

Proponente



EDPR SICILIA PV S.R.L.

Via Roberto Lepetit 8/10 - 20121 Milano
P.IVA 11064600965

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO CON POTENZA NOMINALE DI 94 MW DA REALIZZARE NEL COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE DI CHIARAMONTE GULFI (RG) DENOMINATO "CHIARAMONTE III"



REL.UCMA

Relazione sull'esposizione ai campi elettromagnetici generati da linee ed apparecchiature AT

Project Manager	 <p>Soluzioni Tecniche Multidisciplinari</p> <p>Ing. Giuseppe Meli Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo N. 5355</p> <p><u>TEAM di Progettazione:</u> Ing. Davide Baldini Ing. Maurizio Savi Ing. Giovanni Termini Arch. Ilenia Zunino Arch. Filippo Piazza</p> <p>Via Giovanni Campolo, 92 90145 - Palermo Tel. 091-6818075 info@stmtecnica.it</p>	Consulenze Specialistiche	 <p>TecSolis S.r.l. via Baraggino snc (Ex Cav) 10034 - Chivasso (TO) tel. 011-9173881 Email: info@tecsolis.com P.IVA 09657340015</p> <p>Ing. V. Chiarelli Ing. A. Garramone Ing. Luca Argano</p>		
			 <p>Sicilwind S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 90144 - Palermo (PA) tel. 0919763933 Michele Ognibene (Geologo) Rosario Fria (Geologo) Marcello Militello (Geologo) Ivo Gulino (Ingegnere) Paolo Castelli (Agronomo) Corrado Castelli (Agronomo-Forestale) Filippo Ianni (Archeologo)</p>		
Visto Ente					
Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato
0	30/11/2022	Prima emissione	A. Garramone	D. Baldini	G. Meli

CONNESSIONE ALLA RTN DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO**“CHIARAMONTE III”****COMUNE DI CHIARAMONTE GULFI (RG)****SSE Utente collegata alla SE Terna “Chiaramonte Gulfi”****al servizio dell’impianto fotovoltaico****CHIARAMONTE III****Progetto definitivo****RELAZIONE SULL’ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI****GENERATI DA LINEE ED APPARECCHIATURE AT**

SOMMARIO

SCOPO DEL DOCUMENTO – ABSTRACT	4
NORMATIVA E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO	5
STRUMENTI UTILIZZATI PER IL CALCOLO	6
DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO	7
CAMPI ELETTROMAGNETICI - METODOLOGIA DI CALCOLO	11
CAMPO ELETTRICO	12
CAMPO MAGNETICO	17
DISTRIBUZIONE DEL CAMPO MAGNETICO GENERATO DAI CAVI AT	18
Calcolo dell’induzione con metodo alternativo	20
DISTRIBUZIONE DEL CAMPO MAGNETICO GENERATO DALLE BARRE AT	21
CONCLUSIONI	23
CAMPO ELETTRICO	24
CAMPO MAGNETICO	24
BIBLIOGRAFIA E METODI DI CALCOLO	24

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO “CHIARAMONTE III” – CHIARAMONTE CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI LINEE ELETTRICHE e DISPOSITIVI AT e MT	Codice: EPD.UCMA	
		Rev.: 00	Pag.: 4 / 25

1. SCOPO DEL DOCUMENTO – ABSTRACT

Scopo del presente documento è quello di valutare le emissioni elettromagnetiche, potenzialmente generabili da sorgenti di campo elettrico e magnetico e da dispositivi e componenti della Sottostazione Elettrica di Utente (SSE), quali cabine elettriche, trasformatori di tensione, cavidotti ed altro, collegata alla Stazione Elettrica Terna di Chiaramonte Gulfi. La SSE è utilizzata per collegare gli impianti di generazione da fonte solare.

La tensione di calcolo è pari a 150 kV (AT) a frequenza di rete.

Questo documento analizza la compatibilità del progetto alle normative di legge vigenti, nella zona ove è presente Alta Tensione. La compatibilità dei cavi MT di connessione agli impianti di generazione è valutata in documenti differenti.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO “CHIARAMONTE III” – CHIARAMONTE CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI LINEE ELETTRICHE e DISPOSITIVI AT e MT	Codice: EPD.UCMA	
		Rev.: 00	Pag.: 5 / 25

2. **NORMATIVA E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO**

La normativa consultata e tenuta presente nel corso della stesura della relazione è la seguente:

Le apparecchiature, i componenti d’impianto e tutte le opere descritte sono progettate e saranno costruite e collaudate in conformità alle seguenti normative in vigore:

- norme CEI / IEC
- normative di unificazione UNI e UNEL
- prescrizioni ENPI - prescrizioni INAIL (ex ISPESL)
- D.L. n. 81/2008

L’impianto in oggetto, ove non diversamente specificato, sarà realizzato conformemente alla Norma CEI 11-1. Le aziende realizzatrici saranno certificate e impegnate a migliorare il proprio Sistema di Gestione della Qualità al fine di assicurare che i propri processi interni siano conformi ai requisiti specificati dalla norma UNI EN ISO 9001:2008.

CARATTERISTICHE LOCALE CABINA

CEI 99-2/3 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. Aprile 2011.

CAMPI ELETTROMAGNETICI

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 di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti.

DECRETO 29 maggio 2008 Ministero dell’Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare: Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica.

Decreto 29 maggio 2008 Ministero dell’ambiente e della Tutela del territorio e del Mare: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di Tutela della Salute e della Sicurezza nei Luoghi di Lavoro.

CEI 211-4 : Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche. Settembre 2008.

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. Febbraio 2006.

CEI 14-35 : Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza. Febbraio 2008.

3. STRUMENTI UTILIZZATI PER IL CALCOLO

Multiobjective Optimization of Parallel Cable Layout - IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 43, NO. 10, OCTOBER 2007 – A. Canova – F. Freschi - M. Tartaglia

POWER LINES MADE BY MANY PARALLEL SINGLE CORE CABLES: A CASE STUDY - 1-4244-0365-0/06 (c) 2006 IEEE – F. Foschi – M. Tartaglia

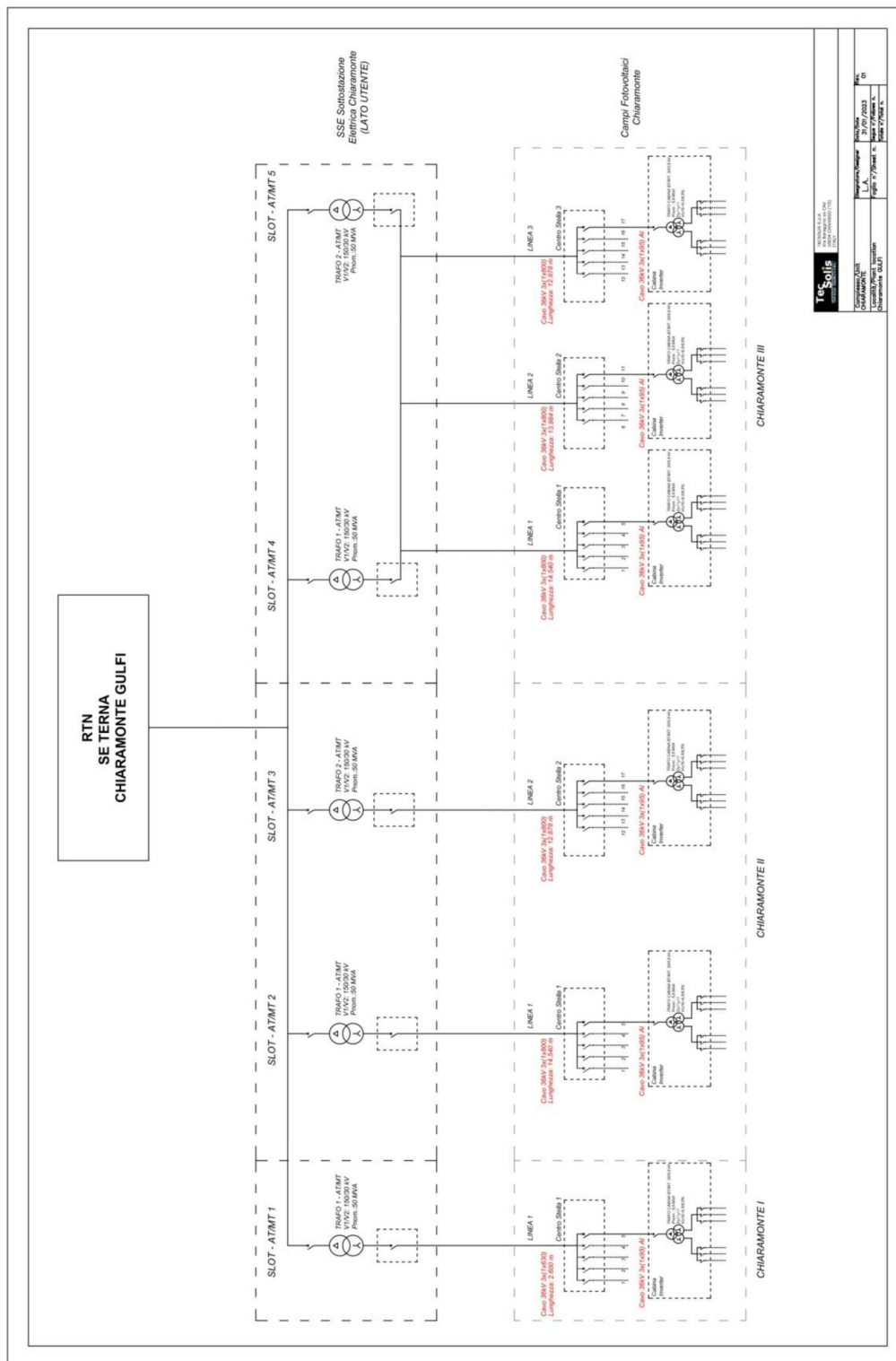
Software per il calcolo dei campi magnetici: MAGIC MAGnetic Induction Calculation

-Satishielding rel. 1.6.0.4

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Gli impianti di produzione da fonte solare utilizzano, per trasferire l'energia generata sulla rete pubblica nazionale, cavi e dispositivi in grado di minimizzare le perdite. I convertitori CC/CA (Corrente Continua/Corrente Alternata) degli impianti solari generano energia a bassa tensione (BT) e per adattare i livelli di tensione della rete pubblica di Terna utilizzano dei trasformatori BT/MT e MT/AT. L'impianto fotovoltaico “Chiaramonte III” è collegato alla stazione AT di Terna denominata Chiaramonte Gulfi.

SCHEMA GENERALE SEMPLIFICATO DELL’IMPIANTO DI GENERAZIONE – FIG. 1



Gli impianti di generazione si collegano alla stazione AT/MT con terne di cavi alla tensione di 30 kV.

LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI AT

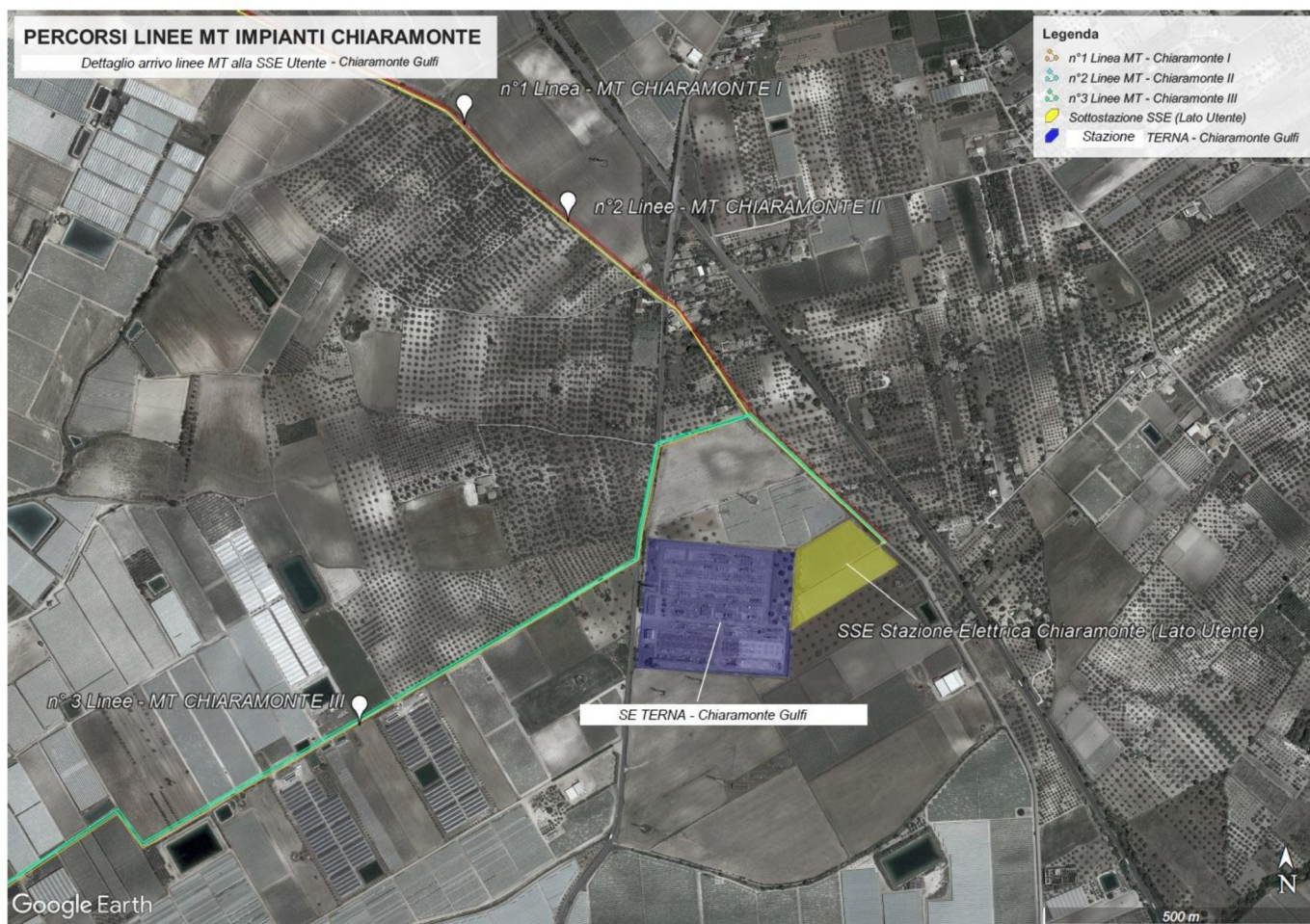


Fig. 2

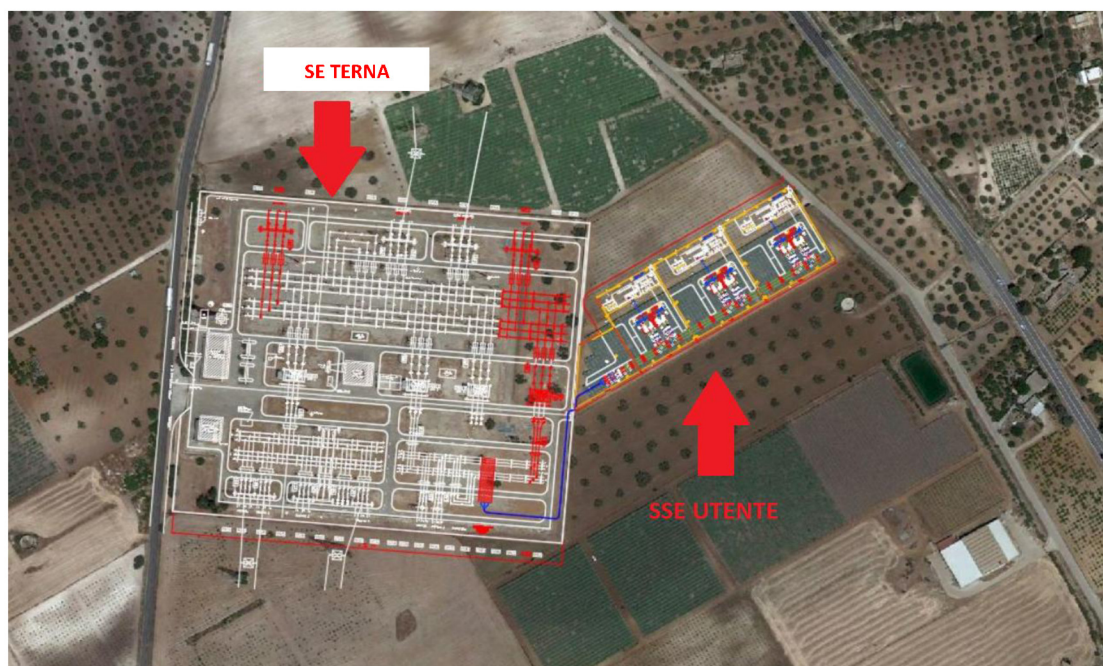


Fig. 3 – aree in cui è presente alta tensione (AT) -

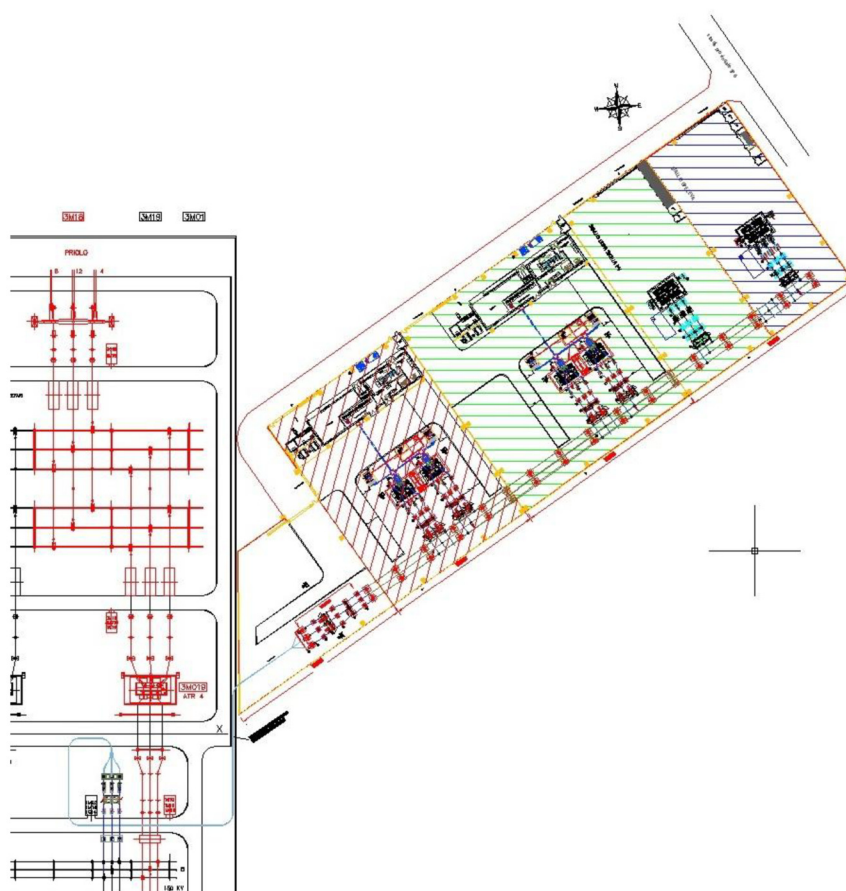


Fig. 4 - dettaglio SSE utente – oggetto della valutazione di compatibilità

Il collegamento tra la SE Terna "Chiaramonte Gulfi" e la SSE utente, è realizzato con un cavo AT interrato, con profondità di posa 1,6m, tensione di lavoro 150 kV. Le caratteristiche sono le seguenti (standard Terna):

Singola terna cavi AT – 630 mmq – I_{max}. 767 A (@ load factor 1) - profondità posa 1,6m – Lungh. 40 m – cavi singoli con posa in piano

La SSE prevede tre aree funzionalmente indipendenti che condividono il sistema di sbarre AT 150 kV, dedicata ai tre impianti fotovoltaici riconducibili allo stesso produttore "EDPR Sicilia PV Srl

Questa impostazione è standard e già adottata in altri progetti su richiesta di Terna, ed autorizzata dalla Regione Sicilia.

La potenza massima trasferibile dalla Sottostazione Elettrica Utente (SSE) alla Stazione Elettrica (SE) della RTN Terna è pari a 250 MVA.

5. CAMPI ELETTROMAGNETICI - METODOLOGIA DI CALCOLO

Un conduttore elettrico durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza. Nei seguenti paragrafi verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale del cavidotto e nelle sue immediate vicinanze; la valutazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di +1.5 m, dal livello del suolo. Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico (induzione magnetica) sono state elaborate con il software "Magic" - utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4

I campi presenti nella stazione elettrica, generati dai componenti in tensione presenti nella stessa, ed attraversati da corrente sono il campo elettrico e quello magnetico. La frequenza industriale di 50 Hz con cui variano le grandezze elettriche degli impianti (sistemi a 30 kV e a 220 kV) consente di trattare separatamente i due campi che possiamo definire campi ELF (a frequenza estremamente bassa).

Si ricorda che in tema di campi elettromagnetici in Italia bisogna fare riferimento alla Legge Quadro n. 36 del 2001.

Il DPCM del 2003 stabilisce i limiti di campo a cui può essere esposta la popolazione.

Relativamente ai lavoratori bisogna far riferimento al decreto legislativo 81 del 2008 dedicato alla sicurezza dei lavoratori (Allegato XXXVI, Tabella 2).

Si riportano per comodità i limiti di campo prescritti nella seguente tabella.

Persone esposte	Limite campo elettrico, kV/m	Limite di campo magnetico, μT
Popolazione limite di esposizione	5	100
Popolazione valore attenzione	5	10
Popolazione obiettivo di qualità	5	3
Lavoratori limite di esposizione	10	500

5.1. CAMPO ELETTRICO

Le linee elettriche aeree ad alta tensione sono sorgenti di campo elettrico che possono interessare l'esposizione della popolazione. I campi elettrici presenti nelle stazioni elettriche riguardano invece principalmente i lavoratori addetti all'esercizio e alla manutenzione.

Le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno in quanto le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (Da CEI 11-6, par. 7.2.1).

Il campo elettrico prodotto da una linea aerea in un dato punto dipende in primo luogo dal livello di tensione e dalla distanza del punto dalla linea e in seconda istanza dalla configurazione della linea stessa. A parità di configurazione, ovviamente il campo elettrico cresce all'aumentare della tensione e diminuisce all'aumentare della distanza.

Il limite di esposizione è pari a 5 kV/m (valore efficace) per la popolazione e 10 kV/m per i lavoratori.

La popolazione non ha accesso alla sottostazione e ci si deve solo preoccupare che non ci siano campi significativi all'esterno di essa. I lavoratori possono accedere alla cabina e quindi bisogna accertare i limiti di esposizione.

Dalla conoscenza della struttura della cabina MT presente nella sottostazione e delle tecnologie costruttive si può concludere quanto segue:

- il campo elettrico lato MT (30 kV) nei pressi dei quadri e dei collegamenti si può ritenere trascurabile perché sostanzialmente schermato dagli involucri dei quadri MT tutti equipotenziali e connessi a terra

- il campo elettrico, generato dai cavi MT che prevedono gli schermi connessi a terra (cavi a campo elettrico radiale), è di valore nullo.

L'area soggetta a campo elettrico, generato da tensione AT a 150kV, può essere suddivisa in tre parti (vedi fig. 5).

- A) L'area interna alla sottostazione contenente le barre in tensione in aria, quindi in nessun caso accessibile ai tecnici. In questa zona, pur essendo i limiti di campo superiori al limite di legge, il problema non si pone. In altre parole l'accesso all'area in tensione è possibile solo con tensione nulla e con i circuiti messi a terra.
- B) L'area interna alla sottostazione, accessibile esclusivamente al personale di manutenzione (percorso cancello di ingresso-Cabina MT) è soggetta a campo elettrico di intensità inferiore a 10kV/m.
- C) Area esterna alla recinzione della SSE: il campo elettrico è minore del limite di legge (10kV/m).

I valori di campo elettrico rilevati su una SE alimentata a 380kV, sono riportati nella fig. 6. La geometria è simile alla SSE in progetto. I valori di intensità del campo elettrico a 150kV sono stati estrapolati considerando una relazione lineare tra tensione ed intensità di campo. Vi è da considerare, a favore della sicurezza degli operatori, la presenza dello schermo metallico (schermo di colore nero in fig. 5) a protezione delle barre in tensione (di altezza 2,5m) che contribuisce a ridurre ulteriormente l'intensità di campo.

Mentre all'interno dell'edificio contenente le celle MT il campo elettrico è nullo a causa degli schermi dei cavi e delle celle di protezione MT.

SOTTOSTAZIONE SSE – LINEA AT, TRASFORMATORI, CABINE MT

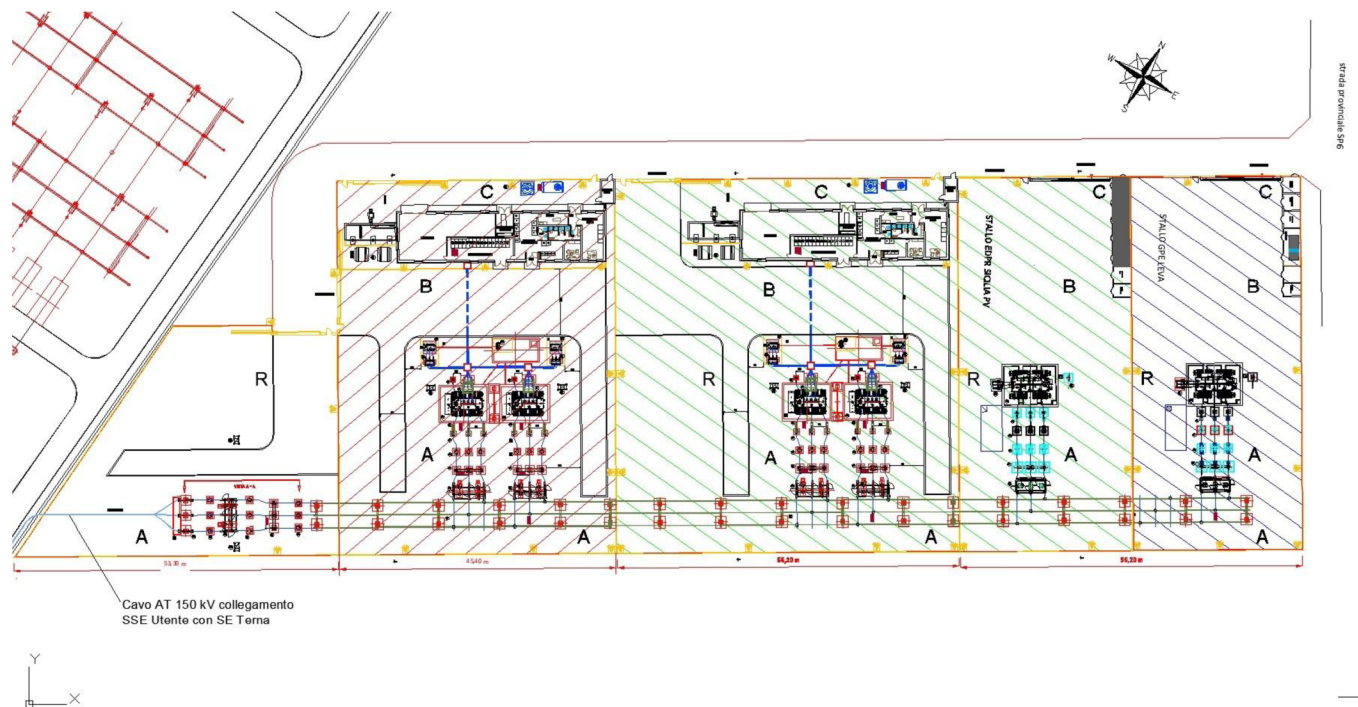


Fig. 5 dettaglio SSE Utente

Legenda:

A: area non accessibile con tensione presente

B: area accessibile ai manutentori

C: cabine MT

R: recinzione con funzione accessoria di schermo del campo elettrico

Livelli di campo elettrico (E_{eff}) rilevati, a 1,7 m da terra, sotto un pannello di linea di una stazione a 380 kV ($V_{media} = 407$ kV)

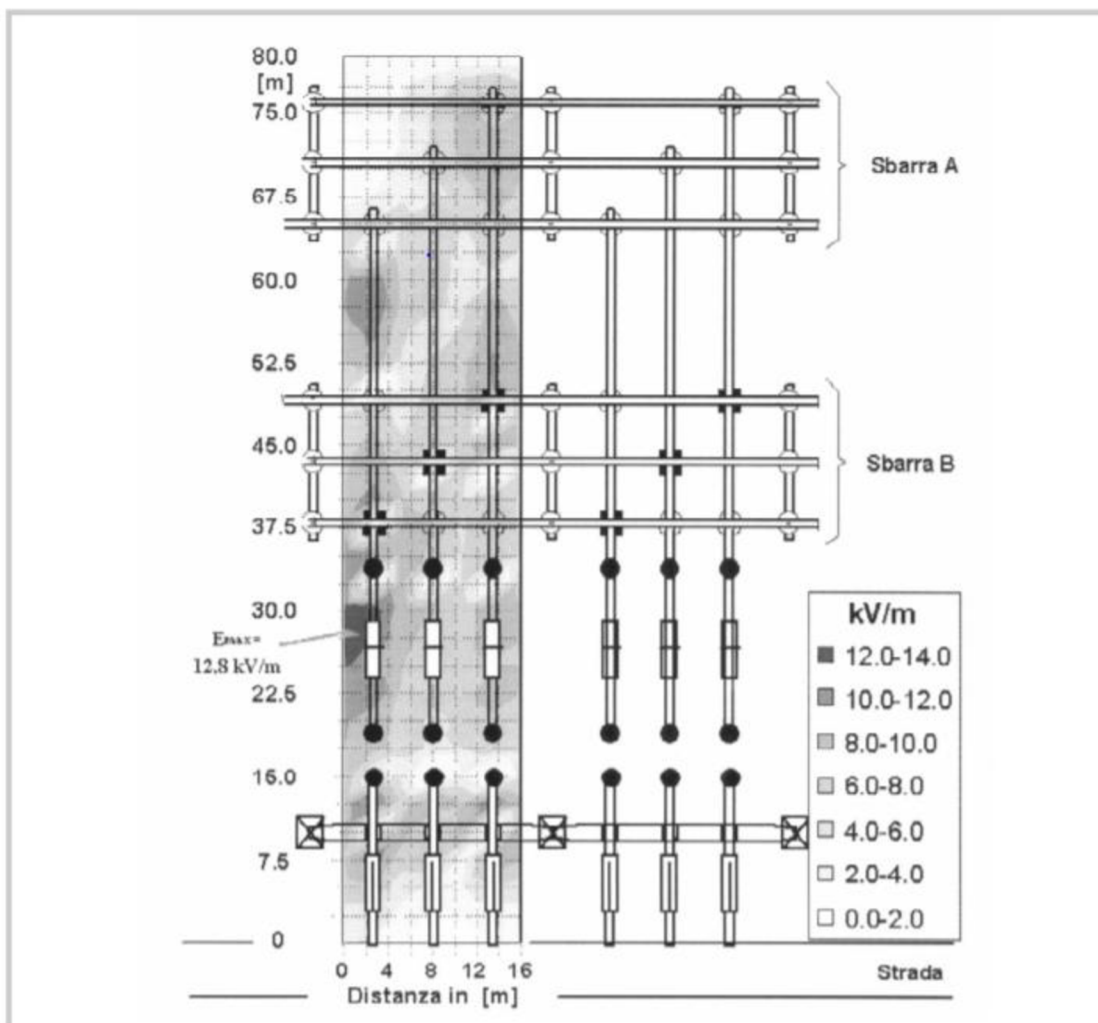


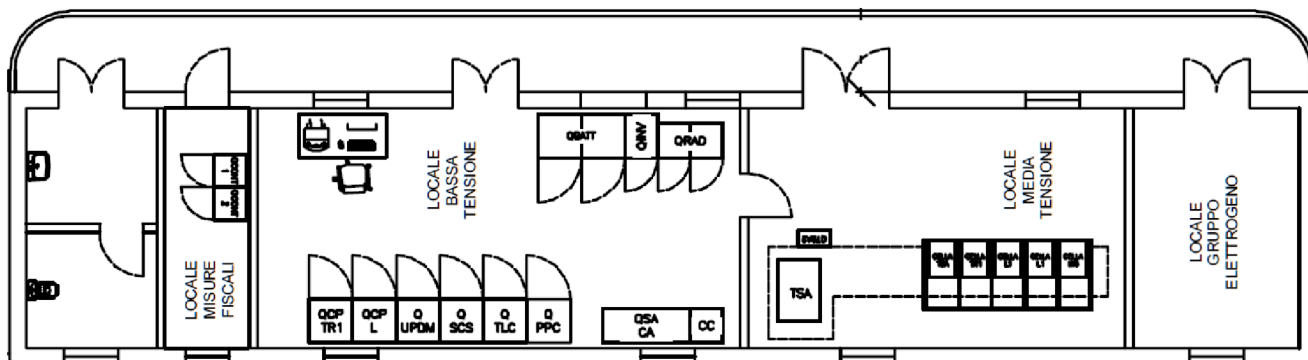
Fig. 6 - DISTRIBUZIONE DEL CAMPO ELETTRICO NEI PRESSI DELLE SBARRE AT DA CEI 11-6-par. 7.2.1-

Fig. 6 - $E_{max} = 12,8$ kV/m @ Vac= 380 kV

$E_{max} = 5,1$ kV/m @ Vac 150 kV

Valore di E_{max} confermato da misure su realizzazioni precedenti.

CABINA MT TIPICA UTILIZZATA PER:



MISURE- AUSILIARI BT- CONTROLLO MT – GRUPPO ELETTROGENO

Fig. 7 – Pianta tipica di locale MT – posizionato all'interno della sottostazione SSE utente

Fig. 8 - Dettaglio costruttivo di un cavo AT e specifiche di utilizzo

XDRCU-ALT Single-core Cable 220/127 (245) kV

220/127 kV

with Copper wire screen and Aluminium laminated sheath

Construction

- Aluminium conductor, round stranded or segmented, optionally with longitudinal water barrier
- Inner semi-conductive layer firmly bonded to the XLPE insulation
- XLPE main insulation, cross-linked
- Outer semi-conductive layer firmly bonded to the XLPE insulation
- Copper wire screen with semi-conductive swelling tapes above and below as longitudinal water barrier
- Aluminium foil, overlapped and glued as radial diffusion barrier bonded to the oversheath
- Thermoplastic oversheath as mechanical protection, optionally with semi-conductive and/or flame-retardant layer

Remarks

The inner semi-conductive layer, the XLPE main insulation and the outer semi-conductive layer are extruded in a single operation applying a dry curing and a water or nitrogen cooling method.

Features







- Very low weight
- Low losses
- Low cost
- Internationally proven design
- Suitable for most applications

Standards

IEC 62067
 ICEA S-108-720
 AEIC CS9-06



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO “CHIARAMONTE III” – CHIARAMONTE CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI LINEE ELETTRICHE e DISPOSITIVI AT e MT				Codice: EPD.UCMA	
					Rev.: 00	Pag.: 17 / 25

Capacity						
Installation Amb. temp. Soil resist. Load factor						
	1.0	1.0	0.7	0.7	-	-
Cross-section mm ²	A	A	A	A	A	A
400	531	581	629	674	645	706
500	606	665	720	774	743	819
630	694	767	831	900	871	969
800	785	873	945	1030	1003	1125
1000	876	982	1060	1165	1139	1290
1200	944	1065	1148	1270	1246	1423
1400	1079	1207	1320	1449	1459	1656
1600	1153	1293	1412	1555	1571	1790
2000	1283	1450	1577	1751	1776	2040
2500	1389	1579	1716	1919	1962	2275

Calculation basis: Conductor temperature: 90°C, Frequency: 50 Hz, Laying depth: 1200 mm, Phase distance at flat formation: 30 cm, Earthing method: Single-Point Bonding or Cross-bonding
Values apply for cables with rated voltages from 220 kV to 230 kV acc. to IEC 62067

Fig. 8 - Dettaglio costruttivo di un cavo AT e specifiche di utilizzo

5.2. CAMPO MAGNETICO

Il DPCM del 2003 stabilisce i limiti di induzione magnetica da non superare per l'esposizione della popolazione alla frequenza industriale di 50 Hz. Si riportano di seguito i limiti previsti :

- limite di esposizione pari a 100 μ T;
- valore di attenzione pari a 10 μ T, 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;
- obiettivo di qualità pari a 3 μ T per le nuove installazioni nei casi citati al punto precedente.

Esiste naturalmente anche la possibilità di esposizione dei lavoratori per interventi manutentivi all'interno dell'edificio quadri MT e servizi ausiliari e generali. Si osserva però che le sorgenti di campo all'interno dell'edificio generano valori modestissimi di induzione magnetica in quanto le correnti circolanti sono di bassa entità. Si ricorda che relativamente agli operatori bisogna tener conto di un limite di esposizione pari a 500 μ T (direttiva CEE 40/2004 e Decreto Legislativo 81/2008).

Si precisa che i campi magnetici sono stati calcolati utilizzando un modello bidimensionale mediante la legge di Biot e Savart, determinando l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente ed applicando il principio di sovrapposizione degli effetti per calcolare l'induzione magnetica totale.

Le correnti nei conduttori sono assunte simmetriche ed equilibrate.

Inoltre si ricorda che:

- 1) tutti i conduttori sono considerati rettilinei, paralleli, di lunghezza infinita (caso più sfavorevole);
- 2) le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori dei cavi;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO “CHIARAMONTE III” – CHIARAMONTE CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI LINEE ELETTRICHE e DISPOSITIVI AT e MT	Codice: EPD.UCMA	
		Rev.: 00	Pag.: 18 / 25

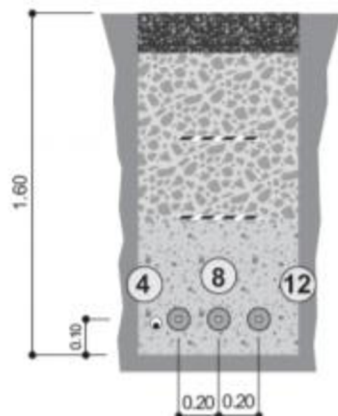
- 3) non vengono considerate le correnti indotte negli schermi;
- 4) il suolo alla frequenza industriale non influenza il calcolo di campo magnetico effettuato.

5.3. DISTRIBUZIONE DEL CAMPO MAGNETICO GENERATO DAI CAVI AT

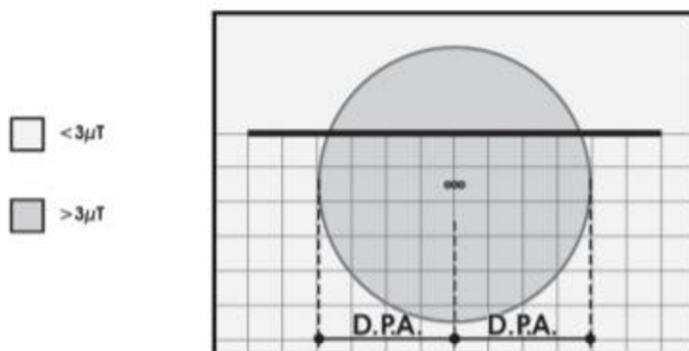
I cavi AT che collegano la stazione TERNA alla sottostazione utente (SSE) di trasformazione possono essere attraversati da una corrente massima di 767 A, pari al valore della portata massima del cavo, con fattore di carico pari a 1, (vedi fig. 7 – sez. 630 mmq).

Il § 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008) introduce un metodo di calcolo semplificato per individuare la distanza di prima approssimazione (DPA), area interessata da valori di induzione < 3uT (valore calcolato con corrente pari a 1110 A).

Calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (DPA)



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



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	5.10	A14

Fig. 8 – sezione cavidotto cavi AT e DPA (@ 3uT)–

Il metodo di calcolo della DPA individua valore pari a 5,1 m. Nel caso in esame i valori sono: I_{max} di 767 A (anziché 1110 A) ed un limite di esposizione pari a 100uT (invece di 3 uT), quindi posando il cavo a distanza di 5,1 m dalla recinzione, la normativa sarebbe rispettata in modo oltremodo conservativo.

Calcolo dell'induzione con metodo alternativo

Per individuare correttamente l'area in cui l'induzione è <10uT (in realtà il limite di esposizione è pari a 100 uT) si utilizzano le formule di figura 9, utilizzabili per il calcolo del campo generato da sistemi trifase composti da conduttori rettilinei, disposti tra di loro parallelamente e percorsi da una terna di correnti simmetrica ed equilibrata. Tali formule, approssimate, hanno una loro validità per $D \gg S$, dove D è la distanza dal centro del sistema trifase ed S è la distanza fra i conduttori.

Terna trifase di conduttori in piano	Terna trifase di conduttori in verticale	Terna trifase di conduttori a triangolo
$B(\mu T) = 0,346 \times I/D \times S/D$		$B(\mu T) = 0,245 \times I/D \times S/D$

Fig. 9 – calcolo semplificato dell'induzione magnetica secondo la norma CEI 106-12

Il calcolo approssimato (vedi fig. 10) indica che ad distanza di 2,3 m dal piano passante per i cavi interrati, il valore di induzione è inferiore a 10 uT, In ogni caso si evidenzia che il cavo è posto in zona non accessibile in presenza di tensione, vedi fig. 5.

INDUZIONE GENERATA DA TERNA TRIFASE DI CONDUTTORI IN PIANO				
B		D	S	I
[uT]		[m]	[m]	[A]
3.0		4.2	0.2	767
10.0		2.3	0.2	767
99.6		0.73	0.2	767

Fig. 10 – calcolo induzione

5.4. DISTRIBUZIONE DEL CAMPO MAGNETICO GENERATO DALLE BARRE AT

Le barre AT che collegano i cavi ai trasformatori AT/MT (attraversate da una corrente massima pari a 767 A), sono in grado di generare il valore massimo di induzione nel tratto compreso tra il punto di transizione cavi interrati/barre e le barre di derivazione verso i primi due trasformatori AT/MT (zona indicata in fig. 11). Infatti il valore di induzione decresce dopo la “derivazione” introdotta dai trasformatori. Quindi le misure per limitare l’esposizione degli operatori in questa zona garantiscono, a maggior ragione, il rispetto della normativa dopo i trasformatori.

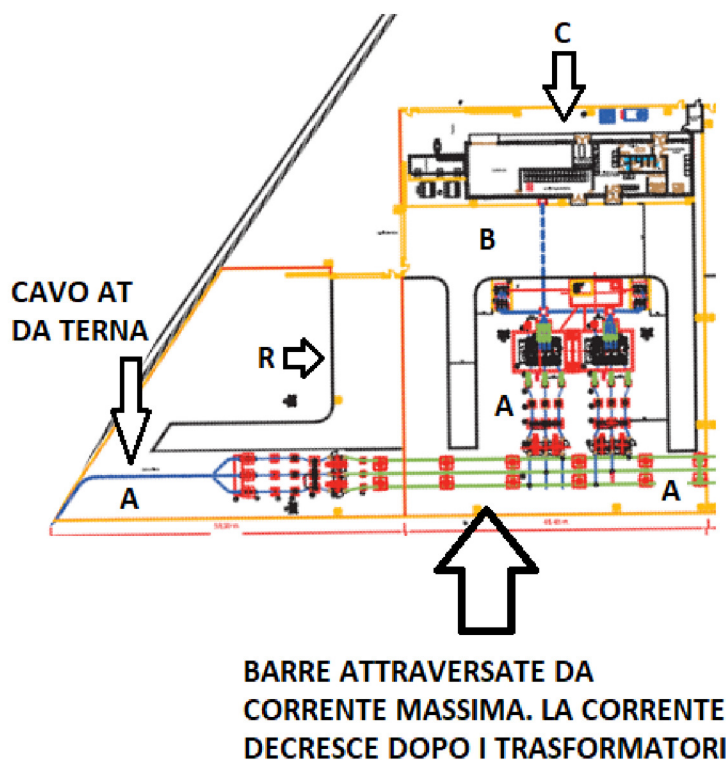
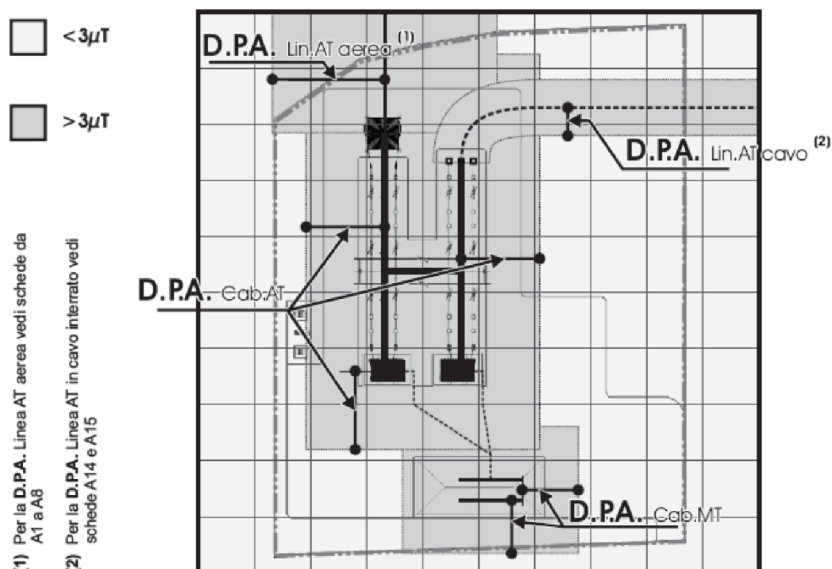


Fig. 11 dettaglio della zona interessata da corrente (ed induzione) massima

Calcolo della DPA in stazione primaria AT/MT secondo il Decreto 29 maggio 2008

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



CABINA PRIMARIA						
D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Riferimento
m	m	A	m	m	A	
14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Fig. 12 – DPA con valori $< 3\mu T$ secondo il § 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008)

I dati riportati in fig. 12 indicano una distanza di sicurezza (DPA) che garantisce un valore di induzione $< 3\mu T$ pari a 14m, misurata a partire dal centro delle sbarre AT (la distanza tra sbarre, a 150kV, è pari a 2,2 m).

Applicando la formula approssimata di fig. 9 si può verificare che, ad una distanza di 7,6 m dal conduttore centrale, l'induzione è pari a 10,1 uT.

Essendo nel caso reale la recinzione posta a 9 m dal conduttore centrale, il valore di induzione è pari a 7,2 uT.

A “valle” dei trasformatori, essendo la corrente inferiore al valore massimo, il valore di induzione è inferiore al valore di 7,2 uT.

INDUZIONE GENERATA DA TERNA TRIFASE DI CONDUTTORI IN PIANO			
B	D	S	I
[μ T]	[m]	[m]	[A]
3.0	14	2.2	767
7.2	9	2.2	767
10.1	7.6	2.2	767

Incidentalmente si può notare che alla distanza di 14 m si ottiene un valore di induzione pari a 3 μ T, verificando il valore di DPA indicato in fig. 12.

6. CONCLUSIONI

Le considerazioni ed i calcoli eseguiti confermano che non si riscontrano problematiche particolari relative all'impatto elettromagnetico dei componenti della SSN e della SSE utente in merito all'esposizione umana ai campi elettrici e magnetici. 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. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo d.p.c.m. 8 luglio 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 di 50 Hz degli elettrodotti". In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è sempre inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa). Per quanto riguarda l'induzione magnetica il calcolo ha dimostrato che non ci sono fattori di rischio per la salute umana ed è esclusa la presenza di ricettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non dovessero essere inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione. Infatti, per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea. Per quanto concerne i tratti esterni, realizzati mediante l'uso di cavi unipolari, è stata valutata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto che, sulla base della scelta del tracciato, consente di escludere la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno. Pertanto, alla luce delle considerazioni fatte è possibile confermare la rispondenza alle norme vigenti dell'impianto dal punto di vista degli effetti del campo elettromagnetico sulla salute umana.

CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico generato dai componenti (sbarre AT) della SSE rientra ampiamente nei limiti di legge ($< 10\text{kV/m}$). L'intensità di campo elettrico nei pressi di cavi, celle di protezione MT e trasformatori è prossimo a zero, essendo schermati, quindi non vi sono rischi per la salute.

L'area interna alla sottostazione SSE (AT), accessibile ai tecnici (zona B di fig. 5) , presenta in ogni zona intensità di campo inferiori a 10kV/m , quindi sicura.

L'area A di fig. 5, non presenta problemi di sicurezza (rispetto al campo elettrico) essendo inaccessibile a causa delle tensioni elevate (150 kV). In altre parole, l'accesso all'interno dell'area A (sbarre AT) è possibile solo con tensione nulla e con tutti i circuiti collegati a terra.

CAMPO MAGNETICO

Il valore dell'induzione magnetica rientra ampiamente nei limiti di legge in tutte le situazioni ($<10\text{uT}$).

BIBLIOGRAFIA E METODI DI CALCOLO

- Multiobjective Optimization of Parallel Cable Layout - IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 43, NO. 10, OCTOBER 2007 – A. Canova – F. Freschi - M. Tartaglia
- POWER LINES MADE BY MANY PARALLEL SINGLE CORE CABLES: A CASE STUDY - 1-4244-0365-0/06 (c) 2006 IEEE – F. Foschi – M. Tartaglia
- Software per il calcolo dei campi magnetici: MAGIC MAGnetic Induction Calculation -Satisshielding rel. 1.6.0.4