



REGIONE: <b>SICILIA</b>	PROVINCIA: <b>PALERMO</b>
COMUNI: <b>CIMINNA, MEZZOJUSO, VILAFRATI</b>	LOCALITA': <b>C/da Buffa, C/da Serre, C/da Feotto</b>

TIPO PROGETTO: <b>PD</b>	OGGETTO: Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato 'Agrovoltaico Ciminna' per la produzione di energia elettrica con una potenza installata di 58 MW, potenza di immissione di 54 MW e potenza del sistema di accumulo di 10 MW, per la produzione agricola di beni e servizi oltre alle opere connesse e alle infrastrutture indispensabili nelle aree identificate nei comuni di Villafrati (PA), Mezzojuso (PA) e Ciminna (PA)
-----------------------------	--



TAVOLA N.: <b>RE01.03</b>	IMPIANTO: <b>AGROVOLTAICO CIMINNA</b>	SCALA
	ELABORATO: Relazione Tecnica Campi Elettromagnetici	COD. DOC. _____ REV. _____

PROPONENTE: <b>FRI-ELSUN</b>	RESPONSABILE:  <i>Timbro e Firma</i>	APPROVATO DA:  <i>Timbro e Firma</i>
---------------------------------	--	--

PROGETTISTA 	DIRETTORE TECNICO: ARCH: FRANCESCO LAUDICINA  <i>Timbro e Firma</i>	REDATTO DA:  <i>Timbro e Firma</i>
-----------------	---	--

REV.	DATA	REDATTO	DESCRIZIONE
0			
1			
2			
3			

## Sommario

<b>Sommario</b> .....	<b>0</b>
<b>1 GENERALITÀ ED UBICAZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI</b> .....	<b>2</b>
2.1 <i>Composizione del sistema di produzione</i> .....	2
2.2 <i>Modalità di posa dei moduli e dei trackers</i> .....	5
2.3 <i>Distribuzione e consegna dell'energia lato AC</i> .....	5
2.4 <i>Sistema di accumulo</i> .....	6
2.5 <i>Opere di connessione alla rete di trasmissione nazionale</i> .....	6
2.6 <i>Stazione di utenza</i> .....	7
2.7 <i>Riepilogo dei Valori di potenza e livelli di tensione</i> .....	8
<b>3 CRITERI GENERALI E NORMATIVA APPLICABILE</b> .....	<b>12</b>
3.1 <i>Calcolo del campo elettrico e magnetico per le linee interrate</i> .....	13
3.2 <i>Parametri di calcolo e previsione delle condizioni di funzionamento</i> .....	14
<b>4 Geometria delle linee</b> .....	<b>14</b>
<b>5 ANALISI DELLE LINEE E COMPONENTI AT</b> .....	<b>16</b>
5.1 <i>Descrizione delle linee elettriche in AT</i> .....	16
5.2 <i>Risultati del calcolo del campo magnetico sulle linee AT</i> .....	17
5.3 <i>Analisi dei risultati e Determinazione della fascia di rispetto</i> .....	18
5.4 <i>Parti d'impianto in aria</i> .....	19
<b>6 ANALISI DEI CAVIDOTTI E COMPONENTI MT 30 kV</b> .....	<b>20</b>
6.1 <i>Analisi dei cavidotti MT</i> .....	20
6.2 <i>Cabine elettriche MT</i> .....	22
<b>7 CONCLUSIONI</b> .....	<b>23</b>
<b>8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>25</b>

## **1 GENERALITÀ ED UBICAZIONE**

La presente relazione tecnica è relativa all'impianto fotovoltaico, denominato "**Agro Fotovoltaico Ciminna**", e relative opere di connessione alla RTN, di potenza nominale pari a 57,52 MWp, da realizzare in un'area sita nei Comuni di Ciminna, Mezzojuso e Villafrati, ricadenti nella provincia di Palermo, ed alle opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (*vedi Piano Particolare*).

La società proponente è la FRI EL SUN - S.r.l., società a responsabilità limitata con socio unico, costituita il 20/10/2021, con sede in sede legale ed operativa in Bolzano (BZ), Piazza del Grano N. 3 ed è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Bolzano, con numero REA 235229, C.F. e P.IVA N. 03137530212.

L'impianto, nella sua interezza sarà costituito da: generatore fotovoltaico, apparati di conversione e trasformazione in media tensione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico, cabina di raccolta, cavidotti interrati in media tensione verso la stazione di utenza, stazione di utenza MT/AT, stazione di smistamento in AT a 150 kV e raccordi in AT.

Tutte le opere, impianto fotovoltaico e opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, ricadono rispettivamente nei territori comunali di Ciminna, Mezzojuso e Villafrati (PA).

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

Le aree scelte per l'ubicazione del generatore fotovoltaico coincidono con dei versanti collinari, digradanti in direzione NO-SE, di superficie complessiva pari a circa 122 ha, con modeste incisioni, inserita in un contesto rurale, a circa 1 km dal centro abitato di Villafrati (PA), a circa 2,5 km dal centro abitato di Mezzojuso (PA) e a circa 5 km dal centro abitato di Ciminna (PA). La superficie effettivamente utilizzata per l'installazione delle opere sarà pari a circa 94 ha.

L'accesso alle aree d'impianto avviene attraverso un tratto della strada statale esistente (SP 121) che si sviluppa, per circa 5 km. (*vedi Carta Tecnica Regionale*).

Le coordinate geografiche del punto centrale del generatore fotovoltaico sono: 37,869713 N - 13.509834 E; l'altezza sul livello del mare va dai 550 m circa del punto più alto ai 380 m circa del punto più basso.

Non si riscontra, nell'area del generatore fotovoltaico, la presenza di alberi né di arbusti ed attualmente i fondi sono in parte coltivati a seminativo ed in parte impegnati da altre colture.

Non sono inoltre presenti in prossimità dell'area ostacoli all'irraggiamento che compromettano o riducano la produttività dell'impianto.

## 2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici sono costituiti da:

1. Parco Fotovoltaico: costituito da circa 99.180 moduli fotovoltaici e n.271 gruppi di conversione che convertono l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) e n. 24 trasformatori elevatori BT/MT;
2. Rete di media tensione a 30 kV: convoglia la produzione elettrica dal Parco Fotovoltaico alla Stazione di Trasformazione 30/150 kV;
3. Stazione di trasformazione 30/150 kV: trasforma l'energia al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
4. Impianto di accumulo elettrochimico: permette di accumulare parte dell'energia elettrica prodotta dal Parco Fotovoltaico;
5. Collegamento in antenna: cavo di collegamento a 150 kV tra la Stazione di trasformazione e la stazione TERNA 220/150 kV di "Ciminna";
6. Stallo di consegna TERNA a 150 kV (IR - impianto di rete per la connessione): è il nuovo stallo di consegna a 150 kV che verrà realizzato nella sezione 150 kV della stazione di trasformazione 220/150 kV di "Ciminna".

### 2.1 Composizione del sistema di produzione

L'impianto si compone di n. 12 campi denominati rispettivamente:

1. **Campo FV 01\_01** diviso in n. 3 sotto-campi,
  - a. Sotto-Campo FV 01\_01A
  - b. Sotto-Campo FV 01\_01B
  - c. Sotto-Campo FV 01\_01C
2. Campo FV 01\_03
3. Campo FV 01\_04
4. Campo FV 01\_05
5. Campo FV 01\_06
6. Campo FV 01\_07
7. Campo FV 01\_08
8. Campo FV 01\_09
9. **Campo FV 01\_10** diviso in n. 2 sotto-campi:
  - a. Sotto-Campo FV 01\_10A
  - b. Sotto-Campo FV 01\_10B
10. **Campo FV 01\_11** diviso in n. 3 sotto-campi:
  - a. Sotto-Campo FV 01\_11A

b. Sotto-Campo FV 01\_11B

c. Sotto-Campo FV 01\_11C

11. **Campo FV 01\_12** Diviso in n. 3 sotto-campi:

a. Sotto-Campo FV 01\_12A

b. Sotto-Campo FV 01\_12B

c. Sotto-Campo FV 01\_12C

12. **Campo FV 01\_13**” diviso in n. 2 sotto-campi:

a. Sotto-Campo FV 01\_13A

b. Sotto-Campo FV 01\_13B

Il generatore fotovoltaico sarà di tipo ad inseguitore solare mono-assiale (*Tracker*), di tipo grid connected con punto di prelievo coincidente con quello di immissione, avente la seguente composizione:

- Potenza complessiva del generatore fotovoltaico pari a 57,52 MWp
- Numero di campi fotovoltaici pari a 12, suddivisi a formare un totale di 18 sottocampi
- Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino tipo JKM580M-7RL4 da 580 Wp in numero pari a 99.180 unità
- Convertitori da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) tipo SUN2000-215KTL- H0 da 215 KVA, operanti alla frequenza di rete (50 Hz), cosphi nominale pari a 1, e tensione di uscita 800V ed idonei all'installazione sia in esterno che in interno, presenti in numero complessivo di 271 unità
- Cabine di trasformazione dotate di trasformatori elevatori da 3,2 MVA che da bassa tensione (800V) elevano a media tensione a 30 kV, in numero complessivo di 24 Unità di conversione
- Cabine di smistamento di campo da cui si dipartono le dorsali interrato di collegamento in media tensione a 30 kV verso la Rete di Trasmissione Nazionale. E' previsto un totale di 9 cabine di smistamento.

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

IMPIANTO FV 01 - 57517,44 kW (57,52 MW)																			
Campo FV 01_01		Potenza 16328.16 kW																	
Sottocampo 01_01 - A			Potenza 5359.20 kW			Sottocampo 01_01 - B			Potenza 5359.20 kW			Sottocampo 01_01 - C			Potenza 5609.76 kW				
Stringhe	15x15			Stringhe	15x15			Stringhe	13x15										
Stringhe	10x16			Stringhe	10x16			Stringhe	13x16										
N. pannelli	9240		STRINGA DA 1/24 MODULI	N. pannelli	9240		STRINGA DA 1/24 MODULI	N. pannelli	9672										
N. inverter	25			N. inverter	25			N. inverter	26										
N. cabine	2			N. cabine	2			N. cabine	2										
Campo FV 01_03		Potenza 2338.56 kW																	
Stringhe	8x15																		
Stringhe	3x16																		
N. pannelli	4032		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	11																		
N. cabine	1																		
Campo FV 01_04		Potenza 2853.60 kW																	
Stringhe	5x14																		
Stringhe	9x15																		
N. pannelli	4920		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	14																		
N. cabine	1																		
Campo FV 01_05		Potenza 5261.76 kW																	
Stringhe	6x15																		
Stringhe	18x16																		
N. pannelli	9072		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	24																		
N. cabine	2																		
Campo FV 01_06		Potenza 821.28 kW																	
Stringhe	1x14																		
Stringhe	3x15																		
N. pannelli	1416		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	4																		
N. cabine	0																		
Campo FV 01_07		Potenza 403.68 kW																	
Stringhe	1x14																		
Stringhe	1x15																		
N. pannelli	696		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	2																		
N. cabine	1																		
Campo FV 01_08		Potenza 1698.24 kW																	
Stringhe	6x15																		
Stringhe	2x16																		
N. pannelli	2928		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	8																		
N. cabine	1																		
Campo FV 01_09		Potenza 4412.64 kW																	
Stringhe	19x15																		
Stringhe	2x16																		
N. pannelli	7688		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	21																		
N. cabine	2																		
Campo FV 01_10		Potenza 6347.52 kW																	
Sottocampo 01_10 - A			Potenza 3034.56 kW			Sottocampo 01_10 - B			Potenza 3312.96 kW										
Stringhe	6x15			Stringhe	2x14														
Stringhe	8x16			Stringhe	14x15														
N. pannelli	5232		STRINGA DA 1/24 MODULI	N. pannelli	5712														
N. inverter	14			N. inverter	16														
N. cabine	1			N. cabine	2														
Campo FV 01_11		Potenza 5609.76 kW																	
Stringhe	2x14																		
Stringhe	25x15																		
N. pannelli	9672		STRINGA DA 1/24 MODULI																
N. inverter	27																		
N. cabine	2																		
Campo FV 01_12		Potenza 9242.88 kW																	
Sottocampo 01_12 - A			Potenza 1809.60 kW			Sottocampo 01_12 - B			Potenza 6333.60 kW			Sottocampo 01_12 - C			Potenza 1099.68 kW				
Stringhe	5x14			Stringhe	9x15			Stringhe	1x15										
Stringhe	4x15			Stringhe	20x16			Stringhe	4x16										
N. pannelli	3120		STRINGA DA 1/24 MODULI	N. pannelli	10920		STRINGA DA 1/24 MODULI	N. pannelli	1896										
N. inverter	9			N. inverter	29			N. inverter	5										
N. cabine	0			N. cabine	3			N. cabine	1										
Campo FV 01_13		Potenza 2199.36 kW																	
Sottocampo 01_13 - A			Potenza 793.44 kW			Sottocampo 01_13 - B			Potenza 1405.92 kW										
Stringhe	3x14			Stringhe	4x14														
Stringhe	1x15			Stringhe	3x15														
N. pannelli	1368		STRINGA DA 1/24 MODULI	N. pannelli	2424		STRINGA DA 1/24 MODULI												
N. inverter	4			N. inverter	7														
N. cabine	0			N. cabine	1														
N. tot. pannelli		99180																	
N. tot. inverter		271																	
N. tot. cabine		24																	

## 2.2 Modalità di posa dei moduli e dei trackers

Il progetto prevede l'impiego di sistemi ad inseguitore solare mono-assiale a movimento controllato (*Tracker*). Queste strutture consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici ad essi ancorati intorno ad un unico asse orizzontale permettendo l'inseguimento del sole nell'arco della giornata aumentando la produzione energetica dell'impianto fotovoltaico

Nei campi fotovoltaici che costituiscono il parco in oggetto i *trackers* lavorano singolarmente il cui movimento è regolato da un unico motore che comanda la rotazione dell'asse di rotazione della struttura e quindi del piano dei moduli durante il corso della giornata in base alla posizione del sole.

Tutti gli elementi sono solitamente realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo e sono:

- I pali di sostegno infissi nel terreno
- Travi orizzontali
- Giunti di rotazione
- Elementi di collegamento tra le travi principali
- Elementi di solidarizzazione
- Elementi di supporto dei moduli
- Elementi di fissaggio.

L'interasse minimo tra le fila di trackers è pari a 9,0 m per ridurre il fenomeno di ombreggiamento reciproco e garantire gli spazi di manovra.

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

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

## 2.3 Distribuzione e consegna dell'energia lato AC

La conversione DC/AC avverrà in più punti dei campi fotovoltaici per cui sarà necessario trasportare la corrente in uscita dagli inverter verso le unità di trasformazione. Il trasporto avverrà in bassa tensione sino alle cabine di media tensione.

Per ottimizzare il trasferimento di energia limitando le perdite per effetto joule si utilizzano tensioni BT che siano quanto più alte possibili pur rimanendo nell'ambito dei sistemi di categoria I (Tensione < 1000V)

Per questo motivo la tensione di uscita degli inverter di stringa è prevista a 800V.

Nel caso di unità di conversione centralizzate invece, gli inverter sono integrati in box di conversione direttamente collegati ai trasformatori elevatori.

Vista le distanze dell'ordine dei chilometri, la distribuzione all'interno del parco fotovoltaico e verso la sotto stazione di utente, avverrà alla tensione di 30kV (media tensione o MT) e prevederà dei trasformatori elevatori

distribuiti all'interno dei sotto campi. Ogni gruppo afferente ad una unità di conversione verrà trattato come un sotto campo sezionabile singolarmente, pertanto un quadro per la protezione del trasformatore lato MT e per il sezionamento della linea diretta alla cabina di raccolta è presente sul lato di media tensione.

Le linee MT in uscita dalle unità di conversione verranno convogliate in cabine di smistamento che a loro volta saranno collegate con unico montante alla SSE (Struttura ad albero).

In prossimità della cabina di raccolta verrà ubicato un locale, dove troverà alloggio il quadro dei servizi ausiliari e la postazione per il sistema locale di monitoraggio (vedi Locali tecnici).

La cabina di raccolta, di tipo prefabbricato in calcestruzzo armato vibrato, sarà ubicata in prossimità della strada pubblica limitrofa all'impianto. La cabina di raccolta conterrà gli elementi, riuniti in un quadro di media tensione a 30 kV e sarà dotata di un trafo MT/bt per servizi ausiliari di potenza pari a 50 kVA.

L'impianto sarà dotato di rete di terra, di protezioni contro le sovratensioni, mediante l'installazione di scaricatori collegati alla rete di terra.

#### 2.4 Sistema di accumulo

L'impianto sarà dotato di un sistema di accumulo che avrà una potenza 10,00 MWp ed una capacità 20,0 MWh.

Il sistema di accumulo potrà svolgere la funzione di compensazione di produzione assumendo anche funzione di 'volano di produzione'. Il sistema di immissione in rete e ricarica sarà completamente automatico e gestito bile in remoto in modo tale che non sia mai superata la potenza in immissione prevista dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) data da Terna.

L'impianto di accumulo così definito avrà una potenza richiesta ai fini della connessione sulla rete AT 150 kV di 10 MW ma che tuttavia non andrà ad aumentare la potenza di picco dell'impianto per più del 10% rispetto a quanto previsto dalla STMG.

#### 2.5 Opere di connessione alla rete di trasmissione nazionale

Come si prevede l'impianto sarà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale a 150 kV con una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN a 150 kV da collegare sulla linea terna della RTN a 150 kV uscente dalla SSE TERNA SPA "Ciminna".

La nuova stazione elettrica di smistamento della RTN a 150 kV, con i raccordi in AT alla linea esistente, e l'adiacente stazione di utenza MT/AT, collegata alla precedente, saranno ubicate in un'area sita nel Comune di Ciminna (PA), in contrada Porrazzi, (vedi Piano Particolare e Inquadramento territoriale).

Il collegamento tra il generatore fotovoltaico e la stazione d'utenza sarà realizzato con una doppia terna di cavi interrati di media tensione, di sezione adeguata alla potenza di progetto e a contenere la caduta di tensione.

Il percorso dei cavi si svolge per intero sulla viabilità locale esistente (SS121), tranne brevissimi tratti, iniziale finale, su terreno agricolo e strada sterrata esistente ed interseca alcuni corsi d'acqua di modestissima entità.

## 2.6 Stazione di utenza

La stazione di utenza a cui si attestano i cavidotti di connessione in media tensione a 30 kV sopra descritti effettua la conversione alla tensione della connessione (150 kV) dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e verrà realizzata su un'area nell'ambito del comune di Ciminna, accanto alla stazione di smistamento della RTN presente. La stazione di utenza occuperà una superficie di circa 10.000 m<sup>2</sup> e sarà costituita da una sezione in AT a 150 kV, collegata allo stallo dedicato nella Stazione di rete, e da una sezione a 30 kV. Il trasformatore elevatore sarà di tipo in olio, di potenza minima pari a 60 MVA e rapporto di trasformazione 1500 kV / 30 kV. Sarà inoltre presente un edificio quadri comando e controllo, di superficie pari a circa 150 m<sup>2</sup>, che ospita gli apparati d'interfaccia e di comunicazione con la RTN. Una descrizione più dettagliata è riportata nel seguito.

Il reparto di media tensione sarà costituito da 9 scomparti di tipo blindato con corrente nominale di sbarra 1.250A, interruttori isolati in gas SF<sub>6</sub>, tale da garantire la massima flessibilità in termini di manutenibilità e sostituzione delle parti. Detto scomparto comprende pure i trasformatori di corrente e tensione, con avvolgimento secondario in classe 0,2 per la misura dell'energia in transito.

L'opera contempla l'attività soggetta a verifica di prevenzione incendi n. 48 "Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 mc", categoria B "macchine elettriche", ai sensi del D.P.R. 151/2011.

La pratica autorizzativa sarà oggetto di specifica trattazione. Tutte le apparecchiature previste in progetto saranno omologate TERNA.

L'area delle stazioni d'utenza sarà accessibile dalla Strada statale 121 e breve tratto di strada sterrata, mediante ingressi realizzati con portoni metallici distinti. Il perimetro esterno e le aree di competenza saranno recintati con rete metallica a maglia romboidale plastificata di m. 2,00 di altezza utile, sostenuta da paletti in acciaio zincati a fuoco e cementati entra fondazione continua in calcestruzzo armato. Le strade carrabili interne saranno finite con un manto asfaltato mentre le superfici interne ai piazzali in tensione saranno pavimentate con mattonelle drenanti. Sarà installato un sistema di videosorveglianza a circuito chiuso. Inoltre, l'area esterna, nelle ore notturne ed all'occorrenza, sarà illuminata con armature di tipo stradale installate su pali aventi altezza fuori terra di 7,5 m.

## 2.7 Riepilogo dei Valori di potenza e livelli di tensione

Al fine di riassumere i valori di potenza determinati nei paragrafi precedenti si riportano di seguito i parametri caratteristici dell'impianto

- Potenza complessiva del generatore intesa come somma delle potenze di picco dei moduli: 57.524,4 kWp
- Potenza complessiva in uscita dagli inverter (potenza nominale): 58.265 kVA
- Livello di tensione di conversione (Lato BT) : 800V
- Livello di tensione di distribuzione (Lato MT): 30 kV
- Livello di tensione di consegna (Lato AT): 150 kV
- Perdite medie previste lato DC: 2% (Caduta di tensione massima 2%)
- Perdite medie previste lato BT: 2% (Caduta di tensione massima 4%)
- Perdite di conversione DC/AC: 1,6 % (Rendimenti medi degli inverter pari al 98-98,5%)
- Perdite di conversione AC/AC: 1% (Perdite medie in trasformatori del taglio previsto)
- Perdite di distribuzione MT: 2% (Perdite medie nei cavi )
- Potenza complessivamente richiesta in immissione 54 MW con uno scarto massimo del 10%
- Potenza complessivamente prevista sullo stallo AT è di 200 MVA

Ai fini dei calcoli che seguiranno si riportano tutti i valori di potenza e corrente della rete di distribuzione MT.

La rete MT dei cavidotti si articola in diverse tratte suddivise da 10 Nodi principali ai quali afferiscono le varie condutture.

La tabella seguente riassume tutte le posizioni dei nodi.

<b>Nodo</b>	<b>Identificazione nodo</b>
N0	Sotto Stazione AT Utente
N1	Connessione Cabina MC3
N2	Connessione Cabina MC2-MC1
N3	Connessione Cabina MC4
N4	Connessione Cabina MC6
N5	Connessione Cabina MC5
N6	Incrocio SP77 SP55bis
N7	Connessione cabina MC7
N8	Connessione Cabina MC8
N9	Connessione Cabina MC9

Di seguito invece si riportano le caratteristiche delle tratte prese in esame

<b>Nome Tratta</b>	<b>Lunghezza Tratta (km)</b>	<b>Numero Linee</b>	<b>Numero Terne</b>	<b>Numero cavi MT</b>	<b>Nodo Partenza</b>	<b>Nodo Arrivo</b>	<b>Interferenze</b>	<b>Tipo Posa</b>	<b>Sezione Scavo</b>
TR0	4,1	9	11	33	N0	N1	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR1	0,9	2	2	6	N1	N2	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR2	0,7	6	8	24	N1	N3	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR3	1,95	5	8	24	N3	N4	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR4	1,1	4	6	18	N4	N6	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR5	1,7	1	1	3	N5	N6	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR6	1,5	3	5	15	N6	N7	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR7	1,6	2	4	12	N7	N9	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm
TR8	0,25	1	2	6	N8	N9	Nessuna	Interrato direttamente	70x100 cm

Per cio che riguarda invece le correnti della rete MT si rappresentano nella seguente tabella tutte le correnti unscenti dal sitto campi (Lato MT) e le correnti complessive per tutte le tratte sopra elencate.

Cabina smistamento	Sottocampi Afferenti	Potenza totale Inverter (MVA)	Sotto campo Corrente MT(A)	Corrente uscita Cabina smistamento (A)	Potenza Totale (MVA)	Cablaggio in Uscita	Portata cavi Complessiva (A)	Tratte PRINCIPALI attraversate
FV01-MC1	FV01 1-A1	2,58	49,65	153,09	7,955	1x95-ARE4H1R	247	TR0
	FV01 1-A2	2,80	53,79					TR1
	FV01 1-B1	2,58	49,65					
FV01-MC2	FV01 1-B2	2,80	53,79	161,37	8,385	1x95-ARE4H1R	247	TR0
	FV01 1-C1	2,80	53,79					
	FV01 1-C2	2,80	53,79					
FV01-MC3	FV01 03	2,37	45,51	103,44	5,375	1x95-ARE4H1R		TR0
	FV01 04	3,01	57,93					
FV01-MC4	FV01 05-1	2,58	49,65	157,23	8,17	1x95-ARE4H1R	247	TR0
	FV01 05-2	2,58	49,65					
	FV01 06/07	1,29	24,83					
	FV01 08	1,72	33,10					
FV01-MC5	FV01 09-01	2,37	45,51	86,89	4,515	1x95-ARE4H1R	247	TR0
	FV01 09-02	2,15	41,38					TR2
FV01-MC6	FV01 10-A	2,15	41,38	124,13	6,45	1x95-ARE4H1R	247	TR3
	FV01 10-A/10-B	2,15	41,38					TR4
	FV01 10-B	2,15	41,38					TR5
FV01-MC7	FV01 11-1	3,01	57,93	111,72	5,805	1x95-ARE4H1R	247	TR0
	FV01 11-2	2,80	53,79					TR2
FV01-MC8	FV01 12-A /12-C	3,01	57,93	99,30	5,16	2x95-ARE4H1R	490	TR3
	FV01 12-B1	2,15	41,38					TR4
								TR6
FV01-MC9	FV01 12-B2	2,15	41,38	124,13	6,45	2x95-ARE4H1R	490	TR7
	FV01 12-B3	1,94	37,24					TR8
	FV01 13	2,37	45,51					TR0

Infine si riportano di seguito le correnti che attraversano il cavo dal lato AT. Si precisa comunque che, ai fini del calcolo della distanza di prima approssimazione e delle fasce di rispetto lato AT si prenderà in considerazione la corrente di portata del cavo AT e non la corrente dell'impianto in oggetto.

<b>Potenza complessiva (MVA)</b>	<b>Corrente Massima lato MT (A)</b>	<b>Corrente massima lato AT (A)</b>	<b>Cablaggio lato AT</b>	<b>Portata Cavo AT (A)</b>
58,27	1121,31	224,26	1x1000 mmq ARE4H1H5RE	875

### 3 CRITERI GENERALI E NORMATIVA APPLICABILE

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

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

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

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

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

- legge 22/2/01 n°36 : la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- D.P.C.M. 8.7.2003. (GU 199 29/08/2003): Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"

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

1. "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];
2. "A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];
3. "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi

elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

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

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

La tabella seguente riassume i valori limite e gli obiettivi di qualità da perseguire in V/m e  $\mu\text{T}$

limite per il campo elettrico	5 kV/m
limite per l'induzione magnetica	100 $\mu\text{T}$
valore di attenzione per l'induzione magnetica	10 $\mu\text{T}$
obiettivo di qualità per l'induzione magnetica	3 $\mu\text{T}$

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

### 3.1 Calcolo del campo elettrico e magnetico per le linee interrato

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

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

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

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

Dove:

S è la distanza tra i i centro di 2 cavi

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

I è l'intensità di corrente.

Ai fini del calcolo della distanza di rispetto è utile utilizzare la formula che determina il valore di R in corrispondenza ad un valore di B pari a 3  $\mu\text{T}$ , ovvero:

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

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

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

### 3.2 Parametri di calcolo e previsione delle condizioni di funzionamento

L'obiettivo di qualità più stringente è pertanto quello relativo al punto 3 che consente un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3  $\mu$ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

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

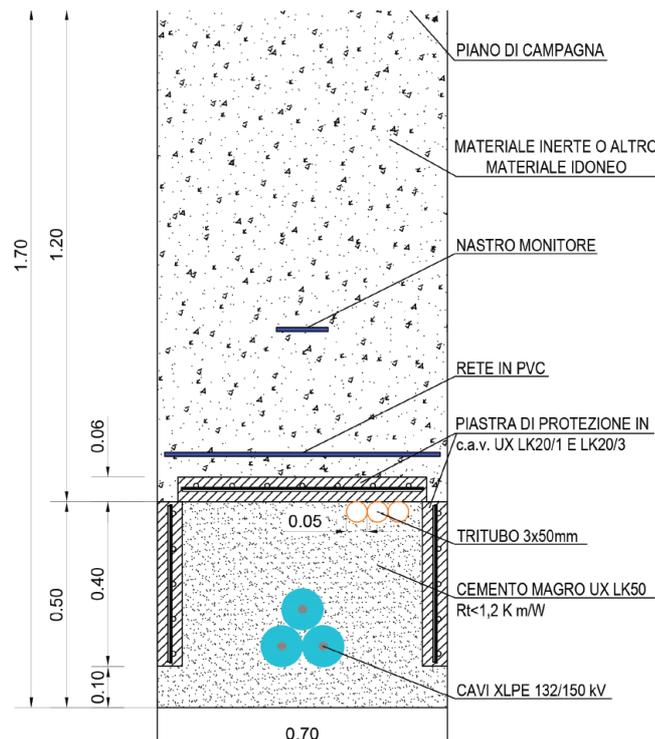
- Impianto funzionante alla massima potenza di picco senza considerare le perdite
- Corrente costante nell'arco di tutta la giornata (esclusa la notte) supposta uguale alla mediana delle 24 ore

Per ciò che riguarda la linea in alta tensione che collega la SSE utente con la stazione Terna, in previsione del collegamento di una ulteriore sezione di impianto si effettueranno i calcoli su una corrente pari alla massima portata del cavo.

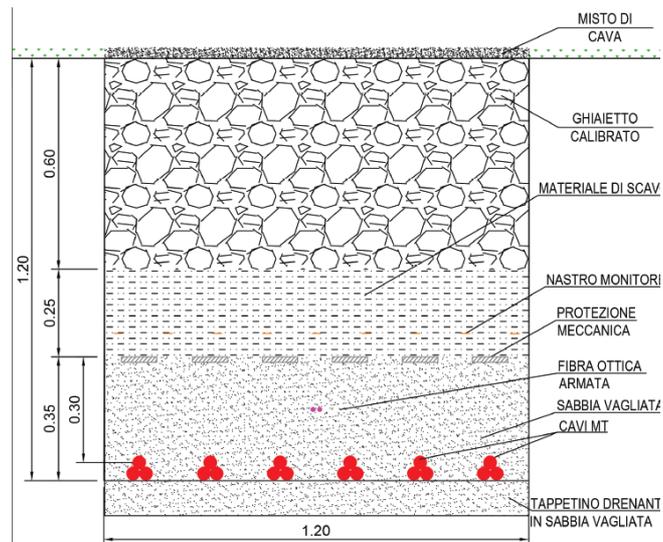
## 4 Geometria delle linee

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

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



### Tipico Posa cavi AT



### Tipico posa interrata cavi MT

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

## 5 ANALISI DELLE LINEE E COMPONENTI AT

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

### 5.1 Descrizione delle linee elettriche in AT

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

In via cautelativa, in previsione di un possibile incremento della corrente di picco si ipotizzerà di utilizzare un cavo con taglio immediatamente superiore rispetto a quanto necessario.

si adotterà il cavo con le seguenti caratteristiche:

- Isolamento: XLPE
- Tipo di conduttore: Corda rotonda compatta
- Guaina metallica: Alluminio corrugato termosaldato
- Diametro del conduttore: 50 mm
- Sezione: 1600 mm<sup>2</sup>
- Spessore del semi-conduttore interno : 1,5 mm
- Spessore medio dell'isolante : 22,0 mm
- Spessore del semi-conduttore esterno : 1,3 mm
- Spessore guaina metallica : approx 2 mm
- Spessore guaina : 4,1 mm
- Diametro esterno nom. : 103,0 mm
- Sezione schermo : 520 mm<sup>2</sup>
- Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio : 955 A

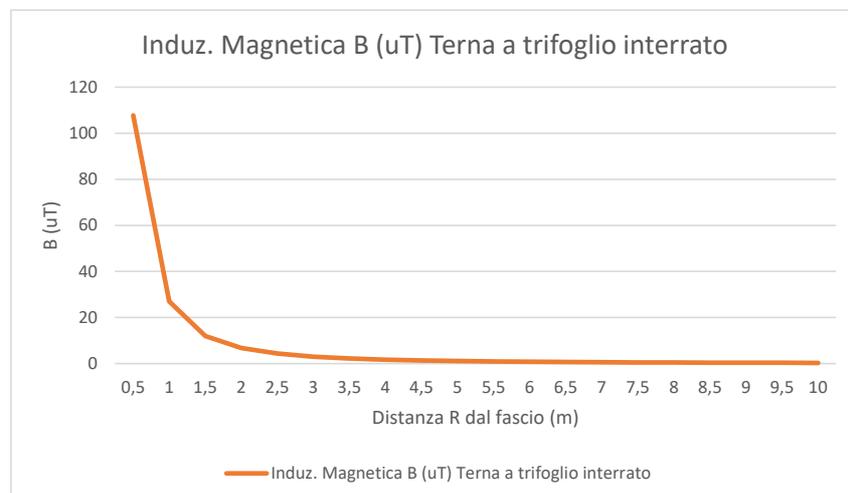
Sarà dunque presa in considerazione la corrente massima ovvero 955A (Potenza AT 248 MVA). Si presumerà inoltre, che il carico sarà perfettamente bilanciato. Questa, pur essendo una ipotesi semplificativa ai fini dei calcoli, è del tutto realistica visto il tipo di impianto di produzione con inverter tutti trifase con cosphi nominale 0,99.

### 5.2 Risultati del calcolo del campo magnetico sulle linee AT

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

Distanza R dal cavo (m)	Valore di B (uT) secondo guida CEI 106-11 Caso Terna a trifoglio interrato
0,5	107,78
1	26,94
1,5	11,98
2	6,74
2,5	4,31
3	2,99
3,5	2,20
4	1,68
4,5	1,33
5	1,08
5,5	0,89
6	0,75
6,5	0,64
7	0,55
7,5	0,48
8	0,42
8,5	0,37
9	0,33
9,5	0,30
10	0,27

Il grafico seguente riassume quanto riportato in tabella



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

$$R' = 3\text{m}$$

### 5.3 Analisi dei risultati e Determinazione della fascia di rispetto

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

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

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

Altezza su piano di campagna <sup>(1)</sup>	Induz. Magnetica B (uT) Sopra suolo
-1,00	107,78
-0,50	26,94
0,00	11,98
0,50	6,74
1,00	4,31
1,50	2,99
2,00	2,20
2,50	1,68
3,00	1,33

1) Valori negativi indicano punti nel sottosuolo

La tabella fornisce la seguente lettura dei dati:

- Il valore di circa  $3\ \mu\text{T}$  si ritrova a quota 1,5 m circa dal piano di campagna ovvero a circa 3,1 m di distanza dall'asse del cavidotto.
- Il volume di rispetto relativo al cavidotto AT interrato consiste in un cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 3,1 m e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

La tabella seguente riassume i risultati.

Raggio a $3\ \mu\text{T}$	2,93m
Altezza area di rispetto sul piano di campagna	1,43m
Ampiezza area rispetto	5,04m

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

#### 5.4 Parti d'impianto in aria

Le parti in aria degli impianti AT sono così riassunti

- Sotto stazione Utente ed in particolare:
  - Trasformatori MT-AT (30kV-150kV) : Pmax 120 MVA, corrente massima lato MT 2000 A
  - Barratura in alluminio AT (1600 A – 150 kV)
  - Sezionatori e stalli
- Collegamento in aria da uscita cavo AT a stallo di connessione Terna

Premesso che le considerazioni sulla stazione d'utente in AT dovranno essere riprese in sede esecutiva e post realizzazione con misure sul campo, si fa presente che la sotto stazione utente sorgerà in zona limitrofa alla attuale stazione Terna di Ciminna e con caratteristiche analoghe.

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

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

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

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

- Cavo in alluminio 3x5x185 del tipo ARE4H1R 18/30 kV
- Corrente portata prevista 180 A

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

$$R'=11,53 \text{ m}$$

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

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

## **6 ANALISI DEI CAVIDOTTI E COMPONENTI MT 30 kV**

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

### **6.1 Analisi dei cavidotti MT**

Per determinare una fascia di rispetto cautelativa rispetto alle varie linee MT, si prenderà in considerazione il caso peggiore ovvero la tratta che va dalla sottostazione utente al primo lotto che ospita la cabina di smistamento dei campi FV 04 e FV03 (Rif. Tratta T0).

Tale tratta, infatti, raccoglie il maggior numero di cavi e convoglia tutta la corrente MT proveniente da tutti i sotto campi.

Per la sezione esaminata si adottano le seguenti configurazioni

- cavi unipolari disposti a trifoglio o tripolari con conduttore in alluminio
- sezione del singolo conduttore da 95 mmq o un suo multiplo (Cavi multipli).
- La somma delle correnti in MT transitante in tutti i cavi è pari a 1717 A
- Profondità di interro minima di 1 m

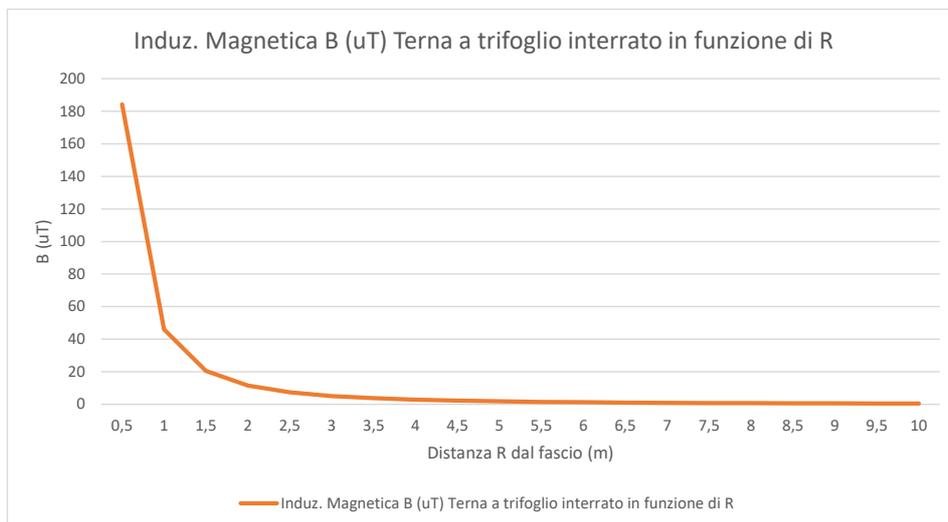
Per un calcolo accurato del campo magnetico, occorrerebbe prevedere un modello tridimensionale del cavidotto. Tale calcolo accurato potrà essere eseguito solo dopo la fase esecutiva; tuttavia, applicando i criteri visti nei paragrafi precedenti e considerando valida l'ipotesi di sovrapposizione degli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

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

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

Distanza R dal cavo (m)	Valore di B (uT) secondo guida CEI 106-11 Caso Terne a trifoglio interrato
0,5	184,27
1	46,07
1,5	20,47
2	11,52
2,5	7,37
3	5,12
3,5	3,76
4	2,88
4,5	2,27
5	1,84
5,5	1,52
6	1,28
6,5	1,09
7	0,94
7,5	0,82
8	0,72
8,5	0,64
9	0,57
9,5	0,51
10	0,46

Il grafico seguente riassume quanto riportato in tabella



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

Altezza su piano di campagna <sup>(1)</sup>	Induz. Magnetica B (uT) Sopra suolo
-0,50	184,30
0,00	46,07
0,50	20,48
1,00	11,52
1,50	7,37
2,00	5,12
2,50	3,76
3,00	2,88
3,50	2,28
1) Valori negativi indicano punti nel sottosuolo	

La tabella fornisce la seguente lettura dei dati:

- Il valore di circa 3  $\mu$ T si ritrova a quota 2,92 m circa dal piano di campagna ovvero a circa 3,92 m di distanza dall'asse del cavidotto. Per ulteriore margine di sicurezza si arrotonderà questo valore a 3 m dal piano di campagna.
- Il volume di rispetto relativo al cavidotto MT interrato consiste in un cilindrico in asse col cavidotto con diametro pari a 3,92m e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

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

Raggio a 3 uT	3,92m
Altezza area di rispetto dal piano di campagna	3m
Ampiezza area rispetto	7,47m

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

Si ricorda che il caso preso in esame è il peggiore rispetto a tutti gli altri tratti di cavidotto, inoltre il metodo di calcolo utilizzato non tiene conto degli effetti attenuanti del terreno.

## 6.2 Cabine elettriche MT

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

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

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

Dove

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

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

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

- Tensione MT: 30 kV
- Tensione BT: 0,8 kV
- Trasformatori da 3200 MVA
- $I_{max}$ = 2309 A (Lato BT)

Applicando i metodi di cui sopra si ottiene:

$$D_{pa} = 13,5 \text{ m circa (arrotondato al mezzo metro superiore)}$$

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

## 7 CONCLUSIONI

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

Per quanto esposto nei capitoli precedenti si riassumono le conclusioni :

- Il campo elettrico in media tensione è sicuramente inferiore a 5 kV/m (valore imposto dalla normativa)
- Il campo elettrico in alta tensione (150 kV) risulta inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione.
- Il campo di induzione magnetica in media tensione calcolata nelle condizioni peggiori possibili, presenta una fascia di rispetto che non insiste su aree occupate ma solo in aree rurali o strade statali/provinciali.
- Il campo elettrico determinato dai cavi interrati è pressochè nullo già nelle immediate vicinanze dei cavidotti interrati per via degli schermi e delle protezioni
- In merito alle cabine MT/BT l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obbiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trafo da 3000 kVA), circa 3 m (DPA) dalle cabine che comunque saranno installate in zone rurali e non frequentate per più di 4 ore al giorno.
- Le apparecchiature installate saranno tutte singolarmente provviste di certificazione EMC e conseguente marchio CE, oltre che piazzate in zone rurali e nelle stesse condizioni delle cabine
- L'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato
- La stazione di trasformazione MT-AT è dotata di recinzione a distanza idonea a ridurre i valori di campo elettrico e magnetico inferiori ai valori limite di legge.

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

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

**L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.**

## **8      NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Norme di legge applicabili:

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

Normative tecniche applicabili

- Norma CEI 211-4 del 1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- Norma CEI 211-6 del 2001 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0Hz— 10kHz.
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6). Parte I”

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

Palermo, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

I Progettisti:

---