

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**DIREZIONE TECNICA  
INGEGNERIA DELLE TECNOLOGIE  
S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZINE**

**IMPIANTI SSE E CABINA TE**

Studio esposizione ai campi elettromagnetici

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3Z 00 D 18 SD SE0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva (Recep. com. RFI)	G. D'Addato <i>G. D'Addato</i>	01/2022	N. Carones <i>N. Carones</i>	01/2022	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	01/2022	G. Guidi Buffarini 01/2022 <i>G. Guidi Buffarini</i>

File: RS3Z00D18SDSE000001A - studio CEM

N. Elab.:

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Tecnologie  
Ing. Guido Buffarini  
Ordine Ingegneri Provincia di Palermo  
n° 17812

## INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO .....	3
2.	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
2.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	7
3.	CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE UTILIZZATI.....	8
4.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	9
5.	CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI .....	9
6.	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO .....	10
6.1	CAMPO MAGNETICO GENERATO DAL REPARTO AT DALLA SSE DI LERCARA .....	11
6.2	CAMPO MAGNETICO GENERATO DAL REPARTO AT DALLA SSE DI VALLE DEL TORTO .....	12
6.3	CAMPO MAGNETICO GENERATO DAL REPARTO DI CONVERSIONE 3kVCC DELLE SSE .....	13
7.	CONCLUSIONI.....	13

## 1. PREMESSA E SCOPO

Il nuovo collegamento in oggetto, che s’inserisce lungo la direttrice ferroviaria Palermo/Lercara/Catania/Messina, fa parte del corridoio Scandinavo-Mediterraneo TEN-T “core” n°5 “Helsinki-La Valletta” della rete Trans Europea di Trasporto (TEN).

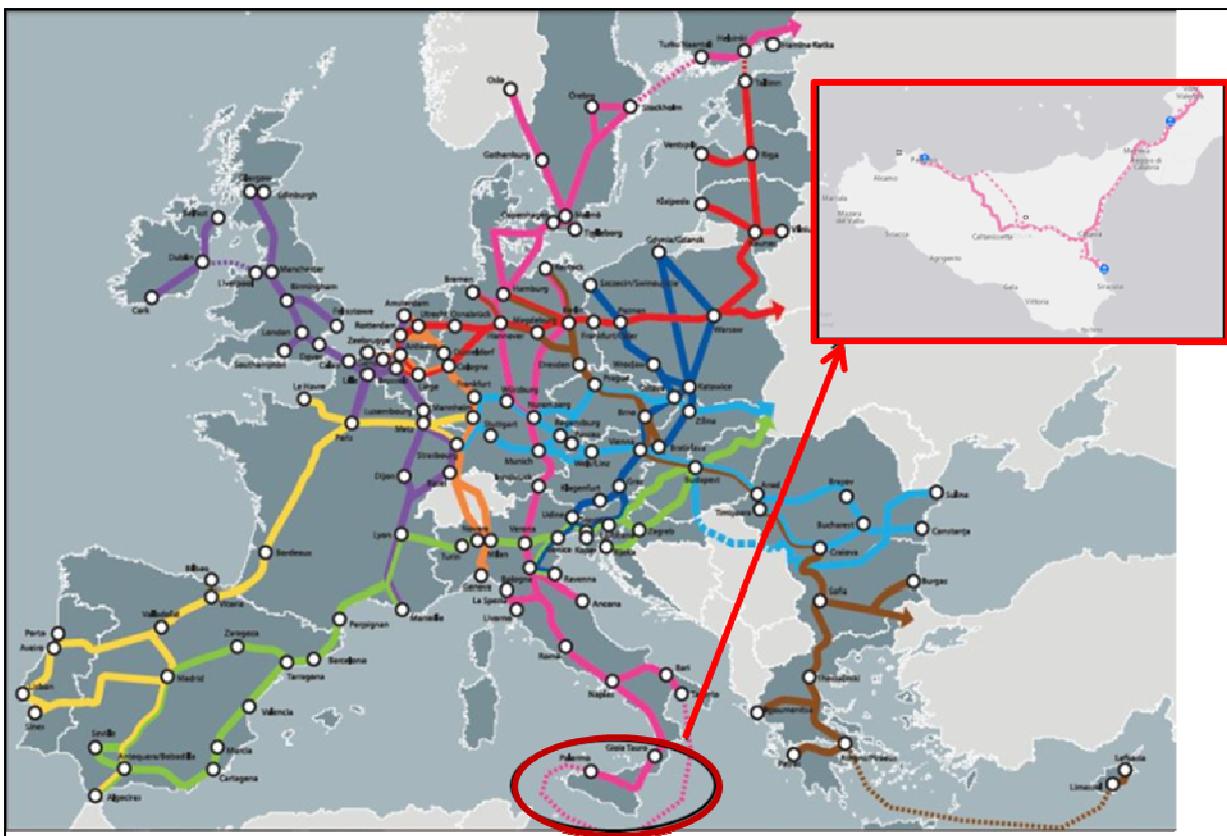


Figura 1 – Corridoi europei TEN-T

Pertanto, in relazione a quanto stabilito nella “Decisione 2010/661/CE sugli orientamenti dell’Unione per lo sviluppo della rete trans europea dei trasporti” e sulla base delle proposte italiane di aggiornamento della Rete TEN-T a seguito dell’emissione della Specifica Tecnica di Interoperabilità “Infrastruttura” della rete convenzionale (rif. 2011/275/UE), si configura come “Ristrutturazione” di una linea convenzionale Fondamentale a traffico misto (categoria V-M).

Il piano d'investimenti previsto per il nuovo collegamento consiste in una serie di interventi, articolati in due distinte macrofasi funzionali sulla tratta Fiumetorto – Bicocca, suddivisi nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto "1+2": tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione (circa 30 km);
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi (circa 47 km);
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova (circa 27 km);
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino (circa 15 km);
- Lotto 5: Dittaino – Catenanuova (circa 22 km);
- Lotto 6: tratta Catenanuova – Bicocca;

Le figure seguenti mostrano, per ogni singola macrofase, lo schema funzionale del nuovo collegamento tra Palermo e Catania:

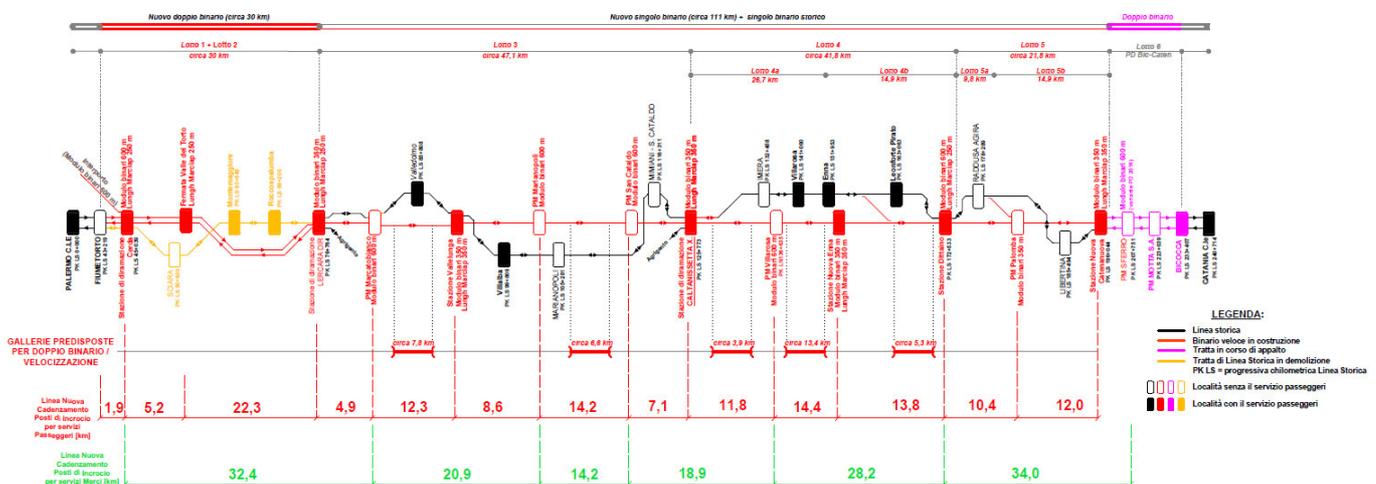


Figura 2 – Schema Macrofase funzionale 1



IMPIANTO	PK Asse (km)	n° Gruppi x Potenza	Alimentazione primaria	Ente Fornitore	Numero di Alimentatori
SSE di Valle del Torto	~8+028	2x5.4 MVA	150 kV in E/E	/	4
SSE di Lercara	~29+550	2x5.4 MVA	150 kV in E/E	/	6

**Tabella 1 - Nuovi impianti**

e la modifica di alcune apparecchiature presenti nell'impianto esistente seguente:

IMPIANTO	PK Asse (km)	n° Gruppi x Potenza	Alimentazione primaria	Ente Fornitore	Numero di Alimentatori
Cabina TE di Fiumetorto	~0+400	-----	-----	-----	6

**Tabella 2 - Impianti esistenti**

Scopo del presente documento è quello di fornire uno studio delle emissioni dei campi elettromagnetici generati dalle nuove sottostazioni elettriche sopra indicate. In particolare, nei successivi paragrafi, verranno descritti i criteri con cui sono state effettuate le simulazioni, valutando l'ampiezza delle isolinee di campo magnetico da confrontare con le planimetrie di progetto, in modo da evidenziare il rispetto della normativa vigente in materia di esposizione ai campi elettromagnetici.

## 2. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

Il presente studio di esposizione ai campi elettromagnetici fa riferimento alla normativa vigente in materia, di seguito richiamata:

<b>Legge 22 febbraio 2001, n°36</b>	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
<b>DPCM 8 luglio 2003</b>	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
<b>DM 29 maggio 2008</b>	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti
<b>CEI 211-4</b>	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
<b>CEI 211-6</b>	Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana
<b>CEI 9-113</b>	Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana
<b>CEI 106-11</b>	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

## 2.2 Riferimenti progettuali

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di Progetto Definitivo di seguito riepilogati, ai quali si rimanda per gli aspetti di dettaglio non esplicitamente menzionati nel presente documento:

RS3Z00D18ROSE0000001 - Relazione Tecnica Generale

RS3Z00D18P7SE0200001 - SSE Valle del Torto - planimetria ubicazione

RS3Z00D18P9SE0200001 - SSE Valle del Torto - planimetria piazzale

RS3Z00D18P7SE0300001 - SSE Lercara - planimetria ubicazione

RS3Z00D18P9SE0300001 - SSE Lercara - planimetria piazzale

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE</b>					
IMPIANTI SSE E CABINA TE – Studio Esposizione ai Campi Elettromagnetici	COMMESSA RS3Z	LOTTO 00 D 18	CODIFICA SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 8 di 13

### 3. CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE UTILIZZATI

Per effettuare le simulazioni a corredo del presente documento è stato utilizzato il software commerciale “WinEDT” (<http://www.sedicomtech.it>), le cui caratteristiche e referenze sono facilmente reperibili in rete sul sito del produttore (SE.DI.COM. S.r.l.). Il programma presenta numerose referenze in Italia e all'estero ed è stato soggetto alla procedura interna Italferr di validazione dei risultati in uscita.

Tale applicativo è un software di calcolo ad elementi finiti dedicato alla risoluzione di problemi di tipo elettromagnetico nel campo delle basse frequenze in dominio tridimensionale.

La Suite WinEDT di Sedicom è basata su un ambiente interattivo destinato alla gestione del territorio, all'analisi e verifica dei campi radioelettrici generati da trasmettitori e linee elettriche. L'ambiente di modellazione solida su cui la Suite è basata permette di effettuare la valutazione del presunto impatto ambientale indicando il livello di intensità di campo prodotto, gestendo informazioni intrinsecamente tridimensionali, reali, avvalendosi di livelli predefiniti attivabili (rappresentazione del modello altimetrico, confini amministrativi, toponomastica, etc).

Il software è composto da un preprocessore tramite il quale viene effettuata la modellazione geometrica e fisica della configurazione in esame e delle relative condizioni al contorno e quindi la discretizzazione di questa in un insieme di elementi finiti (mesh), da un solutore tramite il quale vengono risolti i sistemi di equazioni matriciali caratteristici relativi alla configurazione di input, e da un postprocessore tramite il quale vengono analizzati i risultati del calcolo e generati grafici e/o mappe cromatiche delle caratteristiche oggetto di verifica.

Le condizioni al contorno e le ipotesi di calcolo sono conformi a quanto prescritto dal paragrafo 6 della Norma CEI 211-6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana”.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE</b>					
IMPIANTI SSE E CABINA TE – Studio Esposizione ai Campi Elettromagnetici	COMMESSA RS3Z	LOTTO 00 D 18	CODIFICA SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 9 di 13

#### **4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

Trattandosi tipicamente di impianti di conversione dell'energia elettrica e di distribuzione e protezione amperometrica delle LdC, l'attrezzaggio tecnologico della suddetta SSE sarà costituito essenzialmente dagli stalli per l'alimentazione AT, suddivisi in sistemi di sbarre cui sono collegate le apparecchiature di linea e di gruppo, dai gruppi di trasformazione e conversione, costituiti principalmente dai trasformatori di gruppo ed i relativi raddrizzatori, e dalle apparecchiature preposte alla distribuzione e protezione della linea di contatto 3kVcc, nonché dai sezionatori aerei a 3kVcc installati su palo, i quali sono collegati ai suddetti interruttori mediante cavi MT ed alla LdC mediante condutture aeree.

#### **5. CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI**

Nell'ambito del presente studio sono state condotte simulazioni implementando le configurazioni geometriche ed elettriche, indicate negli elaborati richiamati al paragrafo 2.2.

Per quanto riguarda le condizioni di carico che determinano l'ampiezza delle fasce di rispetto, si fa riferimento in via cautelativa ad una corrente di fase pari a quella derivante dalla massima condizione di carico tollerabile da due gruppi da 5,4 MW in servizio e con carico equilibrato sulle tre fasi. Considerando che i gruppi da 5,4 MW ammettono un sovraccarico massimo del 133% per 5', che i gruppi contemporaneamente in servizio sono al massimo due, che la linea primaria è esercita a 150 kV e supponendo in via cautelativa un fattore di potenza di 0,95, ne consegue un valore di corrente nei conduttori della linea 150 kV pari a 106 A.

La stessa condizione di carico si estende, a favore di sicurezza, sia allo stallo arrivo linea che agli stalli di gruppo.

Si evidenzia che tale condizione costituisce il massimo prelevabile dall'impianto. Nelle condizioni di normale esercizio non è previsto in nessun caso il superamento di tali valori di potenza, per cui i campi magnetici attesi saranno sempre di entità inferiore a quanto riportato nelle figure dei paragrafi seguenti.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE</b>					
IMPIANTI SSE E CABINA TE – Studio Esposizione ai Campi Elettromagnetici	COMMESSA RS3Z	LOTTO 00 D 18	CODIFICA SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 10 di 13

## 6. CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

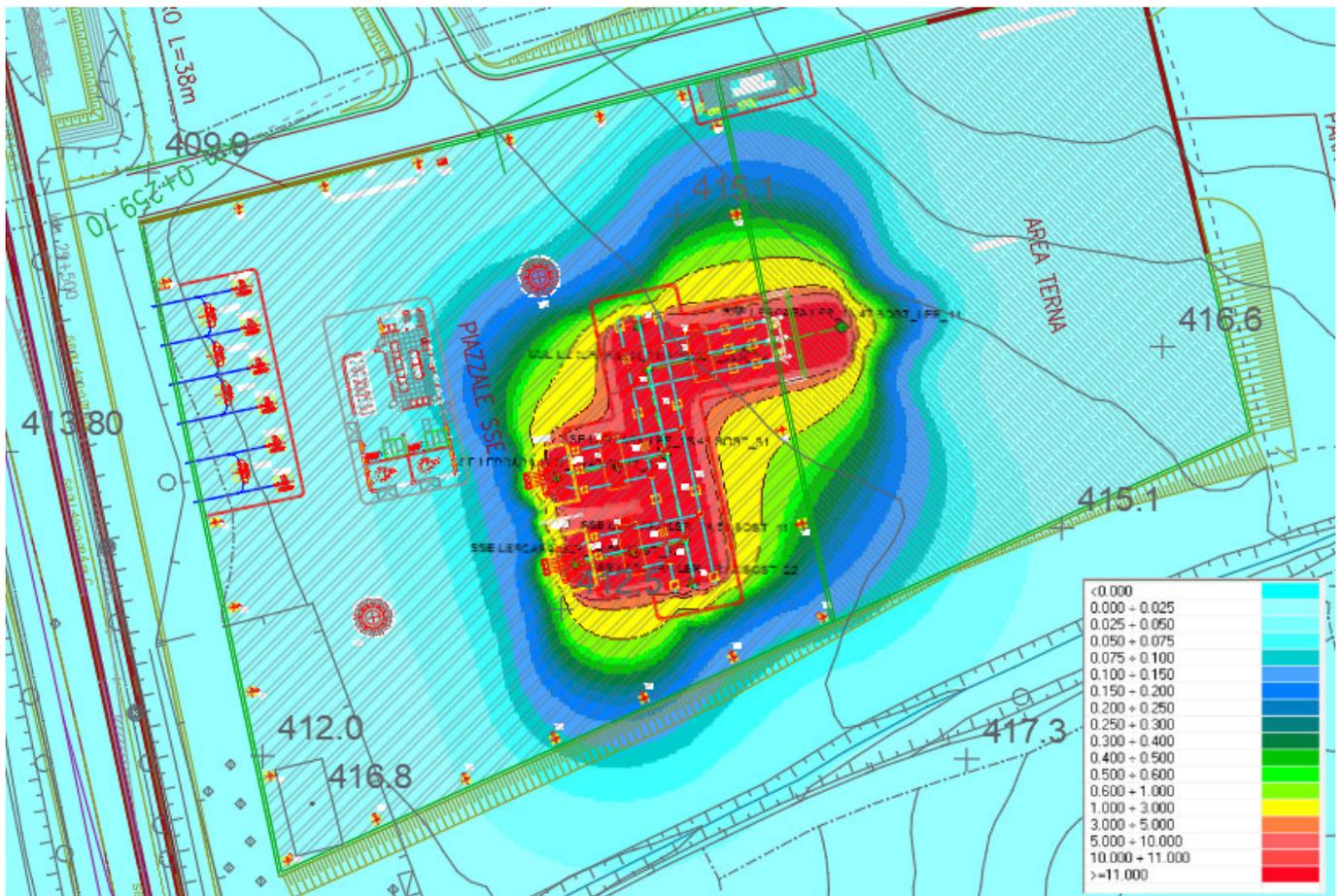
Tutte le simulazioni sono state effettuate sulla base dei modelli geometrici dei conduttori definiti negli elaborati di progetto definitivo e del valore di carico più gravoso descritto al capitolo precedente; i risultati, presentati in forma di “mappe cromatiche”, hanno portato alla determinazione dell’ampiezza della fascia di rispetto, ossia della zona circostante le SSE che comprende tutti i punti (al di sopra ed al di sotto del livello del suolo) caratterizzati da un valore di induzione magnetica superiore a quello limite di  $3\mu\text{T}$ .

Nel calcolo eseguito non è stata considerata l’influenza degli elettrodotti di connessione, la cui realizzazione è a cura dell’ente distributore, e comunque soggetta ad altro iter autorizzativo.

Le simulazioni sono state implementate in un dominio sufficientemente ampio in maniera da ottenere informazioni almeno sull’intera gamma di valori compresi tra  $1\mu\text{T}$  e  $10\mu\text{T}$ . L’ampiezza delle curve di induzione magnetica del valore di  $3\mu\text{T}$ , approssimata per eccesso al metro come prescritto all’allegato 1 del D.M. 29 maggio 2008, è stata utilizzata per stabilire la dimensione della fascia di rispetto del reparto AT delle SSE di progetto. Le immagini sono riportate nel corso della presente relazione: in particolare, nelle mappe cromatiche sono riportate le isolinee a  $3\mu\text{T}$  e  $10\mu\text{T}$ .

## 6.1 Campo magnetico generato dal reparto AT dalla SSE di Lercara

Nell'immagine di seguito riportata viene rappresentata l'output della simulazione eseguita, calcolato per la sezione orizzontale dei massimi:

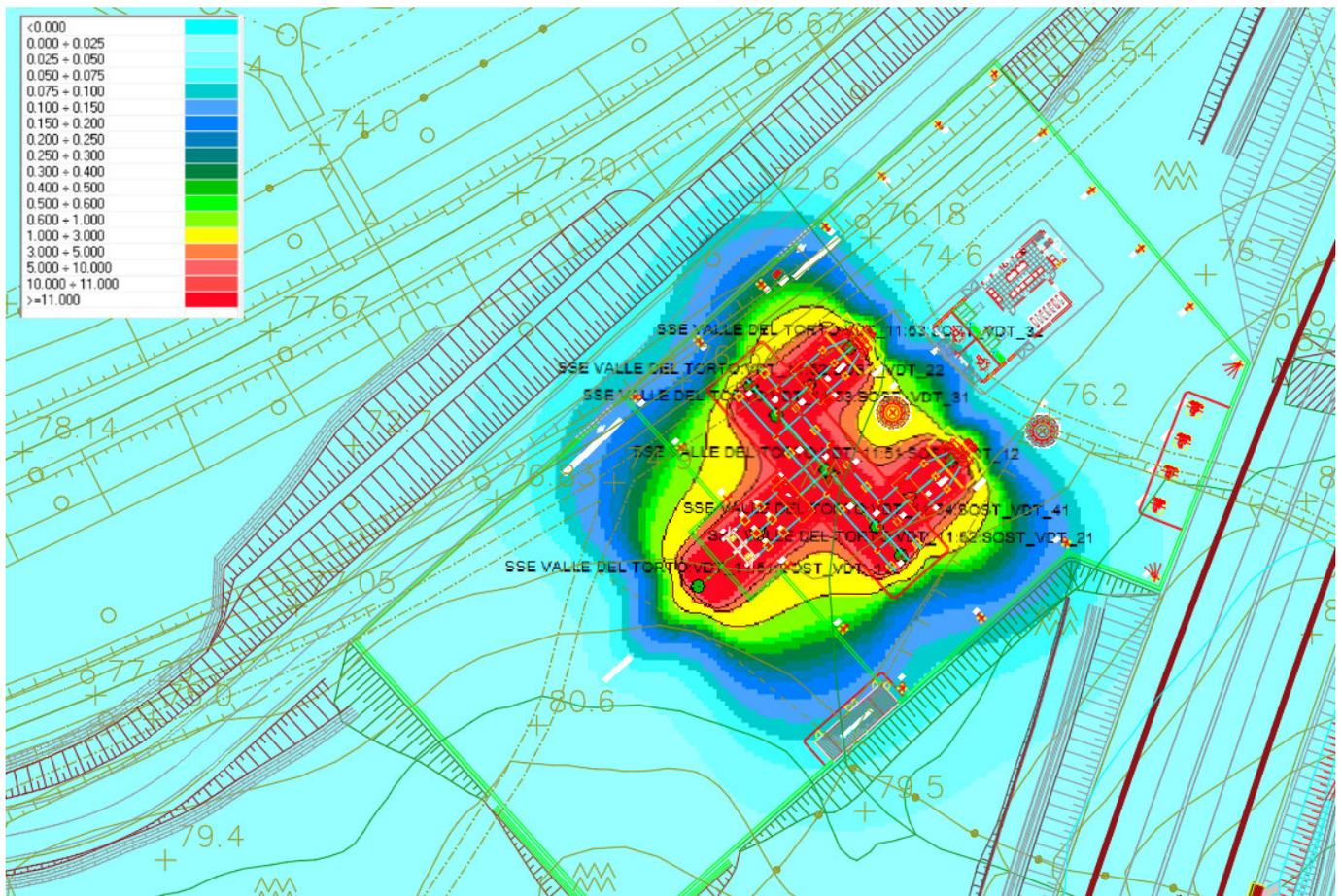


**Figura 5** – Mapa cromatica del campo magnetico emesso dal sistema di sbarre AT della SSE di Lercara

Come si può osservare la fascia di rispetto a 3 µT è sempre interamente confinata all'interno dell'area di impianto, inoltre, come si può osservare dall'elaborato RS3Z00D18P7SE0300001A, le aree limitrofe allo stesso non risultano interessate da enti recettori sensibili.

## 6.2 Campo magnetico generato dal reparto AT dalla SSE di Valle del Torto

Nell'immagine di seguito riportata viene rappresentata l'output della simulazione eseguita, calcolato per la sezione orizzontale dei massimi:



**Figura 6** – Mappa cromatica del campo magnetico emesso dal sistema di sbarre AT della SSE di Valle del Torto

Come si può osservare la fascia di rispetto a  $3 \mu\text{T}$  è sempre interamente confinata all'interno dell'area di impianto, inoltre, come si può osservare dall'elaborato RS3Z00D18P7SE0200001A, le aree limitrofe allo stesso non risultano interessate da enti recettori sensibili.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE</b>					
	IMPIANTI SSE E CABINA TE – Studio Esposizione ai Campi Elettromagnetici	COMMESSA RS3Z	LOTTO 00 D 18	CODIFICA SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A

### 6.3 Campo magnetico generato dal reparto di conversione 3kVcc delle SSE

Per quanto riguarda invece il campo magnetico generato dal reparto di conversione a 3kVcc, esso sarà a frequenza pari 0 Hz e quindi della stessa natura del campo magnetico naturale terrestre, che come noto, alle latitudini italiane assume un valore pari a circa 40  $\mu$ T.

Le sorgenti di tale natura non sono regolamentate da una normativa nazionale, in quanto non è applicabile il DPCM 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti”, ma sono disponibili solo dei riferimenti internazionali, costituiti in particolare dalle linee guida dell’ICNIRP.

Per il caso in oggetto occorre far riferimento alle "LINEE GUIDA SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI" (2009). In tale linea guida, il limite di esposizione a campi magnetici statici per il pubblico in generale è fissato a valori molto più alti rispetto a quanto imposto dalla normativa nazionale per campi magnetici a 50 Hz. In particolare, le Linee Guida fissano un limite a 400 mT. A causa di potenziali effetti indiretti avversi, l’ICNIRP riconosce anche che si debbano adottare provvedimenti pratici per impedire pericolose esposizioni inconsapevoli di persone con dispositivi medici elettronici impiantati o con impianti contenenti materiale ferromagnetico, che possono portare a restrizioni a livelli più bassi, pari 0,5 mT.

Nel sistema 3 kVcc, tali valori sono sempre ampiamente confinati all’interno del fabbricato di SSE. Occorre infine considerare che anche gli effetti di eventuali correnti armoniche a frequenze multiple di 50 Hz, generate dai ponti raddrizzatori presenti in SSE, possono essere ritenute trascurabili, in quanto sono presenti idonei sistemi di filtraggio LC.

## 7. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto evidenziato dai calcoli esposti nei precedenti paragrafi, e sulla base di quanto riportato nella documentazione di progetto, si può concludere che gli interventi previsti non alterano la situazione esistente. In particolare, nessun recettore tutelato ad oggi presente sul territorio (aree gioco per l’infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore) sarà esposto ad un valore di campo elettromagnetico, generato dai nuovi impianti, superiore all’obiettivo di qualità fissato dalla normativa (3  $\mu$ T).