

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



# INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

## PROGETTO PRELIMINARE

### NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

### RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA

### STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTRROMAGNETICI

SCALA:

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

**RSJ1    01    R    18    SD    LP0000    001    A**

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. / Disegnato / Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	R. MANNI <i>[Signature]</i>	03/2011	P. RUGGERI <i>[Signature]</i>	03/2011	A. FERRARA <i>[Signature]</i>		U.O. Emissioni ed Impianti T.E. Ing. Guido Di Bufalini Ordine Ingegneri Provincia di Roma N° 17912 ITALFERR S.p.A.

File: RSJ101R18SDLP000001\_A.doc

in Elab.:

251

## INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	GENERALITA'	3
1.2	SCOPO	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTAZIONE CORRELATA	6
3	CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO	7
4	CALCOLO DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)	8
4.1	STRUMENTI DI CALCOLO	8
4.2	DATI DI INPUT	8
4.3	CALCOLO DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)	11
4.4	ENTI RECETTORI INTERCETTATI DALLA DPA	18
5	CONCLUSIONI	19

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 3 di 19

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 GENERALITA'

Nell'ambito delle attività di progettazione preliminare della tratta Catenanuova – Bicocca, relativa al nuovo collegamento ferroviario tra Palermo e Catania, è stata prevista un'elettificazione mediante una nuova Sottostazione Elettrica conversione (oltre quella esistente di Sferro) dislocata nella località di Motta S. Anastasia.

Per la nuova SSE, ubicata alla pk 27+703,832, è prevista un'alimentazione aerea a 150 kV in doppia terna, per realizzare un sistema di alimentazione in configurazione entra-esci, derivata dall'elettrodotto esistente Fontanarossa-Lentini di proprietà delle FS.

Oggetto della presente relazione sarà pertanto lo studio della compatibilità elettromagnetica del nuovo elettrodotto, necessario all'alimentazione della nuova SSE.

### 1.2 SCOPO

Per l'impianto citato in premessa, la presente relazione ha l'obiettivo di fornire tutte le indicazioni necessarie a dimostrare il rispetto delle prescrizioni relative alla compatibilità elettromagnetica dell'opera con le presenze antropiche.

Lo studio delle emissioni dei campi elettromagnetici è stato effettuato nel rispetto della legislazione (Legge quadro n°36 del 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003<sup>1</sup>) in ambito di esposizione ai campi elettromagnetici degli enti recettori per cui è prevista presenza umana per più di quattro ore giornaliere. In particolare, il DPCM fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- ✓ i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 µT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;

<sup>1</sup> "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".

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
	STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A

- ✓ il valore di attenzione ( $10 \mu\text{T}$ ) e l'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Frequenza di rete 50 Hz	Intensità di campo elettrico E [kV/m]	Intensità di induzione magnetica B [ $\mu\text{T}$ ]
<b>Obbiettivi di qualità</b>	----	3
<b>Valori di attenzione</b>	----	10
<b>Limiti di esposizione</b>	5	100

Tab. 2.1 : Riassunto dei valori di esposizione alla frequenza di rete (50 Hz)

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti*). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 5 di 19

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

E' di seguito riepilogato l'elenco delle principali Norme alle quali si rimanda per le informazioni di dettaglio non esplicitamente riportate nella presente relazione:

- ✓ **D.M. n°449 del 21.03.1988** "Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", e successive integrazioni e modifiche;
- ✓ **Legge 22 febbraio 2001, n°36** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- ✓ **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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- ✓ **DM 29 maggio 2008** "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- ✓ **Norma CEI 11-4** "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne" Ed. 5/1989 e successive Varianti v1, v2, v3 e v4.
- ✓ **Norma CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Ed. seconda anno 2002 Fasc. 6507.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA						
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO RSJ1</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA R 18 SD</td> <td>DOCUMENTO LP0000 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 6 di 19</td> </tr> </table>	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 6 di 19
PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 6 di 19		

- ✓ **Guida CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" Ed. seconda anno 09/2008.
- ✓ **Norma CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6)" Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo.
- ✓ **Direttiva 2004/40/CE** "Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)".
- ✓ **DI TC.TE DMA.IM MOLP ETE 012** Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE.

## 2.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

Costituiscono inoltre parte integrante della presente relazione i documenti di progetto preliminare di seguito elencati, ai quali si rimanda per tutte le informazioni di dettaglio:

- **RSJ101R18ROLP0000001** Relazione generale degli interventi sulla Linea Primaria;
- **RSJ101R18P4LP0000001** Corografia di tracciato;
- **RSJ101R18P6LP0100001** SSE di Motta S. Anastasia  
Elettrodotto 150 kV - Planimetria di tracciato;
- **RSJ101R18W9LP0100001** SSE di Motta S. Anastasia  
Elettrodotto 150 kV – Sezioni di linea e fasce di asservimento;
- **RSJ101R18P9SE0100001** SSE di Motta S. Anastasia  
Layout di piazzale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 7 di 19

### 3 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO

In virtù del valore estremamente basso della frequenza di alimentazione (50 Hz), il campo elettrico e il campo magnetico, prodotti da una linea aerea, possono essere considerati come due fenomeni fisici separati. Il campo elettrico generato da un elettrodotto è legato alla tensione del sistema, che almeno nominalmente è fissa, ne risulta che i livelli di campo elettrico sono sostanzialmente stabili. Dato il livello di tensione non eccessivamente elevato degli elettrodotti di cui sopra (150 kV), il livello di campo elettrico corrispondente sul livello del suolo risulterà sicuramente al di sotto dei limiti imposti dall'attuale normativa<sup>2</sup>. Tali considerazioni giustificano lo studio delle emissioni delle linee, limitato al solo campo magnetico.

---

<sup>2</sup> Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 8 di 19

## 4 CALCOLO DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)

### 4.1 STRUMENTI DI CALCOLO

Il calcolo della DPA è stato condotto con l'ausilio di un programma di calcolo dei campi magnetici che implementa fedelmente la procedura bidimensionale<sup>3</sup> indicata dalla norma CEI 211-4.

Adottando pertanto una rappresentazione bidimensionale del problema, nelle ipotesi indicate al punto 6.1 "Modello di calcolo normalizzato" della norma CEI 106-11, è stato possibile riprodurre lo scenario magnetico della linea.

### 4.2 DATI DI INPUT

Il progetto prevede l'alimentazione della SSE di Motta con un sistema in configurazione entra-esci mediante la realizzazione di una linea primaria dedicata esercita a 150 kV, in doppia terna, su singola palificata, con disposizione delle fasi ottimizzata e per ridurre l'impatto percettivo ed ambientale realizzata con sostegni poligonali ad unificazione RFI (Fig. 4.2.2). Tale linea sarà equipaggiata con conduttore bimetallico alluminio-acciaio da 22.8 mm di diametro (Tab. 4.2.1 ) e si svilupperà per circa 6,7 km, possibilmente vicino alla sede ferroviaria del nuovo tracciato e sarà energizzata dall'elettrodotto esistente di proprietà FS che collega Fontanarossa e Lentini.

L'elettrodotto esistente è equipaggiato con conduttori di alluminio-acciaio di diametro pari a 19.38 mm.

Nel punto di derivazione sarà necessario l'installazione di un nuovo traliccio TAD90 ubicato lungo la fascia d'asservimento dell'elettrodotto esistente, con le funzioni di interrompere la continuità della linea FS a singola terna e di costituire il capolinea del nuovo collegamento (Fig. 4.2.1).

<sup>3</sup> La rappresentazione bidimensionale (2D) può essere eseguita, se sono accettate le condizioni di cui al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
	STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A

Nella sottostazione di Motta S. Anastasia la linea sarà ormeggiata con sostegni unificati TO (Fig. 4.2.3) ubicati all'interno della recinzione di sottostazione.

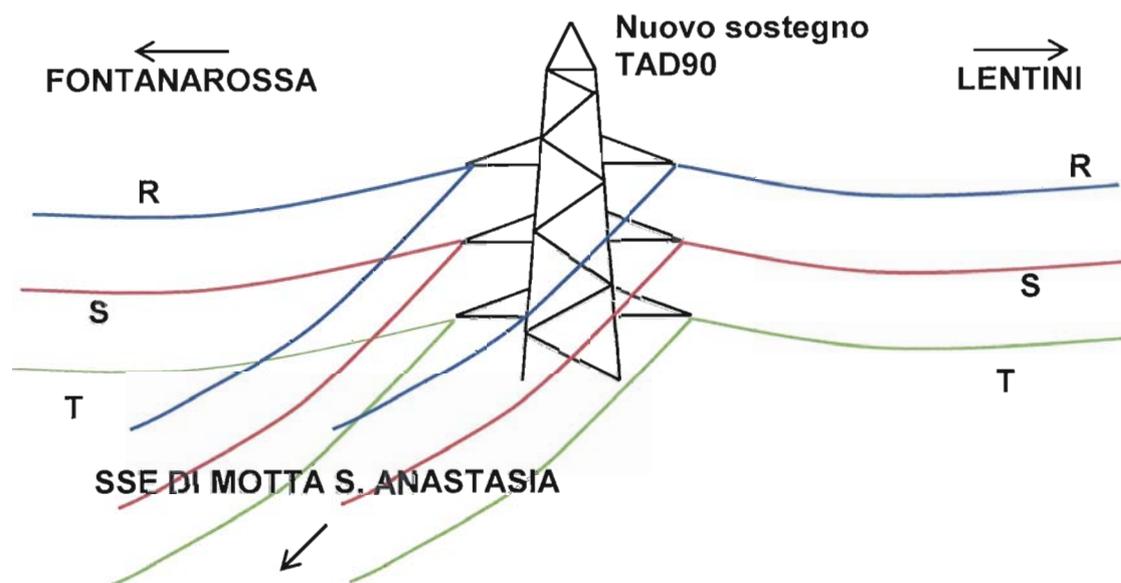


Fig. 4.2.1 : Sostegno tralicciato TAD 90; derivazione della nuova linea.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei conduttori impiegati per la realizzazione del nuovo elettrodotto:

Tipo	Alluminio/acciaio (ACSR)
Diametro	22.8 mm
Formazione (n° x mm)	26x3.60 + 7x2.80
Peso proprio p	1.05 daN/m
Sezione alluminio Sal	264.6 mmq
Sezione di acciaio Sac	43.10 mmq
Modulo di elasticità alluminio Eal	6174 daN/mmq
Modulo di elasticità acciaio Eac	18130 daN/mmq
Carico di rottura R	9157 daN
Coefficiente di dilatazione termica	$19 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Rapporto caratteristico $m = \text{Sal}/\text{Sac}$	6.14
Modulo elastico del conduttore	7848 daN/mmq

Tab. 4.2.1 : Caratteristiche del conduttore di fase

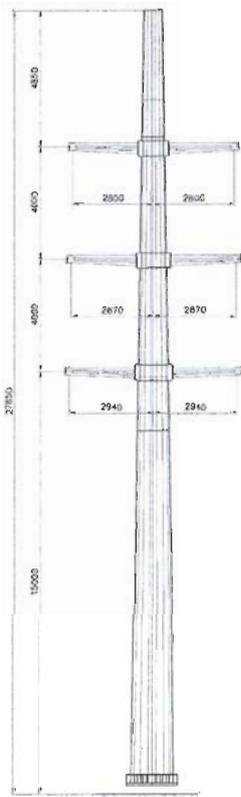


Fig. 4.2.2 : Sostegno poligonale PAD90

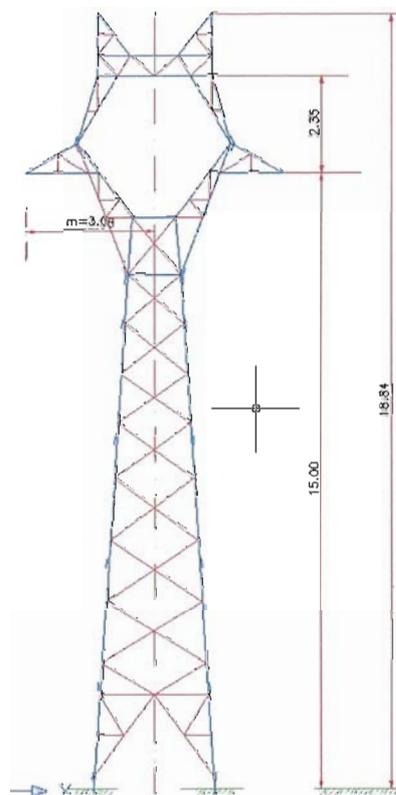


Fig. 4.2.3 : Sostegno di ormeggio capolinea TO

Per quel che riguarda le condizioni ambientali di riferimento, la SSE e la relativa linea di alimentazione vengono a trovarsi, (vedi Norma CEI 11-4), nella zona A.

Per la determinazione delle fasce di rispetto, il riferimento è stato l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del DPCM dell'8 luglio 2003, imponendo la portata di corrente in servizio normale degli elettrodotti, come definita dalla norma CEI 11 - 60.

Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente del conduttore di riferimento $I_0$ (A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
380	740	985	680	770
220	665	905	610	710
132+150	620	870	575	675

Tab: 4.2.2 : CEI 11-60

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 11 di 19

Nella Tab. 4.2.2, tratta dalla norma CEI 11-60, è indicata la portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento ACSR di 31,5 mm di diametro, nelle due zone climatiche (A e B), nei rispettivi periodi stagionali, per i diversi livelli di tensione.

Nel caso in esame, il valore di corrente di riferimento risulta pari a 870 A. Applicando gli opportuni coefficienti riduttivi previsti dalla stessa CEI 11-60, per il conduttore di 22.8 mm di diametro, si è giunti a considerare la sua portata in corrente al limite termico pari a 570 A.

### 4.3 CALCOLO DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)

Utilizzando lo strumento di calcolo descritto nel paragrafo 4.1 sono state preliminarmente calcolate le DPA indisturbate del nuovo elettrodotto a doppia terna e quella in corrispondenza dell'ormeggio in sottostazione. Successivamente, sulla base della procedura grafica indicata nell'allegato al DM 29 maggio 2008, sono state determinate le DPA effettive e rappresentate nell'elaborato **RSJ101R18P6LP0100001**.

Le figure 4.3.1 e 4.3.4 mostrano rispettivamente, per una generica sezione della linea e per il punto di ormeggio in sottostazione, la disposizione dei conduttori e delle correnti utilizzata come dato di input per il programma di calcolo.

Le figure 4.3.2 e 4.3.5, per le due differenti configurazioni, mostrano le curve nel piano ad induzione magnetica costante. In particolare, le curve a 3  $\mu$ T sono le isolinee da prendere in considerazione nel calcolo della DPA.

Le figura 4.3.3 e 4.3.6 rappresentano, sempre per le due differenti configurazioni, le immagini termiche del campo magnetico. Come è facilmente intuibile, più ci si avvicina ai conduttori e più l'induzione magnetica è elevata.

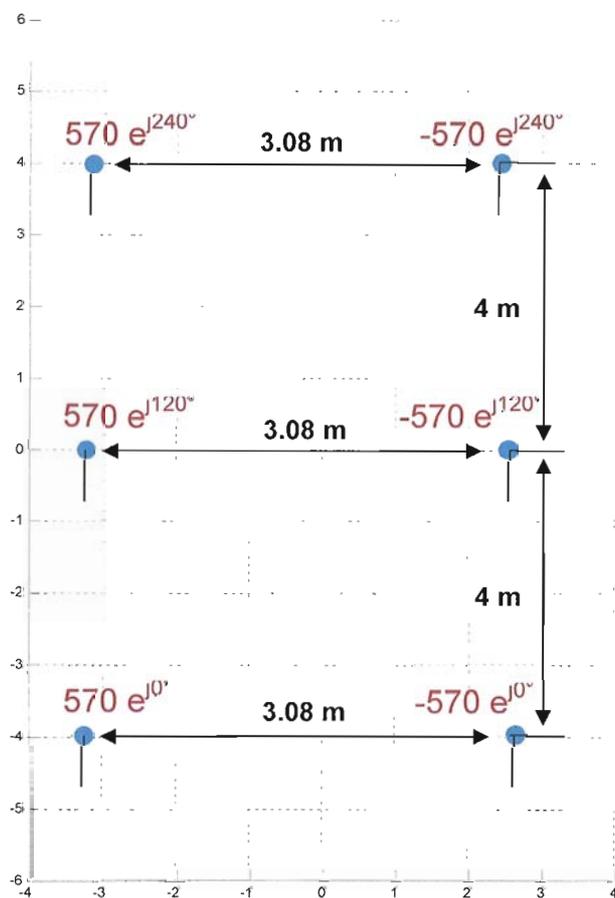


Fig. 4.3.1 : Disposizione dei conduttori e valori di corrente [A] forniti come input nel programma di calcolo;  
Elettrodotto a doppia terna – sostegno PAD90;

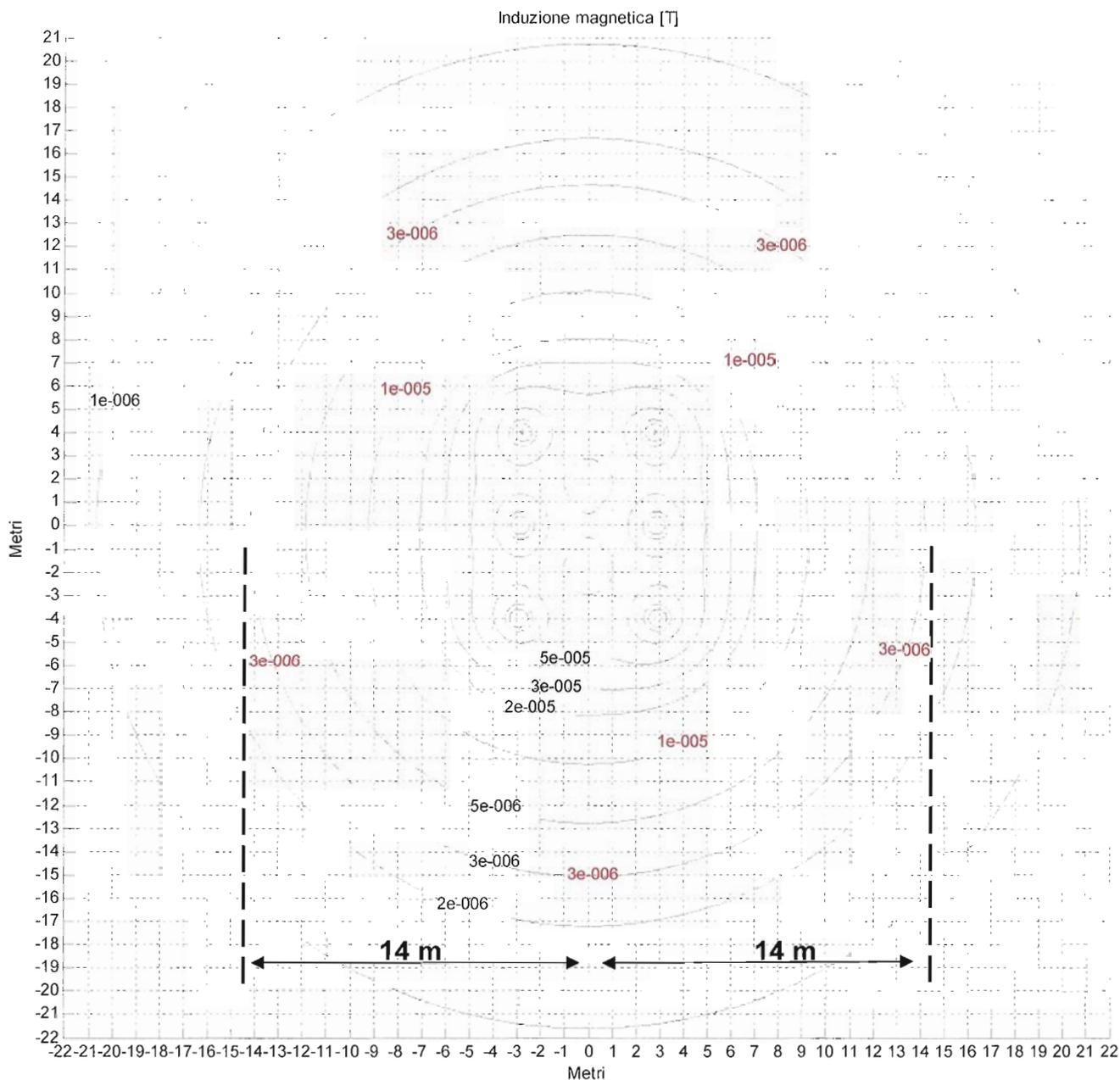


Fig. 4.3.2 : Isolinee Induzione magnetica  $B [T]=\text{costante}$ ;

Elettrodotto a doppia terna – sostegno PAD90;

Corrente al limite termico pari a 570 A;

**DPA 2x14 m.**

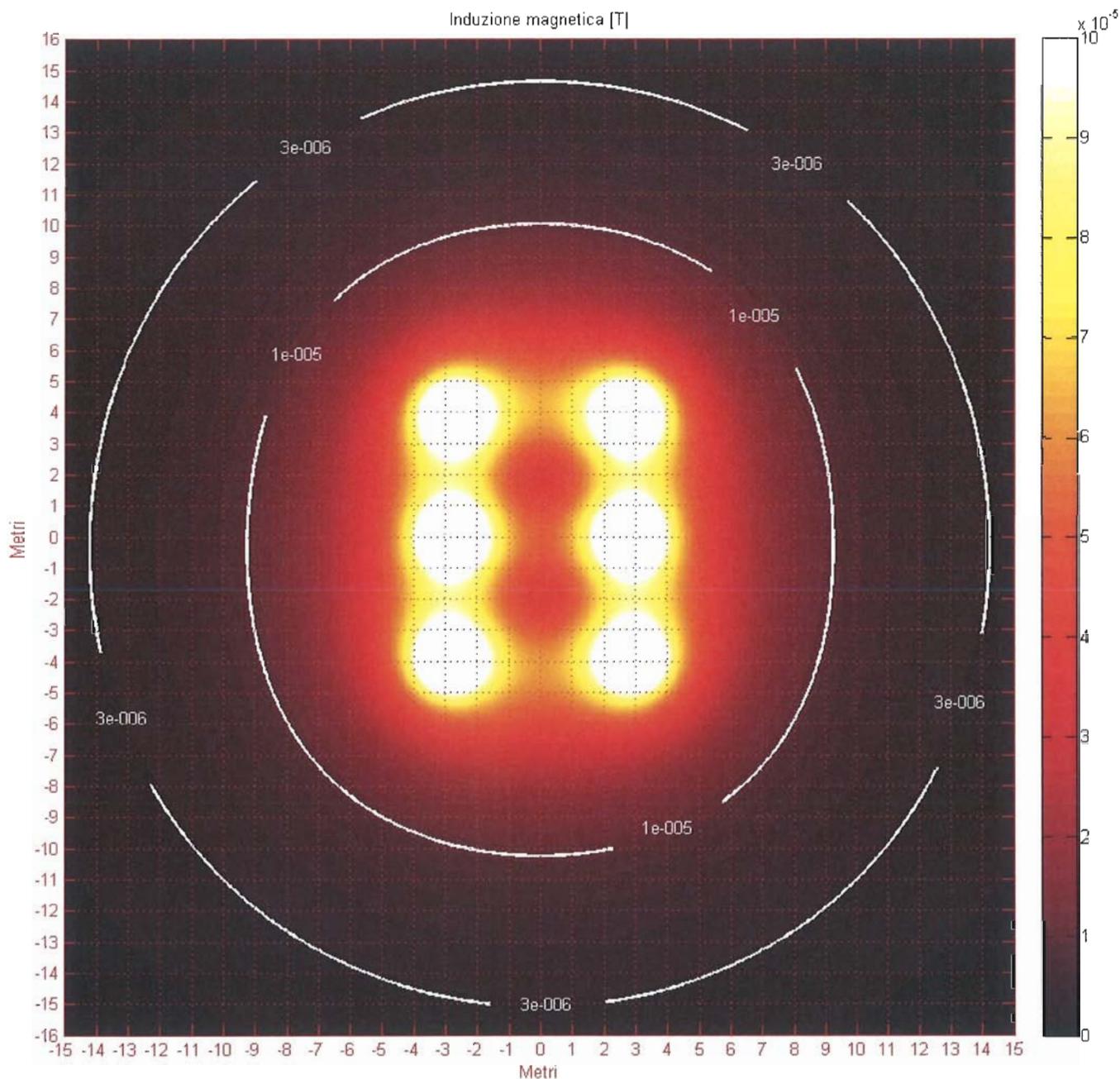


Fig. 4.3.3 : Mappa del campo di induzione B;  
Elettrodotto a doppia terna – sostegno PAD90;

Corrente al limite termico pari a 570 A;

**DPA 2x14 m.**

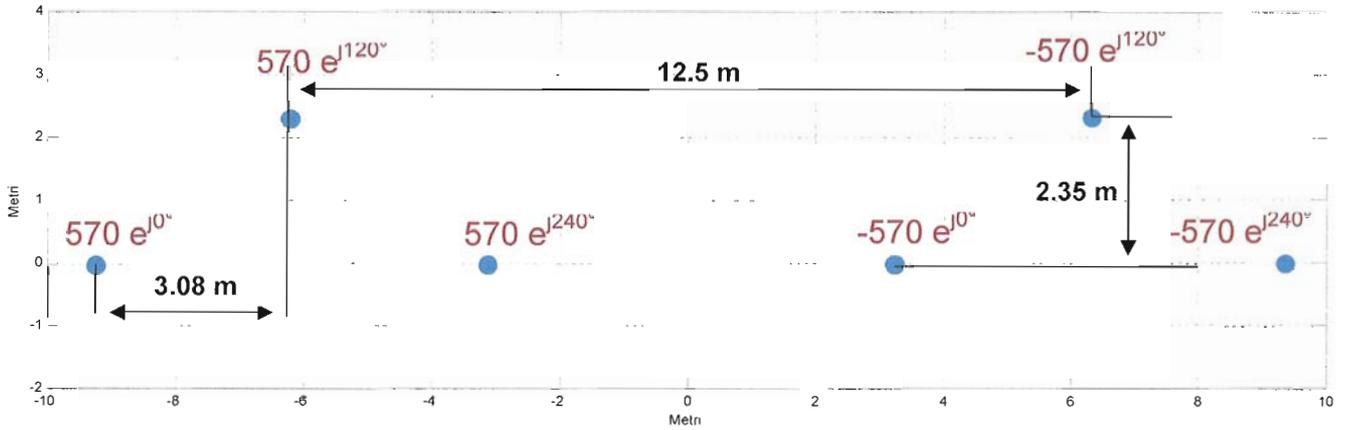


Fig. 4.3.4 : Disposizione dei conduttori e valori di corrente [A] forniti come input nel programma di calcolo;  
Rappresentazione della linea in corrispondenza dell'ormeggio in sottostazione;  
Sostegni "Palo gatto" TO; Corrente al limite termico pari a 570 A e disposizione ottimizzata delle fasi.



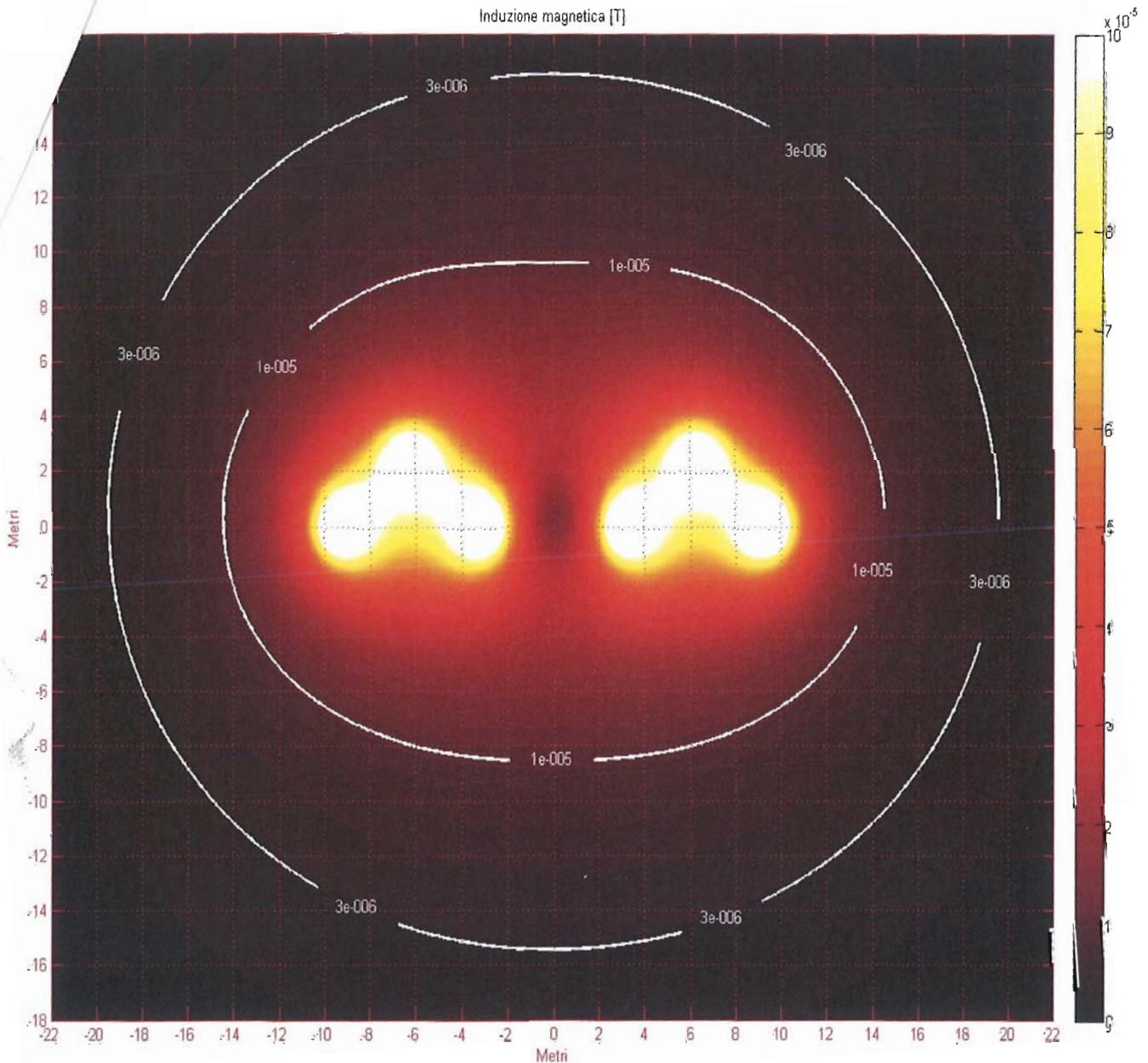


Fig. 4.3.6 : Mappa del campo di induzione [T];  
 Rappresentazione delle due linee in corrispondenza dell'ormeggio in sottostazione;  
 Sostegni "Palo gatto" TO; Corrente al limite termico pari a 570 A e disposizione ottimizzata delle fasi.  
**DPA 2x20 m.**

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA</b>					
<b>STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	<b>PROGETTO RSJ1</b>	<b>LOTTO 01</b>	<b>CODIFICA R 18 SD</b>	<b>DOCUMENTO LP0000 001</b>	<b>REV. A</b>	<b>FOGLIO 18 di 19</b>

#### 4.4 ENTI RECETTORI INTERCETTATI DALLA DPA

Come rappresentato nell'elaborato:

**RSJ101R18P6LP0100001**

SSE di Motta S. Anastasia

Elettrodotto 150 kV - Planimetria di tracciato

la distanza di prima approssimazione intercetta tre recettori che comunque, da un punto di vista della compatibilità elettromagnetica, non costituiscono un ostacolo alla realizzazione dei nuovi impianti.

Infatti, il recettore identificato come R1 è sì un recettore sensibile, ma trovandosi lungo il tracciato della futura sede ferroviaria, sarà inevitabilmente demolito. Per quanto riguarda invece i recettori R2 e R3 essi non risultano luoghi tutelati (Fig. 4.4.1 – 4.4.2).



Fig. 4.4.1 : Recettore R2 - rimessa agricola;



Fig. 4.4.2 : Recettore R3 – rimessa agricola;

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA					
STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PROGETTO RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 18 SD	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 19 di 19

## 5 CONCLUSIONI

Dalle simulazioni svolte, sulla base delle soluzioni progettuali adottate, si può concludere che la realizzazione della sottostazione elettrica di Motta S. Anastasia e il relativo elettrodotto a doppia terna esercito a 150 kV, non determinano problemi di compatibilità elettromagnetica, per via dall'assenza di luoghi tutelati nelle aree prescelte, legati alla coesistenza di questi impianti con le possibili attività antropiche.

Inoltre, in considerazione del fatto che la simulazione è stata svolta assumendo la corrente pari al limite di portata e che in fase di esercizio il valore di corrente sarà ben al di sotto di tale valore, lo scenario magnetico che si presenterà, una volta realizzati gli impianti, sarà comunque ancor meno "impattante" rispetto a quello mostrato.