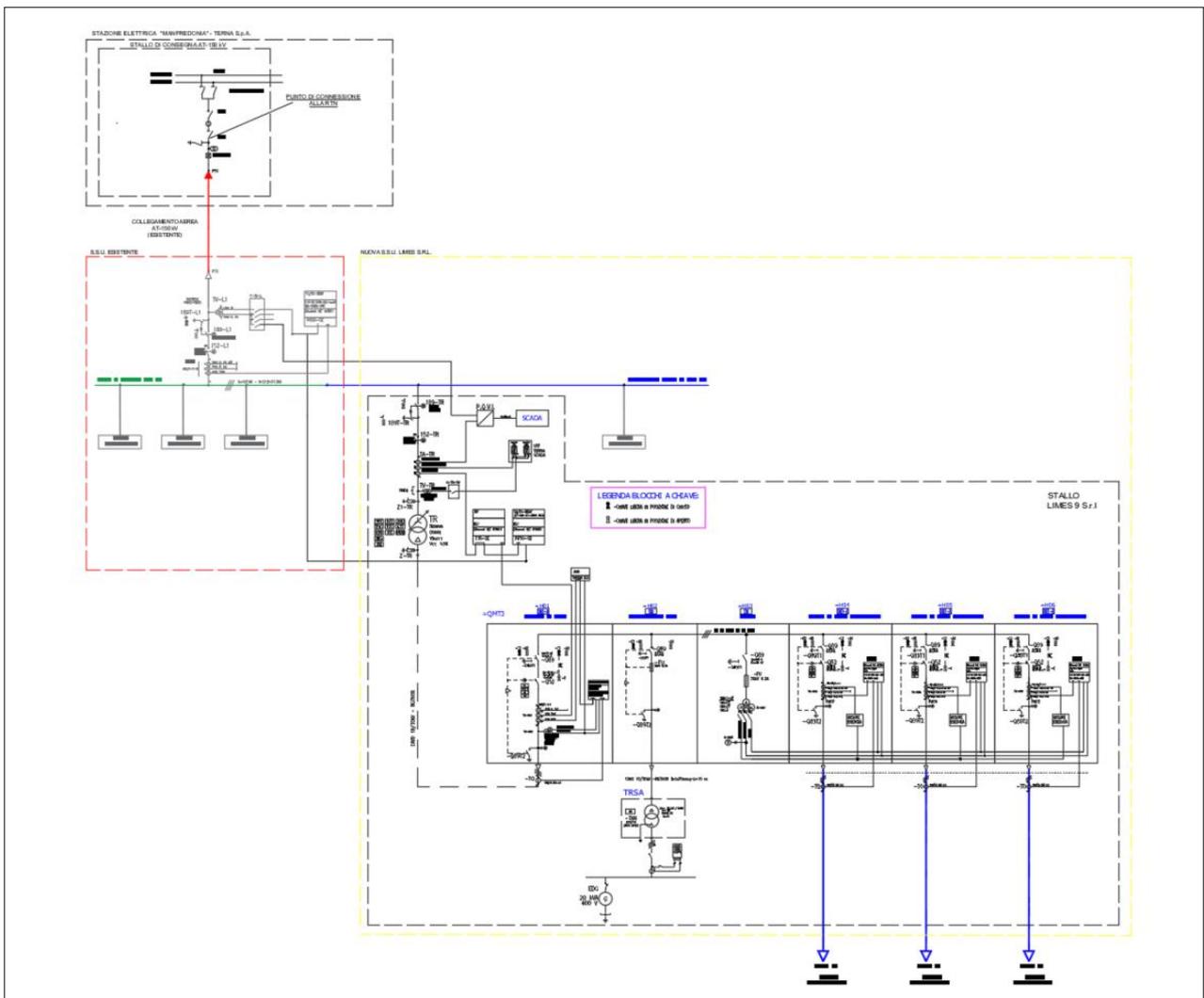
**Figura 16 Pianta Sottostazione Utente 150/30 kV Limes 9 S.r.l.**



**Figura 17 Stallo di Trasformazione Limes 9 S.r.l.**



**Figura 18 Prolungamento dello Stallo linea in condivisione con altri produttori**



**Figura 19 - schema elettrico della SSU.**

La **sezione a 30 kV** sarà posizionata all'interno dell'edificio utente ubicato nella Sottostazione. In particolare, nella sala Celle MT dedicata alla società LIMES 9 S.r.l. verranno alloggiati i seguenti scomparti da progetto:

- N°1 scomparto arrivo trasformatore di potenza MT/AT;

<b>SOGGETTO PROPONENTE:</b> <b>LIMES 9 S.R.L.</b> Via Alessandro Manzoni, 41 20121 – MILANO (MI)		<b>CODICE</b> SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00 <b>PAGINA</b> 31 di/of 50
<ul style="list-style-type: none"> <li>• N°3 scomparti di arrivo linea;</li> <li>• N°1 cella misure;</li> <li>• N° 1 scomparto arrivo trasformatore ausiliario BT/MT;</li> </ul> <p><b>4            FONTI DI EMISSIONE</b></p> <p>Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco fotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.</p> <p>In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco fotovoltaico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• cabine di conversione e cabina generale MT;</li> <li>• Cavi di MT di connessione tra le cabine di conversione e tra la cabina generale MT e la stazione di trasformazione AT/MT (stazione di utenza);</li> <li>• stazione di trasformazione AT/MT</li> </ul> <p>Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc.), sono state giudicate come non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.</p> <p><b>5            VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO</b></p> <p>Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici e sul contenimento del rischio di elettrocuzione è stato tenuto conto della normativa vigente in materia.</p> <p>In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti.</p> <p>Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.</p>		

### 5.1 VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
<b>Limite di esposizione</b>	<b>100</b> $\mu\text{T}$ (da intendersi come valore efficace)
<b>Valore di attenzione</b> (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	<b>10</b> $\mu\text{T}$ (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
<b>Obiettivo di qualità</b> (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)	<b>3</b> $\mu\text{T}$ (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni d'esercizio)

### 5.2 VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

## 6 METODO DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Tale metodo, descritto nella guida CEI 106-11, è anche citato come utilizzabile nel Decreto 29/5/2008 per condizioni analoghe a quelle allo studio.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Le formule di calcolo del campo magnetico nel generico punto P sono pertanto le seguenti, con riferimento alla fig. seguente che è stata estrapolata dalla Norma CEI 106-11 e di seguito riportata:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

Dove:

- $B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$
- $B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$
- $B_z = 0$

Con:

- $i$  = numero di conduttori
- $\mu_0$  = permeabilità magnetica del vuoto =  $4\pi \cdot 10^{-7}$  [H/m]
- $I_i$  = fasore della corrente [ $A_{eff}$ ]

L'algoritmo è stato sviluppato con un software di calcolo commerciale.

Inoltre, costituiscono riferimento anche i casi di calcolo trattati nel documento sulle linee guida E-Distribuzione per la determinazione della DPA.

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

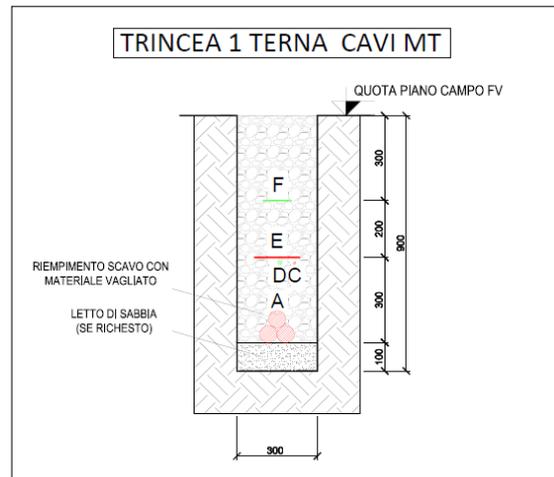
34 di/of 50

## **7 CALCOLO E VERIFICA DEL CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DAI CAVI MT INTERNI ED ESTERNI AL PARCO FOTOVOLTAICO**

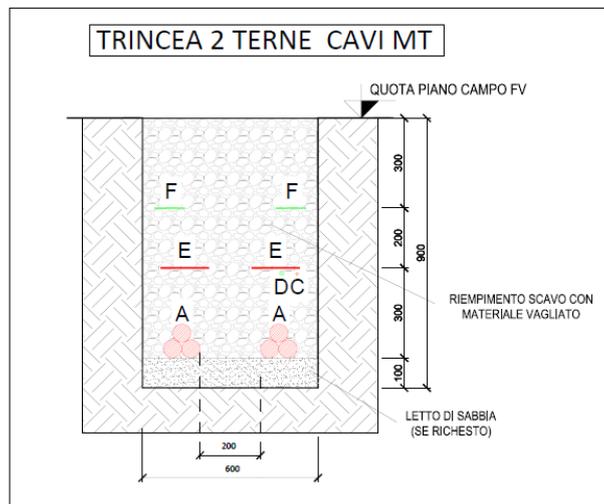
Per alcune delle sezioni di scavo interne al parco fotovoltaico e per il cavidotto di connessione tra la cabina generale MT e la stazione di utenza è stato calcolato il valore del campo magnetico generato durante l'esercizio dell'impianto. Nello specifico per il calcolo del campo magnetico prodotto dai cavidotti MT interni al parco, si è considerata la situazione peggiore per il calcolo, ossia quella che si stabilisce nel caso dei circuiti MT più carichi e posati all'interno dello stesso scavo. Pertanto, si è scelto di valutare il campo magnetico prodotto dai circuiti in arrivo alla cabina generale MT e per completezza il caso di un solo circuito MT posato in uno scavo (si è scelto il caso del collegamento tra la cabina di raccolta MT e la cabina di generale MT). Nello specifico, si riporta di seguito il calcolo del campo magnetico prodotto da:

- **CASO 1: quattro terne di cavi MT** (linee MT n.1, n.2, n.3 relative all'area Sud e linea MT di collegamento tra la cabina di raccolta MT dell'area nord d'impianto e la cabina generale MT) nelle loro tratte finali di connessione al quadro generale della cabina MT - sezione di scavo in ingresso alla cabina generale MT stessa. Correnti circolanti nei circuiti pari rispettivamente a 207,3 A, 207,3 A, 207,3 A e 153,6 A, profondità di posa 0,75 m (baricentro trifoglio) e distanziamento tra i circuiti pari a 0,2 m);
- **CASO 2: due terne di cavi MT** (linee MT n.1 e n.2 nelle loro tratte finali di connessione al quadro generale della cabina MT - sezione di scavo posta a nord della cabina generale MT stessa. Correnti circolanti nei circuiti pari rispettivamente a 207,3 A e 207,3 A, profondità di posa 0,75 m (baricentro trifoglio) e distanziamento tra i circuiti pari a 0,2 m);
- **CASO 3: una terna di cavi MT** direttamente interrati (linea MT uscente dalla cabina di raccolta MT verso la cabina generale MT, corrente nominale 153,6 A e profondità di posa 0,95 m (baricentro trifoglio).
- **CASO 4: N.3 terne di cavi MT all'interno di uno stesso scavo** (cavidotto di connessione cabina generale MT - stazione utente AT/MT. Corrente circolante nei 3 sottocircuiti MT caratterizzati da una terna di cavi posati a trifoglio, pari a 281,56 A, profondità di posa 0,95 m (baricentro trifoglio), distanziamento tra i 3 sottocircuiti pari a 0,2 m.

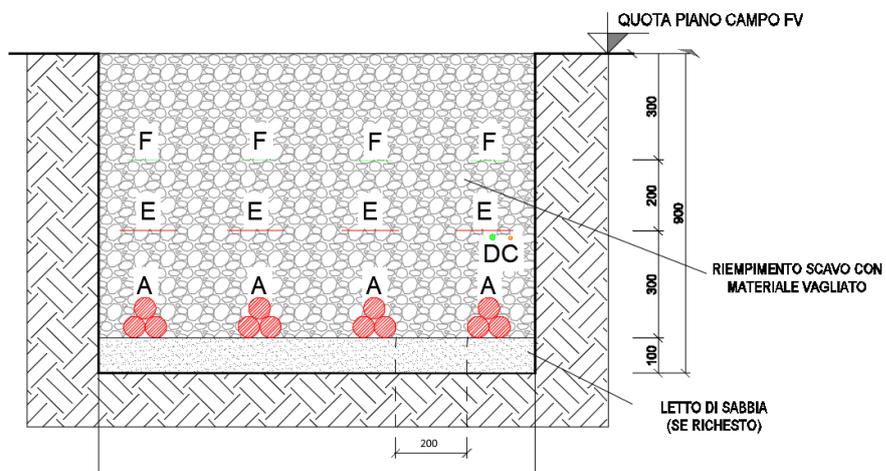
Per una migliore comprensione si riportano di seguito le sezioni di scavo dell'impianto FV e quindi anche quelle associate alle casistiche di studio sopra elencate con a seguire la sovrapposizione sulle stesse delle curve isocampo per la valutazione dei campi magnetici prodotti:



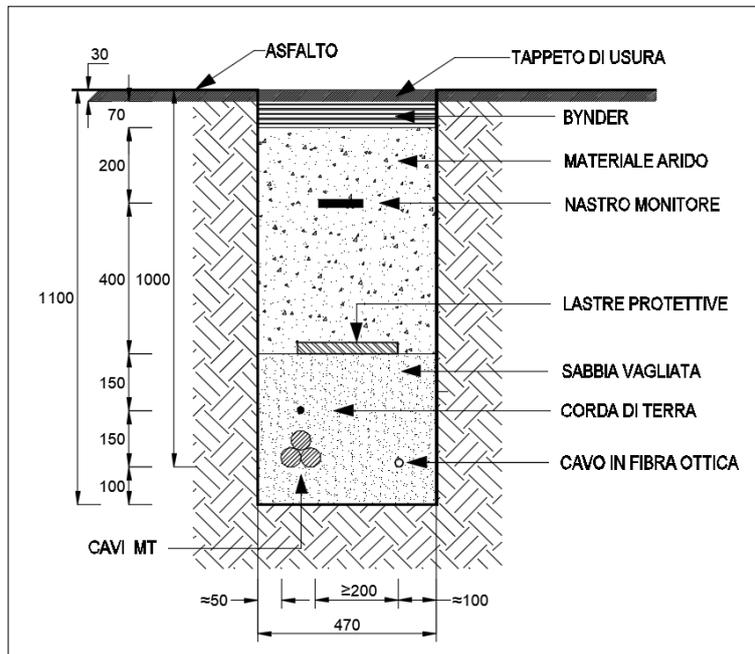
**Figura 20 – Sezione di Scavo – Un circuito MT**



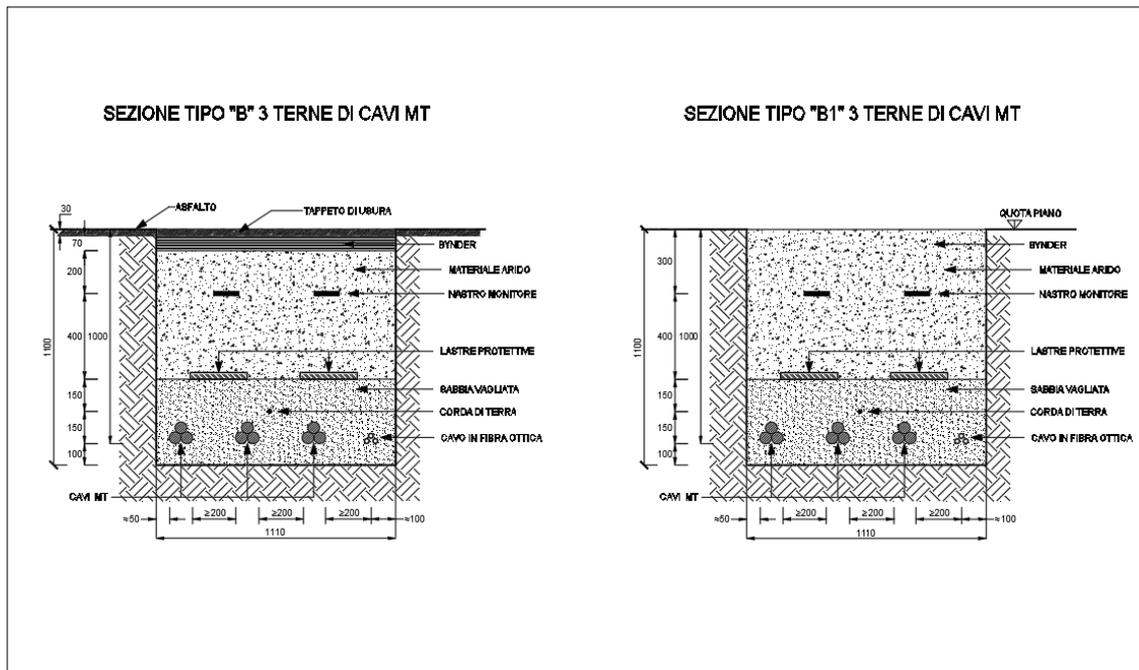
**Figura 21 – Sezione di Scavo – Due Circuiti MT**



**Figura 22 – Sezione di Scavo – Quattro Circuiti MT**



**Figura 23 – Sezione di Scavo – Cavidotto di collegamento tra cabina di raccolta MT e cabina generale MT**



**Figura 24: Sezione di scavo - Cavidotto esterno al parco FV tra la cabina generale MT e la sottostazione utente 150/30 kV**

La distribuzione del campo magnetico prodotto dalle linee in questione, calcolata con i dati di ingresso precedentemente presentati (corrente circolante nel conduttore posato a trifoglio e profondità di posa), è riportata nelle figure seguenti. E' rappresentata la sezione del terreno in cui sono visibili le linee ad un'altezza standard e sono riportate altresì le linee "equicampo" per i seguenti valori di induzione magnetica (in valore efficace):

- 1  $\mu\text{T}$
- 3  $\mu\text{T}$

Si precisa che, per quanto concerne la definizione delle DPA per le linee in questione, la profondità di posa dei conduttori risulta ininfluente, in quanto per definizione le DPA rappresentano la proiezione in pianta sul livello del suolo, della distanza dal centro linea che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Obiettivo del DPCM 08/07/03, attuativo della L. 36/01, è la tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici prodotti dagli elettrodotti. Tali provvedimenti prevedono limiti particolarmente restrittivi per il campo magnetico nelle "aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere".

In particolare, nei suddetti ambienti di vita, non deve essere superato:

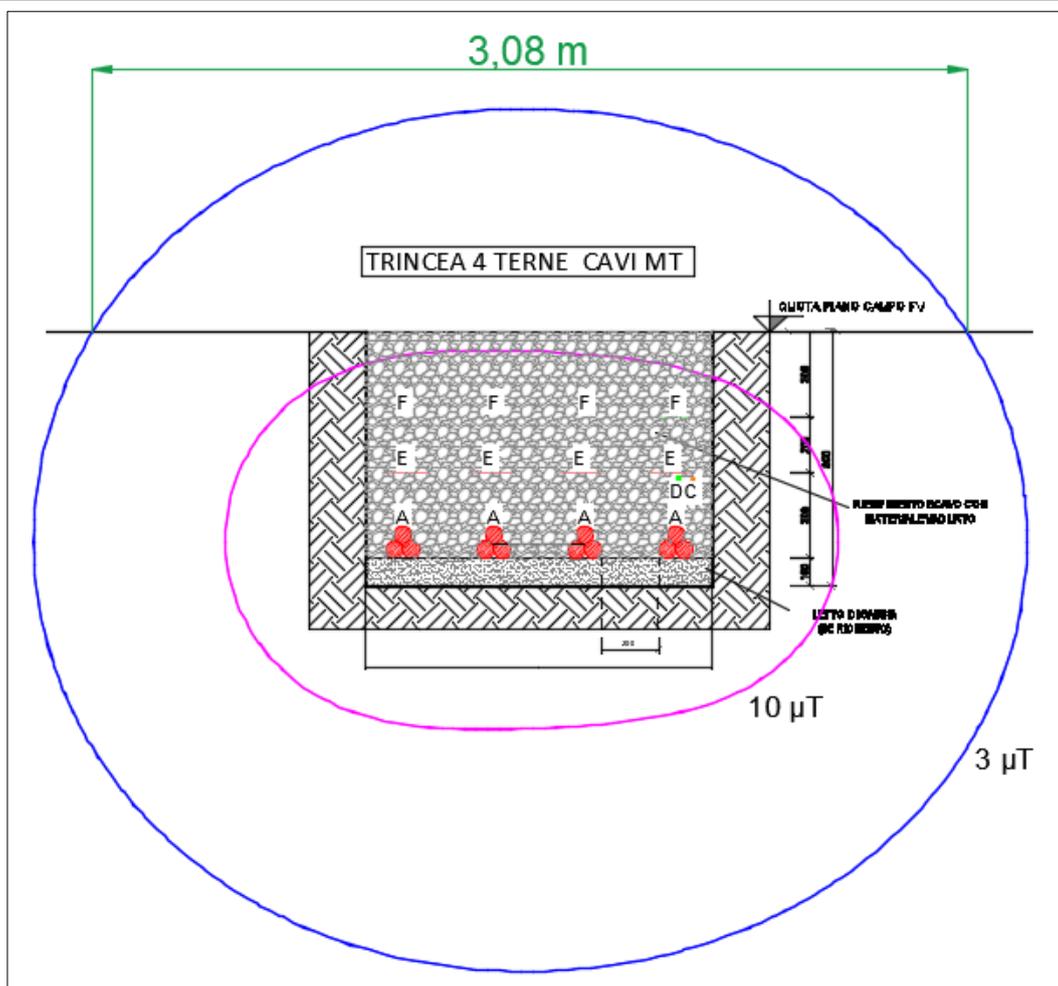
- il limite di 10  $\mu\text{T}$  (valore di attenzione) in ogni caso;
- il limite di 3  $\mu\text{T}$  (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti e di nuovi insediamenti vicino a elettrodotti esistenti.

In particolare, si valuterà la distribuzione del campo magnetico con riferimento all'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  richiesto in occasione della realizzazione di nuovi elettrodotti. I luoghi tutelati sopra elencati non devono rientrare all'interno della DPA. La definizione delle DPA permette di individuare le fasce di rispetto al suolo (corridoio) indipendentemente dall'altezza/profondità di posa dei conduttori. Nel caso in esame non sono stati individuati possibili recettori sensibili.

Si presentano i risultati ottenuti in merito alla produzione del campo elettromagnetico da parte dei cavi percorsi da corrente alternata in media tensione.

### **CASO 1**

Percorso	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Corrente (A)	Profondità di posa (m)	Diametro del conduttore (m)	N.ro terre nello scavo
CU S2 - QGMT	3 x (1 x 300)	207,3	0,75	0,0426	4
CU S4 - QGMT	3 x (1 x 300)	207,3	0,75	0,0426	4
CU S9 - QGMT	3 x (1 x 300)	207,3	0,75	0,0426	4
QRM1 - QGMT	3 x (1 x 300)	153,6	0,75	0,0426	4

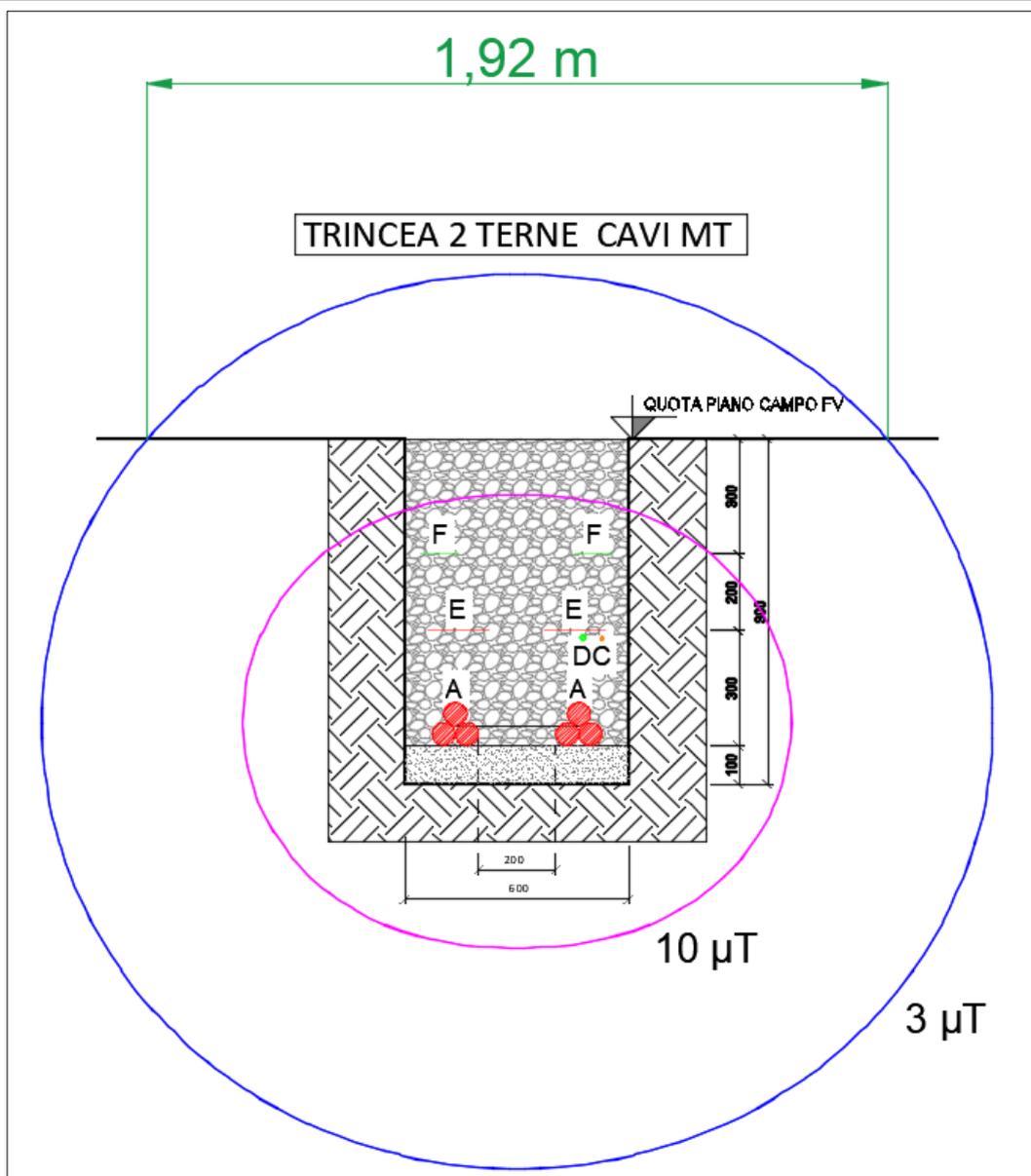


**Figura 25 – Curve Equicampo – Quattro Circuiti MT in ingresso cabina Generale MT**

Dalla figura precedente, si può verificare che la fascia di rispetto al livello del suolo che si deduce dal calcolo, definita all'intersezione tra la linea del terreno e la linea equicampo a 3 µT, è pari a 3,08 m. Il raggio della linea equicampo a 3 µT risulta essere pari a 1,64 metri dal centro dei conduttori.

**CASO 2**

Percorso	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Corrente (A)	Profondità di posa (m)	Diametro del conduttore (m)	N.ro terne nello scavo
CU S2 - QGMT	3 x (1 x 300)	207,3	0,75	0,0426	2
CU S4 - QGMT	3 x (1 x 300)	207,3	0,75	0,0426	2



**Figura 26 – Curve Equicampo – Due Circuiti MT Verso QGMT**

Dalla figura precedente, si può verificare che la fascia di rispetto al livello del suolo che si deduce dal calcolo, definita all'intersezione tra la linea del terreno e la linea equicampo a 3 µT, è pari a 1,92 m. Il raggio della linea equicampo a 3 µT risulta essere pari a 1,15 metri dal centro dei conduttori.

SOGGETTO PROPONENTE:  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)



CODICE

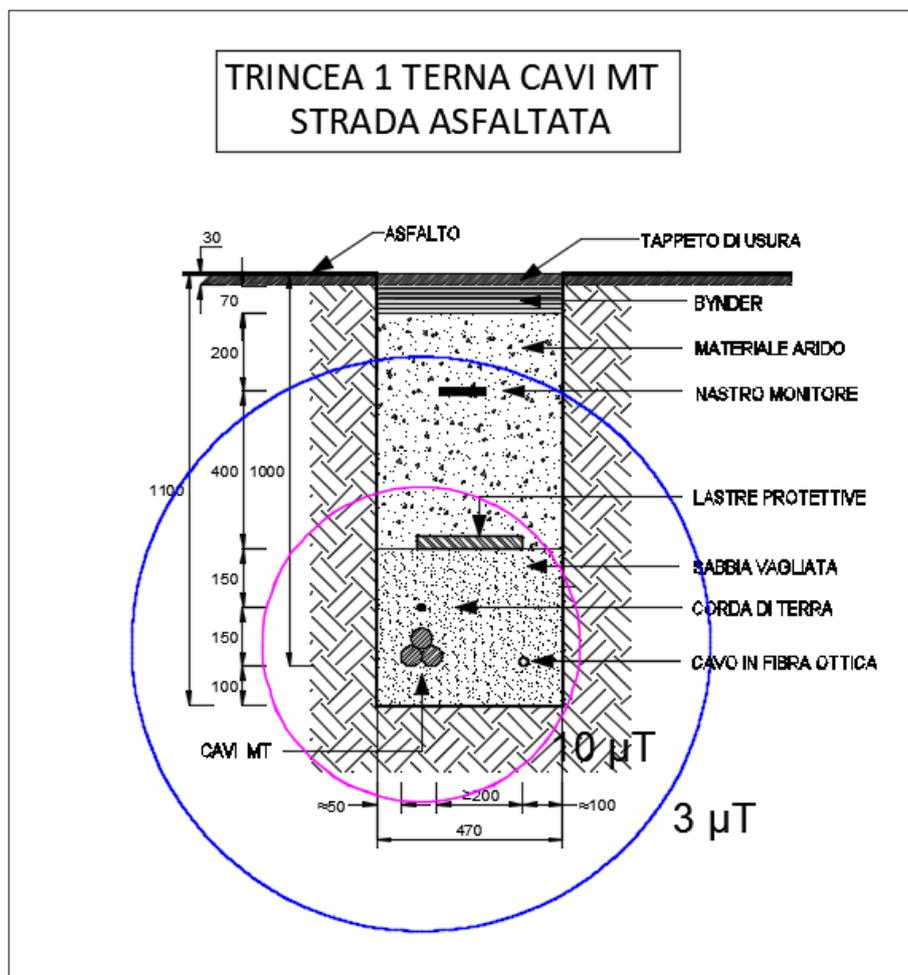
SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

40 di/of 50

### **CASO 3**

Percorso	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Corrente (A)	Profondità di posa (m)	Diametro del conduttore (m)	N.ro terne nello scavo
QRM1 - QGMT	3 x (1 x 300)	153,6	0,95	0,0426	1

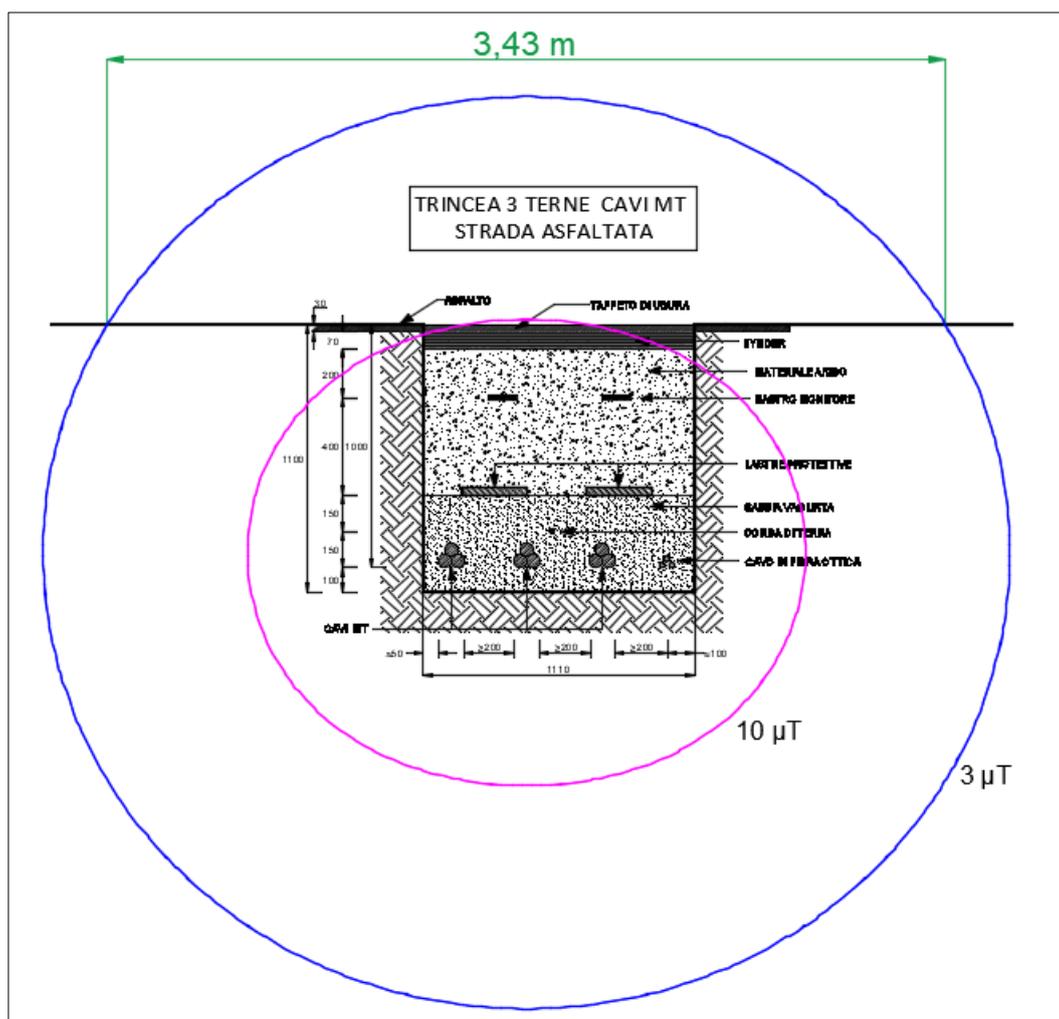


**Figura 27 – Curve Equicampo – Un Circuito MT tra QRM1 e QGMT**

Dalla figura precedente, si può verificare che la fascia di rispetto al livello del suolo che si deduce dal calcolo, definita all'intersezione tra la linea del terreno, è pari a 0 non essendoci valori del campo magnetico pari a  $3 \mu\text{T}$  che si stabiliscono al di sopra del piano campagna.

**CASO 4**

Percorso	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Corrente (A)	Profondità di posa (m)	Diametro del conduttore (m)	N.ro terne nello scavo
QGMT - SSU	3 x 3 x (1 x 630)	844,7	0,95	0,0539	3



**Figura 28 – Curve Equicampo – Un circuito Mt composto da tre terne di cavi disposti a trifoglio per l’interconnessione tra impianto FV e sottostazione utente 150/30 kV**

Dalla figura precedente, si può verificare che la fascia di rispetto al livello del suolo che si deduce dal calcolo, definita all’intersezione tra la linea del terreno e la linea equicampo a 3 μT, è pari a 3,43 m. Il raggio della linea equicampo a 3 μT risulta essere pari a 1,86 metri dal centro dei conduttori.

## **8 CALCOLO E VERIFICA DEL CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DALLE CABINE ELETTRICHE**

### **8.1 FASCIA DI RISPETTO**

I riferimenti contenuti nell'art.6 del DPCM 08.07.2003 implicano che le fasce di rispetto debbano essere determinate nei casi in cui risulti applicabile l'obiettivo di qualità, ovvero nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti ed aree in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.

Per quanto riguarda in particolare l'impianto FV in progetto in rapporto all'obiettivo di qualità fissato dalla normativa, la situazione richiede la determinazione delle fasce di rispetto per le Cabine di trasformazione e per la Cabina Utente di Campo.

Analogamente al caso delle linee elettriche, anche nel caso di cabine, lo spazio definito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, definisce nell'intorno di tali installazioni, un volume, la cui superficie delimita la fascia di rispetto, con la conseguenza che le superfici definite dai punti di valore equivalente all'obiettivo di qualità comprendono al loro interno punti con valore di induzione maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti di cui al DM 29.05.2008, per le cabine, definisce la Distanza di Prima Approssimazione (*Dpa*) quale distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti più di *Dpa* si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

La procedura semplificata per il calcolo della *Dpasi* riferisce ad un sistema trifase percorso da corrente pari alla corrente nominale di bassa tensione in uscita dal trasformatore, con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

Il valore della *Dpa* risulta in base alla seguente relazione:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0.5241} * I^{1/2}$$

essendo:

*Dpa* = Distanza di prima approssimazione, in metri, arrotondata al mezzo metro superiore;

*x* = diametro del cavo multipolare di diametro maggiore in uscita dal trasformatore, in metri.

*I* = corrente nominale di bassa tensione in uscita dal trasformatore, in Ampere.

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

43 di/of 50

Le **cabine di conversione** appartenenti al parco fotovoltaico contengono due unità di trasformazione trifase 0.64/30 kV da 2000 kVA con un circuito MT in uscita caratterizzato da tre cavi unipolari posati a trifoglio tipo ARE4H5E 18/30 kV con sezione 1x120 mmq avente diametro  $x=0,0354$  metri.

Per ognuno dei trasformatori presenti, si ha il seguente valore di corrente nominale di riferimento che interessa il lato BT dello stesso:

- 1800 A (corrente nominale lato BT del trasformatore da 2000 KVA).

La **cabina di raccolta MT**, è caratterizzata dai quadri MT di raccolta delle linee provenienti dalle cabine di conversione dell'area nord d'impianto. Dalle cabine di conversione di campo, vi sono dei circuiti MT caratterizzati da tre cavi unipolari posati a trifoglio tipo ARE4H5E 18/30 kV con sezione 1x120 mmq avente diametro  $x=0,0354$  metri. La corrente nominale che interessa i cavi di connessione delle cabine di conversione in arrivo alla cabina MT di raccolta è pari rispettivamente a 76,8 A per le tre tratte finali linee MT n.1 e n.2 dell'area nord. A favore della sicurezza si è considerata per la determinazione delle distanze di prima approssimazione la totale corrente che interessa la cabina generale MT, data dalla somma di tutti i contributi delle linee MT in arrivo dalle cabine di conversione.

La **cabina generale MT** invece, è caratterizzata dai quadri MT di raccolta delle linee provenienti dalle cabine di conversione e di raccolta MT e di convogliamento della potenza verso la stazione utente AT/MT. Dalle cabine di conversione di campo, vi sono dei circuiti MT caratterizzati da tre cavi unipolari posati a trifoglio tipo ARE4H5E 18/30 kV con sezione 1x300 mmq avente diametro  $x=0,0426$  metri. La corrente nominale che interessa i cavi di connessione delle cabine di conversione in arrivo alla cabina MT di raccolta è pari rispettivamente a 207,3 A per le tre tratte finali linee MT n.2, n.3 e n.4 dell'area sud. La corrente nominale che interessa i cavi di connessione tra la cabina di raccolta MT e la cabina generale MT è pari invece a 153,6 A) con una sezione dei cavi pari anche in questo caso a 300 mm<sup>2</sup>. A favore della sicurezza si è considerata per la determinazione delle distanze di prima approssimazione la totale corrente che interessa la cabina generale MT, data dalla somma di tutti i contributi delle linee MT in arrivo dalle cabine di conversione e dalla cabina di raccolta MT.

La relative Dpa restano così determinate:

$$\text{Dpa (cabina di conversione di campo)} = 0,40492 * 0,0354^{0,5241} * 3600^{1/2} = 4,2 \rightarrow \mathbf{4,5 \text{ m}}$$

$$\text{Dpa (cabina raccolta MT)} = 0,40492 * 0,0354^{0,5241} * (153,6 + 144)^{1/2} = 1,2 \rightarrow \mathbf{2 \text{ m} (*)}$$

(\*) dove 153,6 A è il contributo in corrente delle linee MT in ingresso alla cabina e 144 A è il contributo in corrente del trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

44 di/of 50

**Dpa (cabina generale MT) =  $0,40492 * 0,0426^{0,5241} * (775,5 + 144)^{1/2} = 2,35 \rightarrow 3 \text{ m} (*)$**

*(\*) dove 775,5 A è il contributo in corrente delle linee MT in ingresso alla cabina e 144 A è il contributo in corrette del trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari*

Considerato che la Dpa come sopra determinata è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) delle cabine, le fasce di rispetto delle Cabine di conversione individuabili in base alle stesse Dpa, si estendono verso l'esterno oltre le pareti perimetrali dei manufatti.

## **9 CALCOLO DPA DELLA STAZIONE UTENTE AT/MT**

Per quanto concerne il campo magnetico della stazione di utente MT/AT, prendendo a riferimento le distanze valutate nelle linee guida di E-Distribuzione, le DPA saranno di 14 m dall'asse delle sbarre AT. Ai fini della sicurezza, tale valutazione viene applicata per il progetto in oggetto, in quanto le linee guida tengono in considerazione trasformatori da 63 MVA, potenza nominale subito superiore alla taglia del trasformatore MT/AT di progetto. Di seguito sono riportate le DPA all'interno della stazione elettrica.

Con riferimento alle specifiche tecniche, delle stazioni elettriche della RTN è stato predisposto uno stallo tipo "Trasformatore AT/MT" al fine di poter realizzare il collegamento in antenna come indicato nella relazione relativa alla Stazione Utente. L'impianto fotovoltaico in progetto fornirà alla rete una potenza di circa 43,89 MVA, pertanto, ipotizzando un eventuale incremento della potenza installata, si determina la potenza richiesta dal trasformatore in 50 MVA.

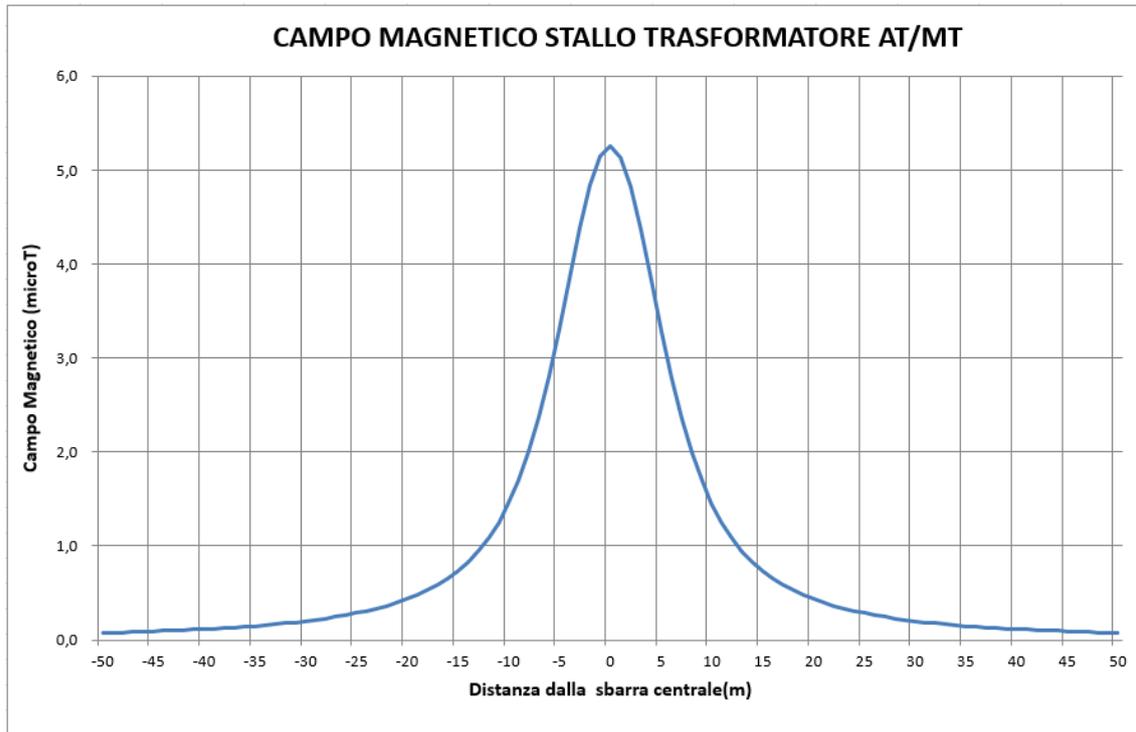
Le principali caratteristiche tecniche del trasformatore sono riportate nella seguente tabella.

<b><u>CARATTERISTICHE DEL TRASFORMATORE AT/MT</u></b>	
POTENZA NOMINALE (MVA)	50
TENSIONE NOMINALE A PRIMARIO (kV)	150
TENSIONE NOMINALE AL SECONDARIO (kV)	30
TENSIONE NOMINALE A VUOTO (PRIMARIO kV)	150 ±10 x 1,5%

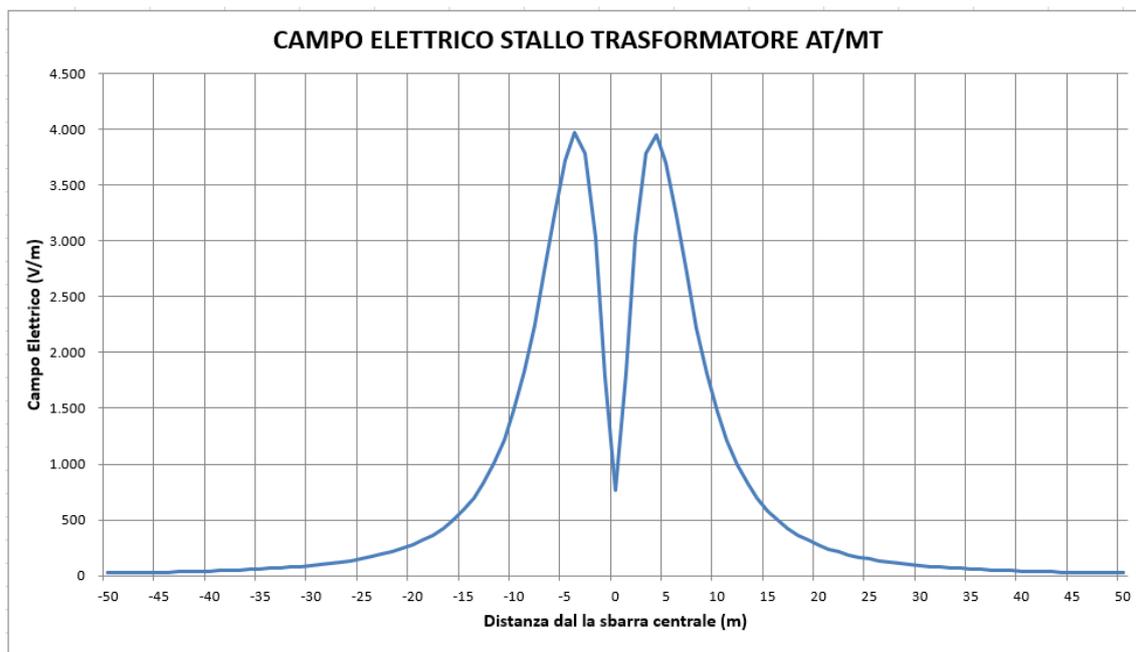
All'interno della Sottostazione di Trasformazione, la situazione più critica dal punto di vista elettromagnetico è rappresentata dalla presenza del trasformatore elevatore.

Il calcolo è stato eseguito con riferimento al valore della corrente montante trasformatore 150/30 kV.

Il profilo del campo magnetico ed elettrico generato dalle sbarre a 150 kV dello stallo trasformatore misurati ad 1 metro dal suolo è rappresentato nei seguenti grafici.

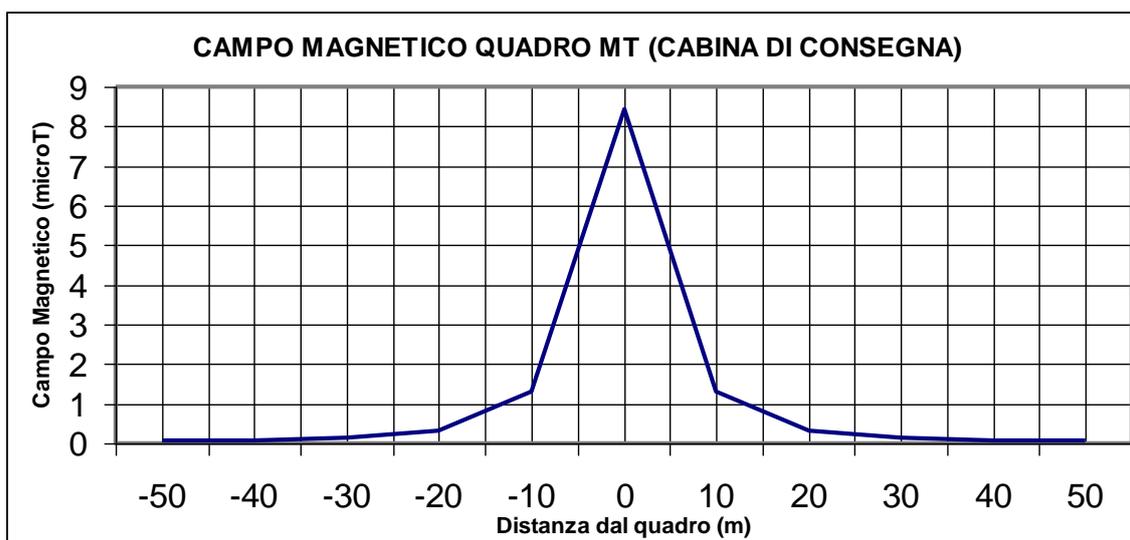


In particolare, l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse delle sbarre di AT in aria, evidenzia che la corrispondente  $D_{pa}$ , di 5 metri circa, ricade all'interno dell'area di Stazione, in quanto l'asse delle sbarre si trova ad una distanza dal perimetro esterno maggiore della  $D_{pa}$ .



L'edificio ubicato all'interno della stazione necessario all'attestazione dei cavi MT dal parco FV e alla misura e al controllo, ha le seguenti dimensioni (30,50 x 4,40 x 3,30 m).

All'interno di tale edificio, si trova installato il trasformatore MT/BT e il quadro MT di raccolta e convogliamento delle linee provenienti dal parco fotovoltaico.



Le sbarre principali del quadro saranno dimensionate per la corrente nominale pari a 1250 A, mentre quelle in derivazione per la corrente nominale pari a 630 A, il raggiungimento dell'obiettivo di qualità si ottiene a circa 7 metri di distanza dal quadro oggetto di verifica preliminare.

SOGGETTO PROPONENTE:  
**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41  
20121 – MILANO (MI)

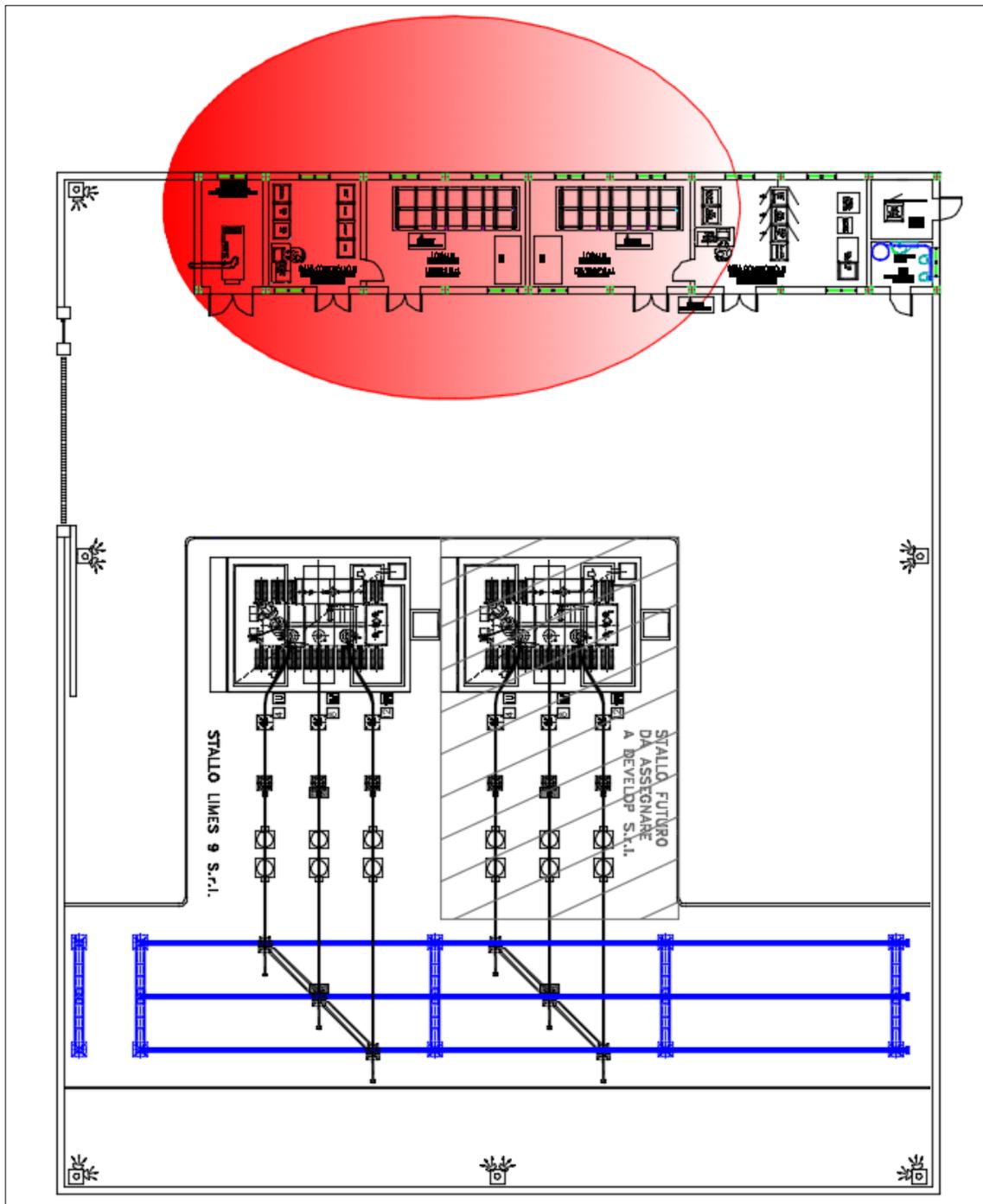


CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

47 di/of 50



**Figura 29: DPA quadri di media tensione Limes 9**

SOGGETTO PROPONENTE:

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)

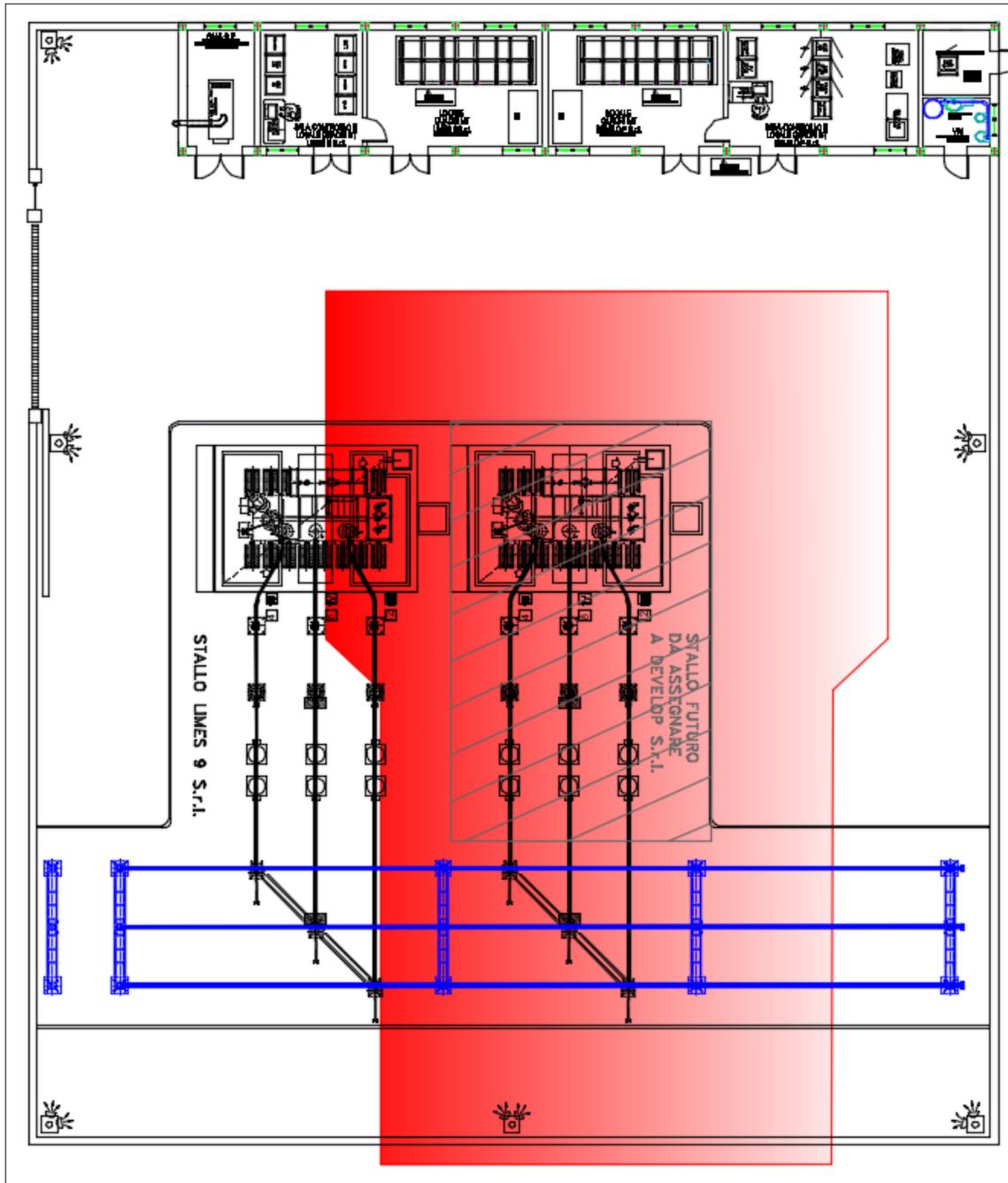


CODICE

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

PAGINA

48 di/of 50



**Figura 30: DPA stalli impianto Limes 9**

<b>SOGGETTO PROPONENTE:</b> <b>LIMES 9 S.R.L.</b>  Via Alessandro Manzoni, 41  20121 – MILANO (MI)		<b>CODICE</b> SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00  <b>PAGINA</b> 49 di/of 50
---	---	--

## **10            ABBATTIMENTO DEL CAMPO ELETTRICO**

L'esposizione in tutti i processi industriali che richiedono correnti di elevata intensità o l'impiego di intensi campi elettrici o magnetici, l'utilizzo di appositi sistemi di schermatura è fondamentale per proteggere sia i lavoratori sia le apparecchiature elettroniche presenti nelle vicinanze delle sorgenti di campo.

La progettazione e la realizzazione di un sistema di schermatura per il soddisfacimento di determinati obiettivi di abbattimento dei campi magnetici richiede che la forma, le dimensioni e gli spessori delle soluzioni schermanti siano scelti in modo da ottimizzare la quantità di materiale in funzione dell'area che si vuole schermare ed in funzione delle sorgenti (es. posizione e potenza dei diversi componenti).

Tra le diverse soluzioni per l'abbattimento del campo elettromagnetico vi sono:

- Piastre Schermanti
- Canali e coperchi schermanti

Per la schermatura delle linee interrate, si possono adottare i canali schermanti adatti per installazioni in ambienti esterni, vengono progettati su misura secondo le dimensioni richieste.

La scelta dei materiali costituenti il canale, la tipologia di lavorazione e le dimensioni dipendono dalle condizioni di posa e dal fattore schermante necessario per la mitigazione.

Un'altro tipo di schermatura è quella basata sul principio di cancellazione delle sorgenti.

Tale metodo è simile alla tecnica dei loop passivi e rientra nella famiglia degli schermi passivi. Sistemi così denominati in quanto prendono l'energia per funzionare direttamente dalla sorgente che genera il campo da mitigare.

## **11            CONCLUSIONI**

Il presente studio è stato realizzato non tenendo conto di eventuali effetti cumulativi che si possono ottenere per via della presenza di apparecchi e cavi di distribuzione già presenti e localizzati nell'immediata vicinanza degli elementi considerati per la sua redazione.

Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge che i valori di induzione magnetica sono inferiori ai limiti normativi vigenti, non costituendo alcun rischio elettromagnetico anche nei confronti del personale addetto alle operazioni di manutenzione.

Infine, il campo elettrico prodotto dai cavi in MT interrati si considera trascurabile per l'elevato valore della costante dielettrica dell'aria pari a 360 MΩm misurata alla frequenza di

**SOGGETTO PROPONENTE:**

**LIMES 9 S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni, 41

20121 – MILANO (MI)



**CODICE**

SCS.DES.R.ELE.ITA.P.7112.010.00

**PAGINA**

50 di/of 50

50 Hz ed anche in considerazione del fatto che il valore del campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV non supera mai il limite normativo di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

Con riferimento al rischio di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete connessi al funzionamento ed all'esercizio dell'impianto, si può riferire, che in base alla normativa di riferimento attuale, i valori limite di esposizione sono in ogni caso rispettati sia per i campi magnetici sia per i campi elettrici.

Dai calcoli effettuati non si segnalano situazioni particolari, in quanto l'entità delle fasce di rispetto e delle conseguenti Distanze di Prima Approssimazione (DPA) determina la possibilità di rispetto dei vincoli verso eventuali luoghi tutelati, così come evidenziato nelle planimetrie allegate. Relativamente agli elettrodotti, in corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e incroci con linee MT o BT sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare: Con riferimento al DM 29/05/08, tali vincoli risultano soddisfatti nella misura in cui le eventuali zone sensibili risultano ad una distanza superiore alla DPA calcolata alla portata nominale di ciascuna linea.

Dalle simulazioni effettuate nel presente studio, è emerso in generale che, nella situazione post operam, nell'area di indagine, la popolazione è esposta a livelli di campo compatibili con i limiti vigenti, sia per le posizioni più prossime alle infrastrutture elettriche sia per le posizioni più distanti.

Con le considerazioni e le valutazioni sopra esposte e, con le tolleranze attribuibili al modello di calcolo adottato, si può ritenere che la situazione connessa alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto, nelle condizioni ipotizzate, risulta nel complesso compatibile con i limiti di legge e con la salvaguardia della salute pubblica.