

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/4534 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A.  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.  
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L.  
SACYR S.A.U.  
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE

 <b>IL PROGETTISTA</b> Dott. Ing. D. Spoglianti Ordine Ing. Milano n°A 20953	<b>IL CONTRAENTE GENERALE</b> PROJECT MANAGER (Ing. P.P. Marcheselli)	<b>STRETTO DI MESSINA</b> Direttore Generale Ing. G. Fiammenghi	<b>STRETTO DI MESSINA</b> Amministratore Delegato Dott. P.Ciucci
Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"			

Unità Funzionale Tipo di sistema Raggruppamento di opere/attività Opera - tratto d'opera - parte d'opera Titolo del documento	GENERALE AMBIENTE STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE - CAMPI ELETTRICITÀ RELAZIONE GENERALE	AMV0546_F0
---	---	------------

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	V	G	A	M	I	A	Q	3	0	0	0	0	0	0	1	5	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	31/05/2012	Emissione finale	A. CALEGARI	M. SALOMONE	D.SPOGLIANTI



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## INDICE

INDICE .....	3
PREMESSA.....	7
1 Quadro di riferimento normativo.....	9
1.1 Premessa .....	9
1.2 Normativa comunitaria.....	9
1.3 Normativa nazionale.....	9
1.4 Normativa regionale .....	10
1.5 Normativa tecnica di riferimento .....	11
1.6 Sintesi dei contenuti della principale normativa di settore.....	11
1.6.1 Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 – Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz .....	11
1.6.2 La Legge 36 del 22/02/2001 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” .....	15
1.6.3 DPCM dell’ 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.” .....	16
1.6.4 DPCM dell’ 8 luglio 2003 – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.....	17
1.6.5 Legge Regionale n. 17 del 24/11/2000 .....	19
1.6.6 Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare: Decreto ministeriale 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.....	19
2 Quadro di riferimento ambientale .....	25
2.1 Sorgenti di emissione .....	25
2.1.1 Premessa .....	25
2.1.2 Elettrodotti e Sottostazioni Elettriche .....	26
2.1.3 Stazioni radio - TV e stazioni radio base.....	39
2.1.3.1 Antenne radio televisive.....	39
2.1.3.2 Ponti radio .....	40

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

2.1.4	Sistema di controllo del traffico marittimo VTS (Vessel Traffic Services).....	40
2.1.5	Antenne telefonia mobile cellulare .....	41
2.1.5.1	Sistema GSM (telefonia mobile 2G).....	44
2.1.5.2	Sistema GPRS (telefonia mobile 2.5G).....	45
2.1.5.3	Sistema UMTS (telefonia mobile 3G).....	45
2.1.6	Versante Calabria.....	45
2.1.6.1	Sottostazione elettrica ENEL .....	46
2.1.6.2	Linee elettriche ad alta tensione .....	48
2.1.6.3	Antenne località Piale .....	48
2.1.6.4	Linea di contatto ferroviaria.....	50
2.1.7	Versante Sicilia.....	51
2.1.7.1	Antenna località Sperone.....	51
2.1.7.2	Antenne a Nord del villaggio Ganzirri.....	52
2.1.7.3	Antenne in ambito cittadino.....	54
2.1.7.4	Sottostazioni elettriche ENEL.....	55
2.1.7.5	Elettrodotti .....	57
2.2	Dati di fonte pubblica .....	58
2.2.1	Versante Calabria.....	58
2.2.1.1	Monitoraggio ARPA Calabria .....	58
2.2.2	Versante Sicilia.....	62
2.2.2.1	Annuario regionale dei dati ambientali 2009 – Agenti fisici.....	62
2.2.2.2	Rete fissa di monitoraggio Comune di Messina .....	65
2.3	Screening campi elettromagnetici.....	70
2.3.1	Definizione dei punti di monitoraggio .....	70
2.3.1.1	Versante Calabria .....	71
2.3.1.2	Versante Sicilia .....	72
2.3.2	Strumentazione impiegata .....	74
2.3.3	Metodo di misura .....	76
2.3.3.1	Sequenza delle operazioni di misura .....	76
2.3.3.2	Archiviazione dei dati.....	78
2.3.3.3	Analisi dati .....	78
2.3.4	Schedatura “tipo” .....	78
2.3.5	Risultati.....	79

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

2.3.5.1	Versante Calabria .....	79
2.3.5.2	Versante Sicilia .....	81
2.4	Sensibilità ambientale.....	83
3	Quadro di riferimento previsionale .....	87
3.1	Fase di costruzione .....	87
3.1.1	Punti allacciamento rete elettrica .....	87
3.1.2	Cabine elettriche.....	100
3.1.3	Gruppi elettrogeni per la produzione di energia elettrica in emergenza.....	101
3.1.4	Gruppi elettrogeni per cantieri mobili .....	102
3.1.5	Impatto installazioni di cantiere.....	102
3.1.6	Conclusioni operative .....	104
3.2	Fase di esercizio.....	105
3.2.1	Impianti di Trazione Elettrica TE – Linea di contatto .....	106
3.2.1.1	Generalità.....	106
3.2.1.2	Caratteristiche linea di contatto.....	107
3.2.1.3	Linee di alimentazione .....	107
3.2.1.4	Verifiche di impatto .....	108
	Conclusioni.....	116
3.2.2	Nuova SSE per la Trazione Elettrica ferroviaria .....	116
3.2.2.1	Generalità.....	116
3.2.2.2	Schema di funzionamento .....	117
3.2.2.3	Verifiche di impatto .....	119
3.2.2.4	Conclusioni.....	120
3.2.3	Impianti elettrificazione tracciati stradali.....	124
3.2.4	Radar sorveglianza.....	128
3.2.4.1	Generalità.....	128
3.2.4.2	Verifiche di impatto .....	130
3.2.4.3	Conclusioni.....	132
3.3	Impianti TT previsti dal progetto di supporto alla radio copertura di gallerie stradali e ferroviarie .....	133
3.3.1	Premessa .....	133
3.3.2	Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie ferroviarie.....	134
3.3.3	Architettura del sistema .....	135

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

3.3.4	Sistema UMTS/GSM .....	136
3.3.5	Antenne esterne .....	137
3.3.6	Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie stradali .....	141
3.3.7	Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie ferroviarie .....	145
3.3.8	Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie stradali .....	151
3.3.9	Antenne presenti sulla torre .....	151
3.3.10	Antenne presenti sul portale di ingresso alle gallerie.....	153
3.3.11	Conclusioni .....	160
3.4	Valutazione d'impatto dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz, in relazione agli spostamenti e/o adeguamenti degli elettrodotti aerei esistenti interferenti l'opera in progetto ..	162
3.4.1	Elettrodotto "Villa San Giovanni Scilla" .....	162
3.4.2	Cavo 150 kV EPR Contesse-San Cosimo .....	171
3.5	Note di indirizzo per il PMA.....	178
4	Bibliografia .....	181

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## PREMESSA

La relazione generale dello studio di impatto ambientale sviluppata per la componente ambientale campi elettromagnetici è articolata in tre sezioni:

- quadro di riferimento normativo;
- quadro di riferimento ambientale;
- quadro di riferimento previsionale.

Il quadro di riferimento normativo riassume la normativa comunitaria, nazionale, regionale e tecnica applicabile allo studio in oggetto, con una sintesi descrittiva dei contenuti.

Il quadro di riferimento ambientale, in continuità all'impostazione data al SIA 2002 ma con maggiore approfondimento, contiene una esaustiva descrizione e localizzazione delle sorgenti di CEM e i risultati di una attività di "screening" dei campi elettrici e magnetici. La sensibilità del territorio è riportata in tavole tematiche in scala 1:10.000 e deriva principalmente dalle attività di censimento dei ricettori sviluppata nell'ambito del P.D.

Infine, il quadro di riferimento previsionale esamina la fase di cantiere (punti allacciamento rete elettrica, cabine elettriche, gruppi elettrogeni di emergenza e per cantieri mobili) e di esercizio (sottostazioni elettriche, cabine elettriche, reti di alimentazione e radar), esplicitando la significatività delle interazioni opera ambiente e la localizzazione delle interazioni sul territorio.

Per quanto riguarda Fascio Bolano, il ramo funzionale di collegamento del Ponte con la linea ferroviaria esistente in prossimità di Villa San Giovanni, l'integrazione allo studio di impatto ambientale del 2004 non contiene informazioni sui CEM. Il presente studio di impatto ambientale ha in ogni caso esteso la mappatura delle informazioni sulla localizzazione delle sorgenti e sulla sensibilità ambientale all'ambito di Fascio Bolano.



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>	

## 1 Quadro di riferimento normativo

### 1.1 Premessa

Il diffuso interesse da parte dell'opinione pubblica sui possibili effetti biologici derivanti dall'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici antropogenici, ovvero derivati da attività umane, quali la produzione, il trasporto e la distribuzione di energia e di informazione, ha trovato riscontro in una progressiva razionalizzazione della legislazione in materia.

L'approccio del legislatore a livello comunitario, condiviso (e talvolta anche preceduto) in genere dai singoli stati membri, è stato quello di recepire in apposita normativa ambientale le indicazioni cautelative degli studi scientifici in materia, che sembrano indicare la possibilità di una relazione fra l'esposizione ai campi ed eventuali effetti sulla salute umana.

Nel corso degli ultimi anni si è assistito ad una razionalizzazione del corpus normativo relativamente ai possibili danni alla salute causati da esposizione a campi elettromagnetici. La normativa nazionale, in linea con l'Unione Europea, ha quindi definito un insieme di limiti di riferimento e di limiti di base per campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa (ELF) e a radiofrequenza (RF), comprese le microonde.

### 1.2 Normativa comunitaria

- Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 - "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".
- Risoluzione 2 aprile 2009, n.8/2010 Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 27 maggio 2010, n.137 "Risoluzione del Parlamento europeo del 2 aprile 2009 sulle preoccupazioni per la salute connesse ai campi elettromagnetici (2008/2211(INI))".

### 1.3 Normativa nazionale

- Il D.M. 16/1/1991 - "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" (G.U. 16/2/1991, n.40).
- Il D.M. 10/9/1998 n° 381 - "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

radiofrequenza compatibili con la salute umana”.

- La Legge 36 del 22/02/2001 - “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM dell’ 08/07/2003 – “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”.
- DPCM dell’ 08/07/2003 – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.
- Decreto legislativo 15/03/2010, n. 66 - Codice dell'ordinamento militare - Articolo 366 - Inquinamento elettromagnetico
- Decreto legislativo 04/09/2002, n. 198 – “Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell'articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443”.
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: Decreto ministeriale 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Decreto ministeriale 29/05/2008 – “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica”. Allegato “Procedura di misura e di valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità - Art. 5 DPCM 8/07/03 (GU 200 del 29/08/03)”.

#### **1.4 Normativa regionale**

- Legge Regionale n.17 del 24/11/2000, valida per la Calabria
- Assessorato del Territorio e dell’Ambiente, Circolare 17/04/2000, prot. n. 2818 G.U.R.S. 12 maggio 2000, n. 22 Linee guida applicative del "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana" di cui al decreto del Ministero dell'ambiente n. 381 del 10 settembre 1998.
- Assessorato del Territorio e dell’Ambiente, Decreto 27/08/2008 – “Sostituzione dell'allegato A del decreto 21 febbraio 2007, concernente procedura per il risanamento dei siti nei quali viene riscontrato il superamento dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione dei campi elettromagnetici”.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## 1.5 Normativa tecnica di riferimento

- Normativa sperimentale europea CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica) "Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Bassa frequenza (0-10 kHz)": Norma ENV 50166-1 (recepita in Italia come norma CEI 111-2 Maggio 1995).
- Documento congiunto ISPESL-ISS, del 29 gennaio 1998, incentrato sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici ed a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.
- CEI 211-6 – Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-7 – Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.

## 1.6 Sintesi dei contenuti della principale normativa di settore

### 1.6.1 Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 – Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz

Tale raccomandazione, rappresenta a tutt'oggi il rimando fondamentale in cui si definisce un insieme di limiti di riferimento e di limiti di base per campi elettromagnetici statici, a frequenza estremamente bassa (ELF) e a radiofrequenza (RF), comprese le microonde. La gamma di frequenze complessivamente coperta va da 0 Hz a 300 GHz, con la sola eccezione dei campi elettrici statici, per i quali si limita a raccomandare di evitare il contatto con cariche elettriche superficiali e scariche distruttive.

Vengono definite, con invito agli Stati membri a recepirne l'impiego nelle rispettive normative nazionali, le grandezze fisiche nel seguito elencate:

#### Corrente di contatto (I<sub>c</sub>).

La corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in ampere (A). Un conduttore che

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo.

Intensità di corrente (J).

È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. t espressa in ampere per metro quadro (A/m<sup>2</sup>).

Intensità di campo elettrico.

È una quantità vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio t espressa in volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico.

È una quantità vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio espressa in ampere per metro (A/m).

Induzione magnetica.

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione  $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .

Densità di potenza (S).

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m<sup>2</sup>).

Assorbimento specifico di energia (SA).

Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg).

Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

I limiti di base vengono definiti, a seconda della frequenza, utilizzando differenti grandezze fisiche come di seguito descritto:

- fra 0 e 1 Hz sono stati definiti limiti di base per l'induzione magnetica relativamente ai campi magnetici statici (0 Hz) e per l'intensità di corrente relativamente ai campi variabili nel tempo fino a 1 Hz, al fine di evitarne effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale;
- fra 1 Hz e 10 MHz sono stati definiti limiti di base per l'intensità di corrente, in modo da evitare effetti sulle funzioni del sistema nervoso;
- fra 100 kHz e 10 GHz sono stati definiti limiti di base per il SAR, in modo da evitare lo stress da calore su tutto il corpo e l'eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti. Nell'intervallo di frequenza compreso fra 100 kHz e 10 MHz, i limiti di base previsti si riferiscono sia all'intensità di corrente che al SAR;
- fra 10 GHz e 300 GHz sono stati definiti limiti di base per la densità di potenza al fine di evitare il riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimità della stessa.

I valori dei limiti di base in funzione della frequenza sono riportati in **Tabella 1.1**.

I livelli di riferimento sono relativi all'esposizione e sono quindi indicati al fine di poterli confrontare con i valori di grandezze misurate. Il rispetto dei livelli di riferimento è condizione sufficiente a garantire il rispetto dei limiti di base. I valori dei limiti sono riportati nella **Tabella 1.2**.

Gamma di frequenza	Densità flusso	Densità di corrente	SAR mediato	SAR localizzato	SAR localizzato	Densità di potenza
--------------------	----------------	---------------------	-------------	-----------------	-----------------	--------------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

	magnetico (mT)	(mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	sul corpo intero (W/kg)	(capo e tronco) (W/kg)	(arti) (W/kg)	(W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0 - 1 Hz	-	8	-	-	-	-
1 - 4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4 - 1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1000 - 100kHz	-	f/500	-	-	-	-
100kHz-10MHz	-	f/500	0.008	2	4	-
10MHz-10GHz	-	-	0.008	2	4	-
10- 300GHz	-	-	-	-	-	10

Tabella 1.1 - Limiti di base (Raccomandazione 1999/512/CE)

Gamma di frequenza	Densità flusso magnetico (mT)	Densità di corrente (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)
0-1 Hz	-	3,2 x 10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>4</sup>	-
1 - 8 Hz	10000	3,2 x 10 <sup>4</sup> / f <sup>2</sup>	4x10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	-
8 - 25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0,025 - 0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0,8 - 3 kHz	250/f	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1 - 10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2000	1,375f <sup>1/2</sup>	0,0037f <sup>1/2</sup>	0,0046f <sup>1/2</sup>	f/200
2 - 300 GHz	61	0,16	0,20	10

Tabella 1.2 - Limiti di riferimento (Raccomandazione 1999/512/CE)

### Esposizione a campi multipli

Nel caso di esposizione contemporanea a campi a frequenza differente, i criteri di verifica dei livelli di riferimento in relazione all'esposizione della popolazione sono i seguenti:

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150\text{kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad \text{e} \quad \sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

dove:

E<sub>i</sub> è l'intensità del campo elettrico alla frequenza i;

E<sub>L,i</sub> è il livello di riferimento dell'intensità del campo elettrico di cui alla Tabella 1.2.2/2;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

$H_j$  è l'intensità del campo magnetico alla frequenza  $j$ ;

$H_{L,j}$  è il livello di riferimento dell'intensità del campo magnetico di cui alla Tabella 1.2.2/4;

$a$  è pari a 87 V/m e  $b$  è pari a 5 A/m (6,25  $\mu$ T).

Nei casi di effetti termici, a partire da 100 kHz, i livelli di campo devono soddisfare le due seguenti condizioni:

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad \text{e} \quad \sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

dove:

$E_i$  è l'intensità del campo elettrico alla frequenza  $i$ ;

$E_L, i$  è il livello di riferimento del campo elettrico, di cui alla Tabella 1.2.2/2;

$H_j$  è l'intensità del campo magnetico alla frequenza  $j$ ;

$H_L, j$  è il livello di riferimento del campo magnetico, di cui alla Tabella 1.2.2/4;

$c$  è pari a  $87/f^{1/2}$  V/m e  $d$  0,73/f A/m.

Gli Stati membri dell'Unione sono invitati ad adottare un quadro di limiti fondamentali e di riferimento che utilizzi come base quelli riportati nella presente Raccomandazione.

### **1.6.2 La Legge 36 del 22/02/2001 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”**

L'entrata in vigore della legge quadro, destinata a regolamentare gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia che possano comportare l'esposizione dei lavoratori e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz, ha dato il via alla razionalizzazione del corpus legislativo in materia. Vengono definite tre tipologie di prescrizioni normative, in termini di valori limite o di criteri di pianificazione, con differenti finalità:

Limiti di esposizione: sono i valori limite di immissione di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori, ai fini della tutela della salute da effetti acuti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Valori di attenzione: sono i valori di immissione di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico da non superarsi negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine.

Obiettivi di qualità: da conseguirsi mediante l'adozione di: o criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati da leggi regionali; o valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti dallo Stato ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi.

La definizione dei valori limite di esposizione, di attenzione e di qualità viene demandata allo Stato, unitamente alla definizione delle tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico e dei parametri per la previsione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, mediante emanazione di appositi decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri. Compito dello Stato è anche la definizione dei criteri per l'elaborazione dei piani di risanamento che i soggetti gestori di impianti radioelettrici ed elettrodotti hanno l'obbligo di presentare per l'adeguamento degli impianti ai limiti di esposizione, ai valori di attenzione ed agli obiettivi di qualità.

Viene invece demandato a Regioni, Province e Comuni la funzione di controllo e vigilanza sanitaria ed ambientale ed il compito di individuare i siti di trasmissione e radiodiffusione, la definizione dei tracciati di elettrodotti con tensione inferiore a 150 kV, le modalità per il rilascio delle autorizzazioni all'installazione degli impianti, la realizzazione e gestione di un catasto delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

**1.6.3 DPCM dell' 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.”**

Il Decreto, come previsto dalla Legge 36 del 22/02/2001 e recependo le indicazioni della raccomandazione del Consiglio Europeo, fissa i limiti di esposizione e 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. Stabilisce inoltre anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, relativamente alla progettazione di nuovi elettrodotti in

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

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 alla 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.

I valori dei limiti sono riportati nella **Tabella 1.3**.

<b>Campo magnetico</b>			<b>Campo elettrico</b>
<b>Obiettivo qualità [<math>\mu</math>T]</b>	<b>Livello attenzione [<math>\mu</math>T]</b>	<b>Limite esposizione [<math>\mu</math>T]</b>	<b>Limite esposizione [V/m]</b>
3	10	100	5000

Tabella 1.3 - Limiti da DPCM 8 luglio 2003

Il Decreto inoltre indica come tecniche di misurazione da adottare quelle indicate dalla norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6 prima edizione, «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz-10 kHz, con riferimento all'esposizione umana» e successivi aggiornamenti.

Per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità si rimanda al sistema agenziale APAT-ARPA che determinerà le relative procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Inoltre il decreto indica che, per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

Infine dà incarico all'APAT, sentite le ARPA, per definire la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

#### **1.6.4 DPCM dell' 8 luglio 2003 – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

**esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.**

Il Decreto, come previsto dalla Legge 36 del 22/02/2001 e recependo le indicazioni della raccomandazione del Consiglio Europeo, fissa i limiti di esposizione e i valori di attenzione (**Tabella 1.4** e **Tabella 1.5**) per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Il presente decreto fissa inoltre gli obiettivi di qualità (**Tabella 1.6**), ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione.

Banda di frequenza	Intensità di campo elettrico E [V/m]	Intensità di campo magnetico H [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0.1 < f ≤ 3 MHz	60	0.2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0.05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0.01	4

Tabella 1.4 - Limiti di esposizione da DPCM 8 luglio 2003

Banda di frequenza	Intensità di campo elettrico E [V/m]	Intensità di campo magnetico H [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0.1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 1.5 – Valori di attenzione da DPCM 8 luglio 2003

Banda di frequenza	Intensità di campo elettrico E [V/m]	Intensità di campo magnetico H [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0.1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 1.6 – Obiettivi di qualità da DPCM 8 luglio 2003

Gli obiettivi di qualità, valutati come media su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano all'aperto e su qualsiasi intervallo di sei minuti, sono indicativi per aree intensamente frequentate, intese come superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

Viene inoltre indicata una procedura di normalizzazione nel caso di calcolo di esposizioni multiple generate da più impianti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Il Decreto infine indica come tecniche di misurazione da adottare quelle indicate dalla norma CEI 211-7 “Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana” e successivi aggiornamenti.

### 1.6.5 Legge Regionale n. 17 del 24/11/2000

La Legge Regionale n.17 del 24/11/2000 Regione Calabria disciplina, delegandole alla Provincia, le funzioni già attribuite alla Regione, ai sensi degli articoli 87 e 88, n.4, del D.P.R. 24 luglio 1977 n. 616, in materia di autorizzazione per la costruzione e l’esercizio di opere, da realizzare nell’ambito del territorio regionale, destinate alla trasmissione, allo smistamento, alla trasformazione e distribuzione dell’energia elettrica, comunque prodotta, nonché di ogni altra opera accessoria, fino alla tensione di 150.000 V.

Secondo tale legge, le ditte che vogliono essere abilitate alla costruzione di nuove linee, cabine, stazioni elettriche e relative opere accessorie, oppure che debbano apportare variazioni delle caratteristiche elettriche o del tracciato di linee esistenti, devono presentare domanda di autorizzazione all’Amministrazione Provinciale, corredata da una relazione illustrativa dei dati tecnici degli impianti e da una corografia. La domanda di autorizzazione non è necessaria per le società concessionarie delle attività fornitrici dell’energia elettrica nel territorio nazionale e delle Aziende elettriche municipalizzate qualora sia prevista:

- a) la costruzione di linee elettriche esterne con tensione fino a 500 volt, ovvero per quelle in cavo con tensione nominale non superiore a 5.000 volt;
- b) la costruzione di linee elettriche con tensione superiore a 500 volt e fino a 30.000 volt e la cui lunghezza non sia superiore a 500 metri;
- c) la costruzione di opere accessorie e varianti delle linee;
- d) rifacimenti delle linee con tensione nominale superiore a 500 volt e fino a 30.000 volt, a condizione che gli stessi interventi non modifichino lo stato dei luoghi;
- e) gli interventi di manutenzione ordinaria degli elettrodotti esistenti.

### 1.6.6 Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: Decreto ministeriale 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### **determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.**

Il decreto, in particolare nell'allegato redatto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici, formula una metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, facendo particolare riferimento all'art. 6 "Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", comma 1 e 2 del D.P.C.M. dell'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."

In tale articolo si cita come parametro base di calcolo delle fasce di rispetto *la portata in corrente in servizio normale* dell'elettrodotto, così come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni per quelli con tensione non superiore a 150 kV.

Vengono date le seguenti definizioni:

Corrente: valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Distanza di prima approssimazione (Dpa): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Il decreto procede quindi ad illustrare la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, che avviene tramite modelli di calcolo valicati attraverso misure o modelli simili.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, si calcola la distanza di prima approssimazione (DPA) che corrisponde alla proiezione al suolo della fascia di rispetto calcolata combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco. In casi complessi quali parallelismi, incroci tra linee o derivazioni e cambi di direzioni, vengono introdotti procedimenti semplificati che permettono di individuare aree di prima approssimazione che hanno la medesima valenza delle Dpa.

Solo in seguito all'emergere di situazioni di non rispetto della Dpa per vicinanza tra edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore alle 4 ore, esistenti o di nuova progettazione, e linee elettriche esistenti oppure nuove, o in casi particolarmente complessi per la presenza di linee numerose o con andamenti molto irregolari, le autorità competenti valuteranno l'opportunità di richiedere al proprietario/gestore di eseguire il calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni della linea al fine di consentire una corretta valutazione.

In **Figura 1.1** e **Figura 1.2** in sono rappresentati i diagrammi logici che rappresentano le procedure da seguire nei casi di nuovi elettrodotti o di nuovi insediamenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

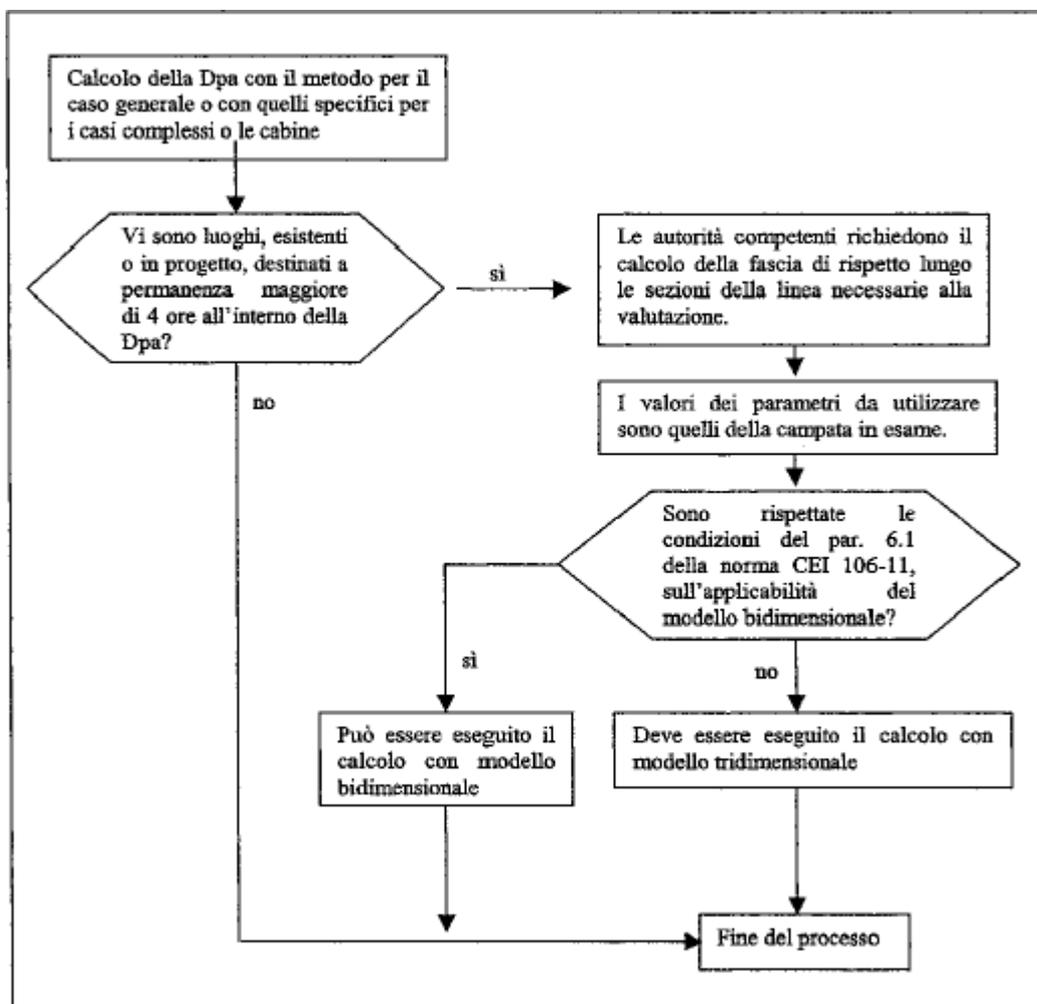


Figura 1.1 - Calcolo delle fasce di rispetto nel caso di nuovo elettrodotto

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
RELAZIONE GENERALE	Codice documento <i>AMV0546_F0.doc</i>	Rev <i>F0</i>	Data <i>31/05/2012</i>	

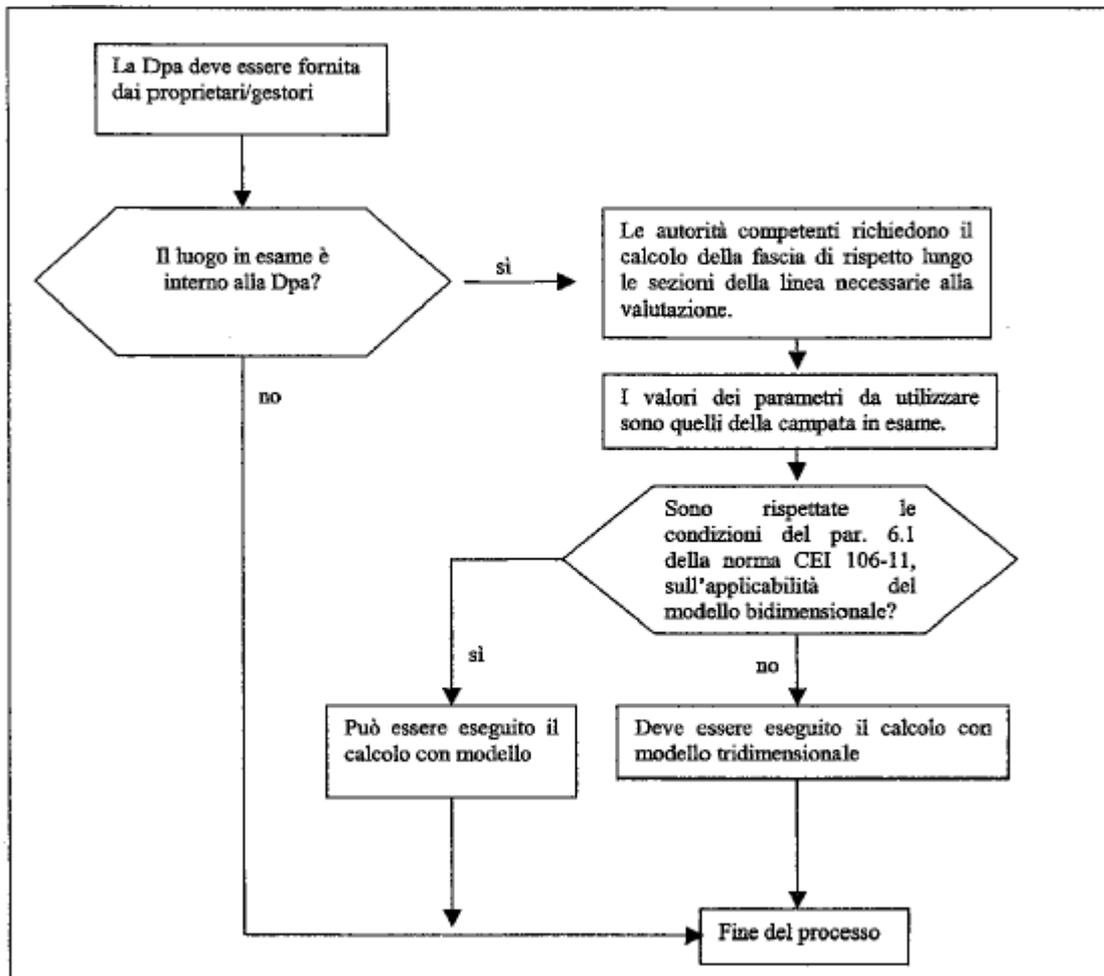


Figura 1.2 - Valutazione del rispetto delle distanze dagli elettrodotti da parte di luoghi destinati a permanenza prolungata maggiore di 4 ore di nuova progettazione



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

## 2 Quadro di riferimento ambientale

### 2.1 Sorgenti di emissione

#### 2.1.1 Premessa

Dal punto di vista strettamente ambientale le sorgenti di radiazioni non ionizzanti si possono dividere in due tipologie:

- Sorgenti legate alla produzione, al trasporto e alla distribuzione di energia elettrica, quali elettrodotti, sottostazioni (cabine primarie) e cabine elettriche. Sono sorgenti di campi a basse frequenze (ELF) e nella stragrande maggioranza dei casi alla frequenza di rete (50 Hz).
- Sorgenti legate alla trasmissione/ricezione d'informazione via etere, quali antenne radiotelevisive, antenne per telefonia mobile, radar, ecc... Sono sorgenti di campi ad alta frequenza (RF).

I due range di frequenza vengono trattati distintamente in coerenza con la normativa corrente, con la tipologia di sorgente e con le caratteristiche del campo. Si definisce infatti "campo vicino" una regione dello spazio, le cui dimensioni dipendono dalla frequenza della sorgente, nei pressi della sorgente stessa. In tale regione, dell'ordine di grandezza della lunghezza d'onda del campo, il campo elettrico e il campo magnetico appaiono come due entità fisiche indipendenti. Questo è il caso dei ricettori esposti a campi a basse frequenze (alla frequenza di rete di 50 Hz, corrisponde una lunghezza d'onda di 6000 km). Oltre quest'area si entra nella regione di "campo lontano", dove l'intensità di campo magnetico e di campo elettrico sono legati da proporzionalità costante ( $E=377H$ , con E misurato in V/m e H misurato in A/m). Questo è il caso in genere delle alte frequenze, considerando che le trasmissioni radio viaggiano intorno ai 100 MHz, pari a lunghezza d'onda di qualche metro, mentre le antenne dei cellulari in genere trasmettono tra i 900 e i 2200 MHz (lunghezza d'onda di poche decine di centimetri).

In generale le sorgenti sono contraddistinte da concentrazioni correlate alla densità di urbanizzazione e alle caratteristiche morfologiche del territorio: gli elettrodotti ad alta tensione convergono verso le aree industriali e residenziali dove, in corrispondenza di sottostazioni elettriche, si dipartono le linee di distribuzione aeree o interrate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Le antenne e i ripetitori sono generalmente localizzati in posizioni strategiche dal punto di vista della possibilità di captare e trasmettere i segnali, anche in questo caso in funzione del livello di copertura territoriale da garantire.

I sopralluoghi alle aree di studio hanno permesso la localizzazione e il riconoscimento delle principali sorgenti di emissione, nel seguito riportate in termini di caratteristiche generali e di dati specifici, qualora disponibili. Vengono inoltre riportate le fotografie delle principali installazioni quali sottostazioni elettriche, elettrodotti di distribuzione, antenne, stazioni radio-TV, ecc.

La localizzazione e tipizzazione delle sorgenti CEM a bassa frequenza e alta frequenza nelle aree interessate dai nuovi collegamenti stradali e ferroviari è contenuta nelle Tavole grafiche in scala 1.10.000 "Planimetria localizzazione delle sorgenti".

### 2.1.2 Elettrodotti e Sottostazioni Elettriche

L'energia elettrica viene trasportata alla frequenza nominale di 50 Hz e scorre attraverso terne di conduttori nudi in alluminio-acciaio sostenuti da tralicci metallici.

L'utilizzo della corrente alternata deriva dal fatto che i generatori, per convenienza economica e semplicità costruttiva, producono con maggiore facilità corrente alternata, quindi l'utilizzo della stessa corrente alternata evita modifiche. Di maggiore interesse però è il fatto che la distribuzione in corrente alternata si è dimostrata più efficiente (minore perdita di potenza lungo la linea) della corrente continua per le trasmissioni di potenza elevata; tra i vari sistemi di trasmissione a corrente alternata, inoltre, tra quella monofase o a più fasi, si è dimostrata la particolare efficienza trasmissiva della trifase che è di gran lunga la più utilizzata date le minori dispersioni per effetto Joule (occorrono quindi sezioni di conduttore inferiori, cioè fili più piccoli); l'adozione della corrente alternata trifase permette la massima estensione delle linee di trasporto su lunghe distanze. Una caratteristica molto importante della corrente alternata, che ne giustifica in parte la affermazione dovuta alla sua versatilità di uso, è la notevole facilità a modificarla in valori di tensione o di corrente, mediante trasformatori, con perdite energetiche limitate.

Il campo elettrico emesso da tali linee è fortemente influenzato dagli ostacoli ed in particolare dalle masse metalliche presenti nella zona di influenza.

Anche la forma e l'intensità del campo magnetico nella zona adiacente l'elettrodotto è influenzata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

dagli ostacoli e dalle masse interposte, ma in questo caso è notevolmente inferiore l'effetto schermante: solo gli ostacoli di massa maggiore ed in particolare i materiali magnetizzabili (ferro) possono, se opportunamente sagomati, ridurre l'intensità del campo magnetico.

Attività	Frequenza (Hz)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
Elettrodotti a corrente alternata Da 150 KV Da 220 KV Da 380 KV	50-60	Valori sotto i conduttori 1500-2000 2000-3000 5000-6000
Stazioni di trasformazione Da 150 KV Da 220 KV Da 380 KV	50-60	Valori massimi 5000-6000 8000-10000 12000-16000
Cabina di trasformazione Da 8,4 KV Da 20 KV	50-60	Valori massimi 10-150 20-250

Tabella 2.1 – Valori di campo elettrico emesso da elettrodotti e stazioni di trasformazione

I valori tipici dell'intensità del campo elettrico misurabili ponendosi nei punti alla minima distanza dagli elettrodotti e dalle stazioni di trasformazione sono riportati nella **Tabella 2.1**.

In Tabella 2.1 non sono stati riportati i valori tipici dell'intensità del campo magnetico, essendo fortemente dipendenti dalla corrente che scorre nei conduttori.

Le configurazioni geometriche tipiche dei conduttori e delle strutture di sostegno utilizzate nelle linee ad alta tensione sono visualizzate in **Figura 2.1** con riferimento alle linee 380 V, 220 kV, 132 kV. La Figura contiene inoltre l'andamento del campo elettrico a 1 m da terra, calcolato nella sezione trasversale delle linee stesse in corrispondenza della minima distanza da terra dei conduttori fissata dal D.M. 16/1/91.

Come si può notare, il campo elettrico presenta un massimo nella zona sottostante la linea ma decresce abbastanza rapidamente all'allontanarsi dall'asse della linea stessa. Questi profili laterali si mantengono poi praticamente costanti nel tempo in quanto, come è noto, il campo elettrico dipende direttamente dalla tensione della linea e ne segue pertanto le modestissime variazioni. Inoltre il campo elettrico diminuisce anche con l'aumentare dell'altezza da terra dei conduttori, pertanto se ci si muove lungo una campata spostandosi dalla sezione di franco minimo verso i sostegni, per effetto dell'aumentare dell'altezza dei conduttori si avrà una diminuzione dell'intensità

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		Alternative ai siti di deposito <i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc <table border="1" data-bbox="1257 300 1437 367"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>31/05/2012</td> </tr> </table>		<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	31/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	31/05/2012						

del campo elettrico.

In **Tabella 2.2** e **Tabella 2.3** sono riportate le distanze di prima approssimazione delle principali strutture ad alta e media tensione (“Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” redatto ad opera dell’ENEL.). Dalla **Figura 2.2** alla **Figura 2.6** vengono schematizzati alcuni casi tipici.

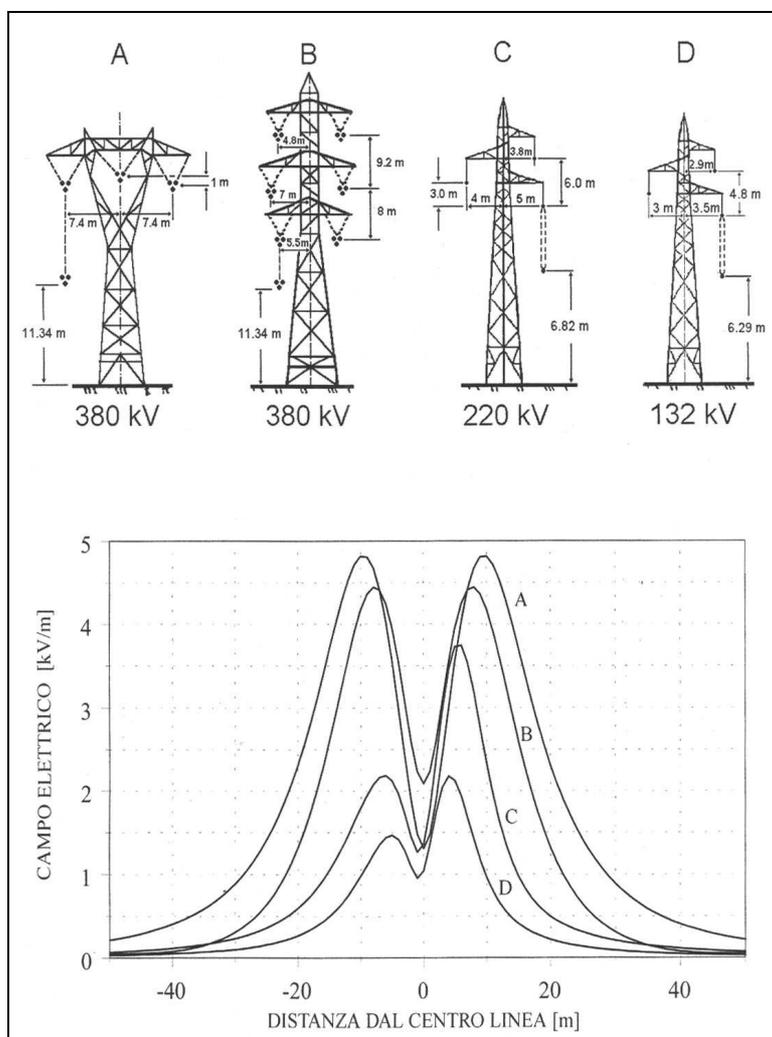


Figura 2.1 - Profili laterali del campo elettrico per quattro diverse configurazioni di linee ad alta tensione

**RELAZIONE GENERALE**

*Codice documento*

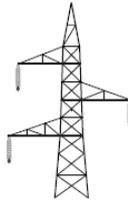
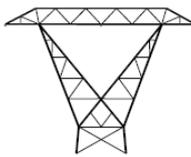
AMV0546\_F0.doc

*Rev*

F0

*Data*

31/05/2012

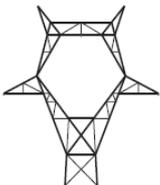
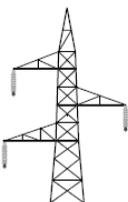
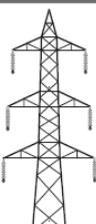
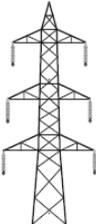
Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Semplice Terna con mensole normali (serie 132/150 kV) <u>Scheda A1</u>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	18	A1a
			444	16	A1b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	22	A1c
			675	20	A1d
Semplice Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV) <u>Scheda A2</u>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	16	A2a
			444	14	A2b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	19	A2c
			675	17	A2d
Semplice Terna a bandiera con mensole normali (serie 132/150 kV) <u>Scheda A3</u>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	21sx 14dx	A3a
			444	19sx 12dx	A3b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	25sx 18dx	A3c
			675	23sx 16dx	A3d
Semplice Terna a bandiera con mensole isolanti (serie 132/150 kV) <u>Scheda A4</u>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	17sx 13dx	A4a
			444	15sx 11dx	A4b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	20sx 16dx	A4c
			675	18sx 14dx	A4d
Tubolare Semplice Terna con mensole isolanti a triangolo (serie 132/150 kV) <u>Scheda A5</u>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	15sx 14dx	A5a
			444	13sx 12dx	A5b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	18sx 17dx	A5c
			675	17sx 15dx	A5d
Semplice Terna a Delta (serie 132/150 kV) <u>Scheda A6</u>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	24	A6a
			444	21	A6b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	28	A6c
			675	25	A6d

**RELAZIONE GENERALE**

Codice documento  
AMV0546\_F0.doc

Rev  
F0

Data  
31/05/2012

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
<b>Semplice Terna tipo portale</b> (serie 132/150 kV)  <u>Scheda A7</u>	<b>22.8 mm</b> 307.75 mm <sup>2</sup>		576	<b>16</b>	A7a
			444	<b>14</b>	A7b
	<b>31.5 mm</b> 585.35 mm <sup>2</sup>		870	<b>19</b>	A7c
			675	<b>17</b>	A7d
<b>Semplice Terna con mensole normali</b> (serie 220 kV)  <u>Scheda A8</u>	<b>22.8 mm</b> 307.75 mm <sup>2</sup>		576	<b>21sx 19dx</b>	A8a
			444	<b>18sx 17dx</b>	A8b
	<b>31.5 mm</b> 585.35 mm <sup>2</sup>		870	<b>25sx 23dx</b>	A8c
			675	<b>23sx 21dx</b>	A8d
<b>Doppia Terna con mensole normali</b> (serie 132/150 kV)  <u>Scheda A9</u>	<b>22.8 mm</b> 307.75 mm <sup>2</sup>		576	<b>26</b>	A9a
			444	<b>23</b>	A9b
	<b>31.5 mm</b> 585.35 mm <sup>2</sup>		870	<b>32</b>	A9c
			675	<b>28</b>	A9d
<b>Doppia Terna ottimizzata con mensole normali</b> (serie 132/150 kV)  <u>Scheda A10</u>	<b>22.8 mm</b> 307.75 mm <sup>2</sup>		576	<b>18</b>	A10a
			444	<b>16</b>	A10b
	<b>31.5 mm</b> 585.35 mm <sup>2</sup>		870	<b>22</b>	A10c
			675	<b>20</b>	A10d
<b>Doppia Terna con mensole isolanti</b> (serie 132/150 kV)  <u>Scheda A11</u>	<b>22.8 mm</b> 307.75 mm <sup>2</sup>		576	<b>21</b>	A11a
			444	<b>18</b>	A11b
	<b>31.5 mm</b> 585.35 mm <sup>2</sup>		870	<b>26</b>	A11c
			675	<b>23</b>	A11d
<b>Doppia Terna ottimizzata con mensole isolanti</b> (serie 132/150 kV)  <u>Scheda A12</u>	<b>22.8 mm</b> 307.75 mm <sup>2</sup>		576	<b>16</b>	A12a
			444	<b>14</b>	A12b
	<b>31.5 mm</b> 585.35 mm <sup>2</sup>		870	<b>19</b>	A12c
			675	<b>17</b>	A12d

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

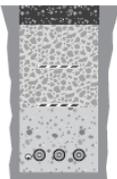
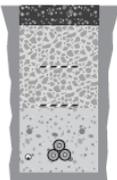
Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
<b>Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV)</b>  <b>Scheda A13</b>	22.8 mm 307.75 mm <sup>2</sup>		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm <sup>2</sup>		870	27	A13c
			675	23	A13d
<b>CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV)</b>  <b>Scheda A14</b>	108 mm 1600 mm <sup>2</sup>		1110	5.10	A14
<b>CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV)</b>  <b>Scheda A15</b>	108 mm 1600 mm <sup>2</sup>		1110	3.10	A15
<b>CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA</b>  <b>Scheda A16</b>	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	

Tabella 2.2 – DPA per le principali sorgenti ad alta tensione

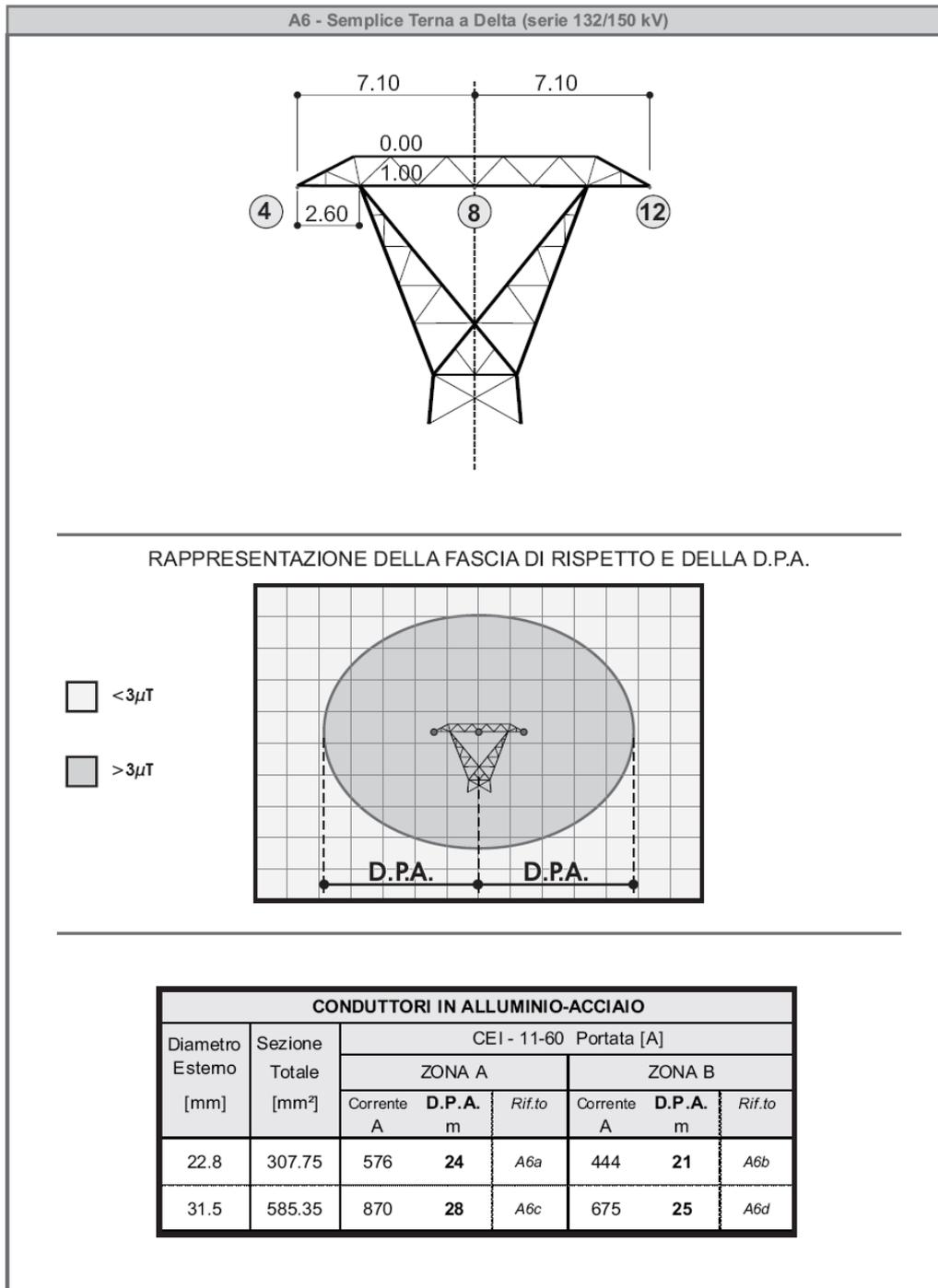
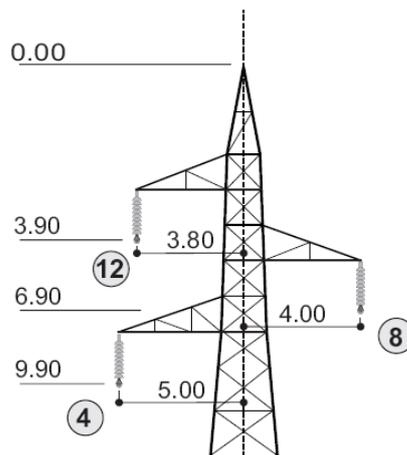
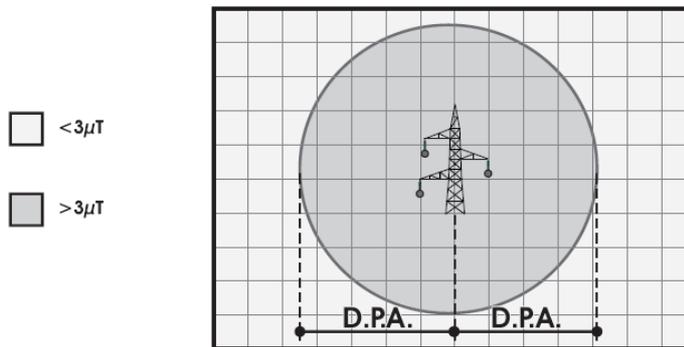


Figura 2.2 – Schema e DPA di elettrodotto AT a semplice terna a delta

A8 - Semplice Terna con mensole normali (serie 220 kV)



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



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO							
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm <sup>2</sup> ]	CEI - 11-60 Portata [A]					
		ZONA A			ZONA B		
		Corrente A	D.P.A. m	Rif.to	Corrente A	D.P.A. m	Rif.to
22.8	307.75	576	21sx 19dx	A8a	444	18sx 17dx	A8b
31.5	585.35	870	25sx 23dx	A8c	675	23sx 21dx	A8d

Figura 2.3 – Schema e DPA di elettrodotto AT a semplice terna a mensole normali

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012
Alternative ai siti di deposito				

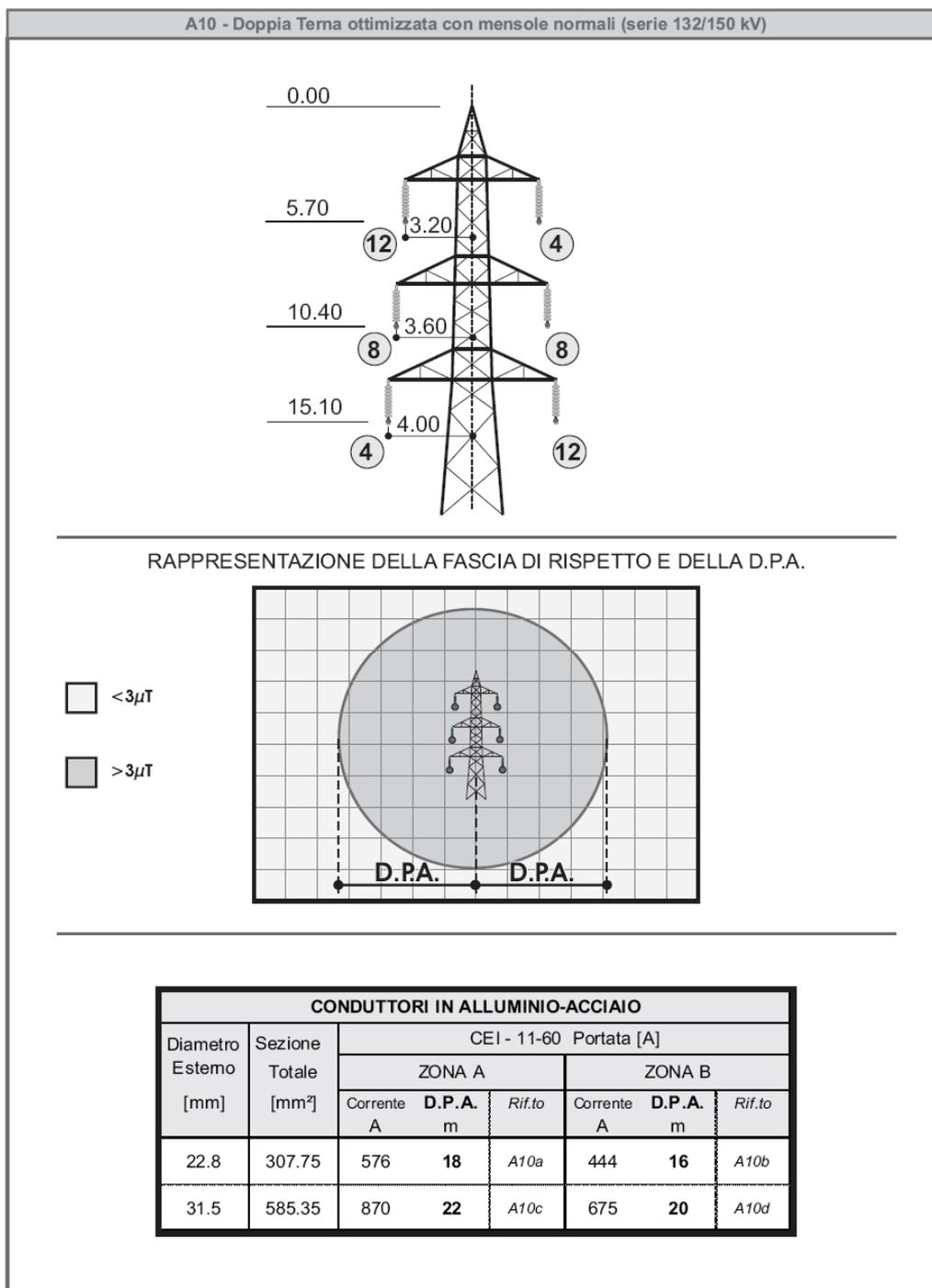
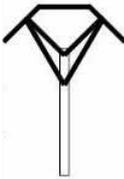


Figura 2.4 – Schema e DPA di elettrodotto AT a semplice terna a mensole normali

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente (A)	DPA (m)	Rif.to
Semplice terna con isolatori rigidi <u>Scheda B1</u>	Alluminio 3 x 30 mm <sup>2</sup>		100	4	B1a
	Rame 3 x 25 mm <sup>2</sup>		140	4	B1b
Semplice terna Mensola boxer <u>Scheda B2</u>	Rame 3 x 25 mm <sup>2</sup>		140	5	B2a
	Rame 3 x 35 mm <sup>2</sup>		190	6	B2b
	Alluminio 3 x 60 mm <sup>2</sup>		210	6	B2c
Semplice terna con isolatori sospesi <u>Scheda B3</u>	Rame 3 x 35 mm <sup>2</sup>		190	6	B3a
	Alluminio 3 x 60 mm <sup>2</sup>		210	7	B3b
	Alluminio/Acciaio 3 x 150 mm <sup>2</sup>		350	8	B3c
Semplice terna con isolatori sospesi su traliccio <u>Scheda B4</u>	Rame 3 x 35 mm <sup>2</sup>		190	8	B4a
	Alluminio 3 x 60 mm <sup>2</sup>		210	8	B4b
	Alluminio/Acciaio 3 x 150 mm <sup>2</sup>		350	10	B4c
Semplice terna a bandiera <u>Scheda B5</u>	Rame 3 x 35 mm <sup>2</sup>		190	3/5	B5a
	Alluminio 3 x 60 mm <sup>2</sup>		210	4/6	B5b
	Alluminio/Acciaio 3 x 150 mm <sup>2</sup>		350	5/7	B5c

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

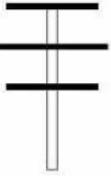
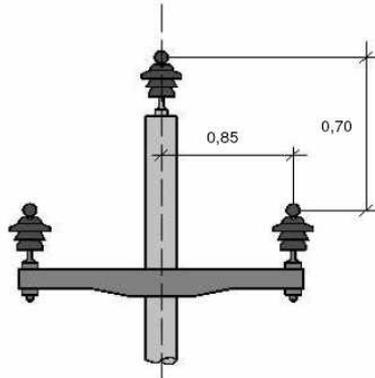
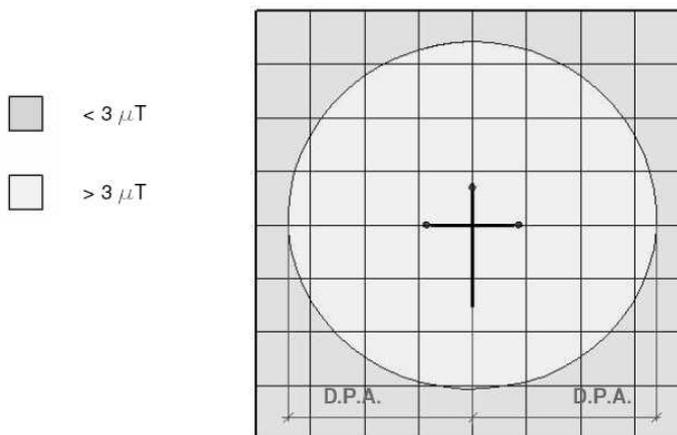
Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente (A)	DPA (m)	Rif.to
Semplice terna Capolinea in amarro <u>Scheda B6</u>	Rame 3 x 25 mm <sup>2</sup>		140	5	B6a
	Alluminio 3 x 30 mm <sup>2</sup>		100	4	B6b
	Rame 3 x 35 mm <sup>2</sup>		190	6	B6c
	Alluminio 3 x 60 mm <sup>2</sup>		210	6	B6d
	All/Acciaio 3 x 150 mm <sup>2</sup>		350	7	B6e
Posto di Trasformazion e su Palo Alimentazione da linea in conduttori nudi <u>Scheda B7</u>	Conduttori nudi di sezione qualsiasi		Massimo trasformatore installabile: 160 KVA  Massima corrente BT: 231 A	< distanze parti attive previste D.M. 449/1988	-
Posto di Trasformazion e su Palo Alimentazione in cavo ad elica visibile <u>Scheda B8</u>	Cavo ad elica visibile di sezione qualsiasi		Massimo trasformatore installabile: 160 KVA  Massima corrente BT: 231 A	< distanze parti attive previste D.M. 449/1988	-
Doppia terna con isolatori sospesi non ottimizzata <u>Scheda B9</u>	Rame 6 x 35 mm <sup>2</sup>		190	8	B9a
	Alluminio 6 x 60 mm <sup>2</sup>		210	9	B9b
	All/Acciaio 6 x 150 mm <sup>2</sup>		350	11	B9c
Cabina secondaria di tipo box o similari, alimentata in cavo sotterraneo <u>Scheda B10</u>	Dimensioni mediamente di (4,0 x 2,4) m - altezze di 2,4 e 2,7 m ed unico trasformatore		Trasformatore 250 KVA	1,5	B10a
			Trasformatore 400 KVA	1,5	B10b
			Trasformatore 630 KVA	2	B10c

Tabella 2.3 – DPA per le principali sorgenti a media tensione

**B1 – SEMPLICE TERNA CON ISOLATORI RIGIDI – TENSIONE 15 KV O 20 KV**



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

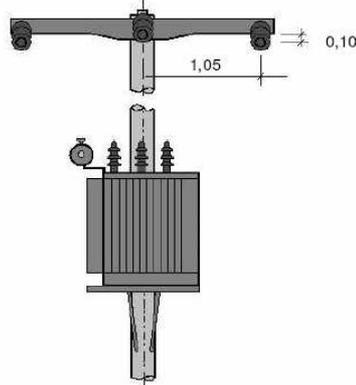


**CONDUTTORI**

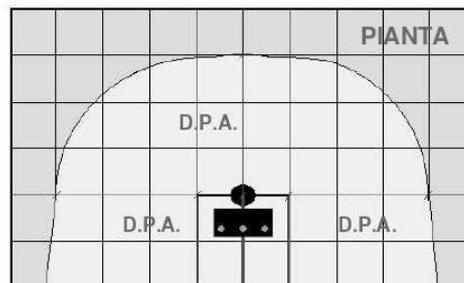
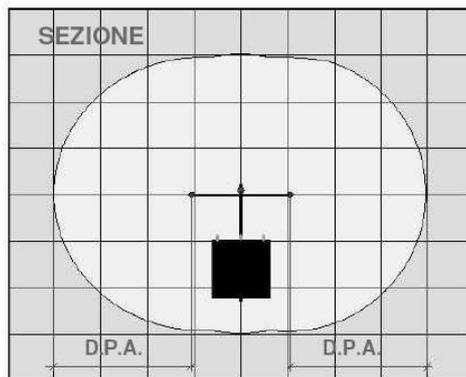
MATERIALE	DIAMETRO	SEZIONE	I MAX ESERCIZIO NORMALE	DPA	RIF.TO
Alluminio	6,50 mm	30 mm <sup>2</sup>	100 A	4 metri	B1a
Rame	6,42 mm	25 mm <sup>2</sup>	140 A	4 metri	B1b

Figura 2.5 – Schema e DPA di elettrodotto a MT a semplice Terna

**B7 – POSTO DI TRASFORMAZIONE SU PALO – ALIMENTAZIONE DA LINEA IN CONDUTTORI NUDI –  
TENSIONE 15 KV O 20 KV**



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



$< 3 \mu T$

$> 3 \mu T$

**CONDUTTORI**

MATERIALE	DIAMETRO	SEZIONE	I MAX ESERCIZIO NORMALE	DPA
/	/	/	Massima corrente BT: 231 A	< distanze parti attive previste D.M. 449/1988*

POTENZA MASSIMA INSTALLABILE DEL TRASFORMATORE 160 KVA

\*  $3 \text{ m} + 0,01 \text{ m/KV}$  – Ad esempio per MT 15 KV DPA = 3,15 m

Figura 2.6 – Schema e DPA di posto di trasformazione su palo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.1.3 Stazioni radio - TV e stazioni radio base

#### 2.1.3.1 Antenne radio televisive

Un'antenna trasmittente si può definire come un trasduttore, che svincola l'energia RF prodotta da un generatore, dalla linea di collegamento tra il generatore e l'antenna e la trasforma in un'onda e.m. libera nello spazio.

I sistemi di trasmissione radiotelevisiva sono costituiti da impianti di varia grandezza e potenza, che può arrivare anche a centinaia di kW per gli impianti di trasmissione radiotelevisiva a copertura nazionale o internazionale.

Gli impianti sono normalmente installati su tralicci metallici in posizione sopraelevata rispetto al suolo o, più raramente, su tetti di edifici (televisioni e radio private).

Un'antenna trasmittente per la radiodiffusione TV circolare deve essere in generale omnidirezionale, tale cioè da irradiare il più uniformemente possibile in tutte le direzioni.

Per il servizio radiofonico in modulazione di ampiezza possono essere utilizzate le seguenti bande di frequenza:

- 0.155-0.286 MHz (onde lunghe)
- 0.525-1.605 MHz (onde medie)
- 3.950-21.100 MHz (onde corte)

Per la modulazione di frequenza (FM): 87.5-108 MHz

Il servizio televisivo è invece trasmesso sulle seguenti bande di frequenza:

- Banda I e III: 47-230 MHz (VHF)
- Banda IV e V: 470-862 MHz (UHF)

Per gli impianti a basse frequenze di trasmissione è importante che la stazione abbia a disposizione del terreno libero da ostacoli per avere una buona propagazione delle onde di terra.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.1.3.2 Ponti radio

I ponti radio hanno lo scopo di collegare due punti lontani tra di loro a distanza visiva e senza ostacoli intermedi. Sono utilizzati in alternativa alla posa di cavi per la trasmissione di dati e telefonia.

In generale i sistemi sono unidirezionali: un'antenna trasmette i segnali verso la seconda antenna che ha il solo compito di ricevere tali dati. Esistono però anche sistemi bidirezionali quali ad esempio quelli utilizzati per l'automazione, il monitoraggio ed il controllo a distanza degli impianti.

I ponti radio si classificano, in base al tipo di modulazione, in analogici e numerici; utilizzano, per le trasmissioni, frequenze nel campo dei GHz e quindi lunghezze d'onda dell'ordine del centimetro, per cui le antenne impiegate sono necessariamente del tipo parabolico e le horn.

Le antenne più frequentemente utilizzate sono le horn e le parabole circolari; le caratteristiche principali delle antenne utilizzate sono:

- un'alta direzionalità del fascio principale (la maggior parte dell'energia irradiata è concentrata in 2,5° o meno);
- un'alta stabilità e assenza di interferenze nel collegamento;
- un elevato guadagno (dell'ordine dei 40-50 dB).

I ponti radio vengono usati per usi telefonici, televisivi, radiofonici, musicali e per trasmissione dati.

### 2.1.4 Sistema di controllo del traffico marittimo VTS (Vessel Traffic Services)

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con apposito Decreto (28 gennaio 2004) ha implementato un sistema di controllo del traffico marittimo denominato VTS (Vessel Traffic Services).

Tale sistema è costituito da centri operativi lungo le coste italiane, che elaborano e controllano in tempo reale i dati che provengono da diverse postazioni di controllo del traffico marittimo. Tale postazioni, automatiche, sono essenzialmente costituite da un antenna radar che lavora nella banda 9.3-9.5 GHz con una potenza di picco di 50 kW per l'individuazione delle unità navali.

Il sistema è dotato anche di antenna radio con sistema VHF/AIS, che trasmette sulle due frequenze AIS1 (161,975 MHz) e AIS2 (162,205 MHz). Il sistema AIS è inserito nei protocolli di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

navigazione internazionale per consentire l'identificazione automatica dell'unità navale che sta transitando. In **Figura 2.7** sono riportati le tre postazioni VTS che controllano il traffico marittimo attraverso lo stretto di Messina (fonte: Autorità Marittima della Navigazione dello Stretto di Messina).

Si ricorda che dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, i radar emettono campi elettromagnetici molto potenti a frequenze molto elevate. Tuttavia sono poco impattanti in quanto non sono continui ma intermittenti (l'antenna ruota) ed il loro raggio di azione ha un angolo molto stretto.

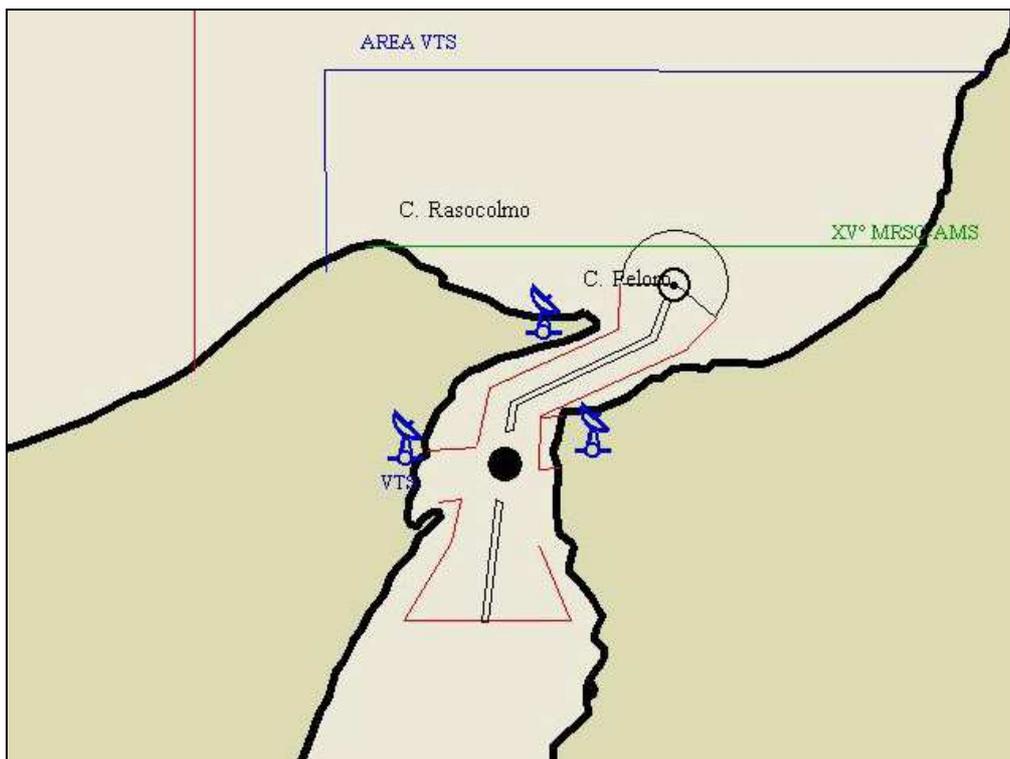


Figura 2.7 – Localizzazione postazioni VTS sullo stretto

### 2.1.5 Antenne telefonia mobile cellulare

I parametri fondamentali che guidano l'installazione di un'antenna per la telefonia mobile sono i seguenti (**Figura 2.8**):

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

- la distanza tra la base del palo e la base dell'abitazione;
- l'altezza dell'antenna, cioè l'altezza del palo dove viene appesa l'antenna;
- l'altezza dell'abitazione;
- il tilt dell'antenna, ovvero l'inclinazione dell'antenna misurata in gradi con cui l'antenna emette il segnale rispetto all'orizzontale.

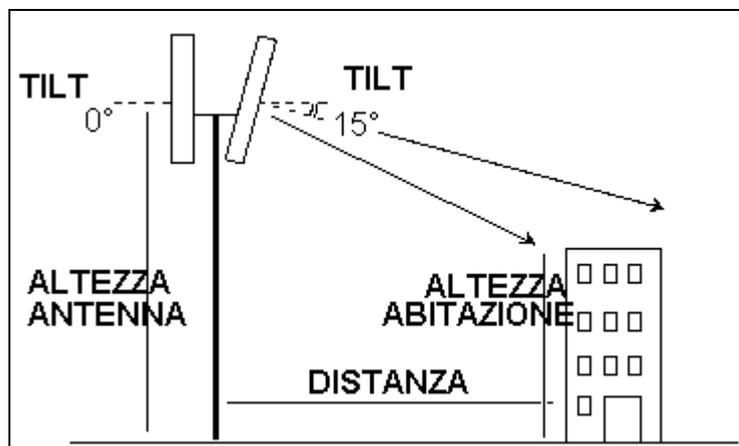


Figura 2.8 - Grandezze caratteristiche dell'installazione di un'antenna

Da tutte queste grandezze dipende il valore dell'inquinamento elettromagnetico. Si fa notare che in una rete radiomobile cellulare, ad una maggiore concentrazione di antenne o stazioni radio base, corrispondente ad una riduzione della cella di copertura, corrisponde un minor rischio elettromagnetico per via della diminuzione di potenza elettromagnetica di emissione necessaria all'antenna trasmittente per coprire la cella ad estensione minore.

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei sistemi di telefonia mobile attualmente utilizzati, ricordando che il vecchio sistema TACS ha definitivamente smesso di trasmettere il 31 dicembre 2005.

Nella **Figura 2.9** e nella **Figura 2.10** è schematizzato lo spettro elettromagnetico, con particolare riferimento alle bande di frequenza in cui rientrano i vari sistemi di telefonia mobile.

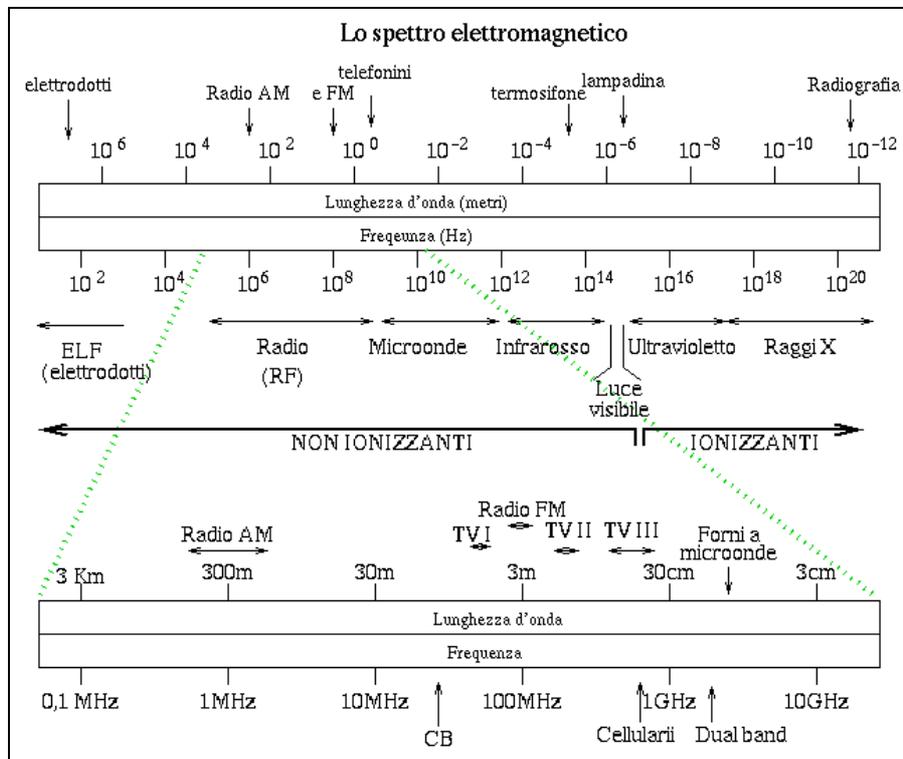


Figura 2.9 – Spettro elettromagnetico

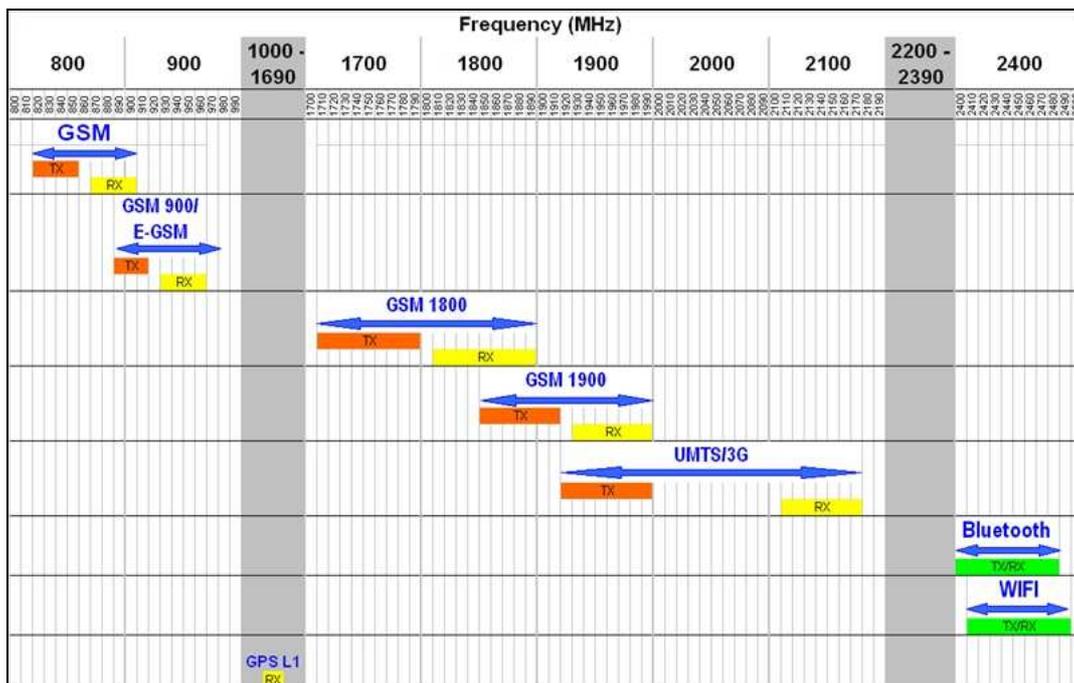


Figura 2.10 – Frequenze dei sistemi di telefonia mobile

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.1.5.1 Sistema GSM (telefonia mobile 2G)

Il sistema GSM (Global System for Mobile Communication) è lo standard europeo per la trasmissione digitale per la telefonia cellulare ancora oggi più diffuso al mondo. Il sistema permette di accedere al servizio con lo stesso telefono cellulare in tutti i paesi che aderiscono allo standard. Tale sistema è composto da una rete di stazioni radio base (BTS – Base Transceiver Station) distribuite sul territorio.

Ogni stazione radio base si occupa della trasmissione e ricezione dei segnali provenienti dai cellulari, della modulazione e demodulazione, della codifica del segnale, della trasmissione del segnale di controllo e dell'assegnazione del canale di trasmissione ai terminali mobili (cellulari).

La banda di frequenza occupata dal sistema GSM va da 935 MHz a 960 MHz per la trasmissione dalla stazione radio base fissa al terminale mobile e da 890 MHz a 915 MHz per la trasmissione da terminale mobile a stazione fissa. Questi intervalli di frequenze sono suddivisi in segmenti di banda con larghezza tipica di 200 kHz, pertanto si hanno 124 canali nella banda di trasmissione da stazione radio base verso i terminali mobili e 124 canali per la trasmissione dei dati da terminali mobili a stazione radio base fissa.

A seconda del raggio di copertura e dalla densità di popolazione, i canali di trasmissione presentano caratteristiche di potenza variabili da 1 W fino a 100 W. In particolare, all'aumentare dell'utenza, i sistemi a celle vengono sostituiti da impianti a microcelle caratterizzate da una potenza per ogni canale inferiore a 1 W ma in grado di intensificare il numero di canali di trasmissione a disposizione dell'utente per sfruttare più efficacemente le bande di frequenza a disposizione. Per quanto riguarda i terminali mobili, la potenza varia da 0,8 a 20 W ed è suddivisa in 5 classi di potenza.

Tale sistema è stato successivamente integrato con il GSM 1800, in cui la banda di frequenza assegnata va da 1835 MHz a 1880 MHz per la stazione dalla stazione radio base fissa al terminale mobile e da 1740 MHz a 1785 MHz per la trasmissione da terminale mobile a stazione radio base fissa. Questi intervalli di frequenza sono utilizzati suddividendoli in segmenti di banda con larghezza tipica di 200 kHz. In questo caso, dunque, si hanno 224 canali nella banda di trasmissione da stazione radio base verso i terminali mobili ed altri 224 per la trasmissione da terminali mobili a stazione radio base fissa.

Il sistema di trasmissione è simile al GSM 900. La potenza massima di trasmissione del singolo canale di una stazione radio base fissa è di circa 5 – 15 W, mentre per il terminale mobile varia da 0,6 a 10 W ed è suddivisa in 4 classi di potenza.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.1.5.2 Sistema GPRS (telefonia mobile 2.5G)

Il General Packet Radio Service (GPRS) è il primo sistema cellulare progettato specificatamente per realizzare un trasferimento dati a commutazione di pacchetto e a media velocità su rete cellulare per agganciarsi alla rete Internet, usando i canali TDMA della rete GSM, di cui condivide le frequenze e il sistema di stazioni radio base.

Si tratta quindi di un'evoluzione o servizio aggiuntivo per il sistema GSM e per questo viene convenzionalmente definita telefonia mobile di generazione 2.5, vale a dire una via di mezzo fra la seconda e la terza generazione.

### 2.1.5.3 Sistema UMTS (telefonia mobile 3G)

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) è la tecnologia di telefonia mobile di terza generazione (3G), successore del GSM. Tale tecnologia impiega lo standard base W-CDMA come interfaccia di trasmissione, è compatibile con lo standard 3GPP.

Le applicazioni tipiche attualmente implementate, usate ad esempio dalle reti UMTS in Italia, sono tre: voce, videoconferenza e trasmissione dati a pacchetto. Ad ognuno di questi tre servizi è assegnato uno specifico transfer rate, per la voce 12,2 kb/s, 64 kb/s per la videoconferenza e 384 kb/s per trasmissioni di tipo dati (accesso al web, ecc.). In ogni caso questi valori sono decisamente superiore ai 14,4 kb/s di un singolo canale GSM.

Come altre implementazioni del W-CDMA, l'UMTS utilizza una coppia di canali a 5 MHz di larghezza di banda, uno nel range 1900 MHz per la trasmissione e uno nel range 2100 MHz per la ricezione. L'utilizzo di metodologie di rivelazione multiutente e di antenne intelligenti possono incrementare capacità e copertura. Inoltre le SRB UMTS trasmettono a una potenza inferiore di circa il 50% rispetto alle GSM. Questa caratteristica comporta l'installazione dei ponti a poca distanza uno dall'altro con la tecnica delle microcelle, con molti ripetitori a bassa potenza diffusi sul territorio.

### 2.1.6 Versante Calabria

Come indicato in premessa, dai sopralluoghi alle aree di studio, è stato possibile osservare la presenza di sorgenti di emissione in grado di provocare inquinamento elettromagnetico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

In particolare, sulla costa calabrese nel Comune di Villa S. Giovanni, oltre a linee elettriche aeree ad alta e media tensione, è presente una sottostazione Enel sul confine con il comune di Campo Calabro. Per le sorgenti ad alta frequenza si segnala, oltre alle antenne installate all'interno del perimetro della stessa sottostazione e oltre a quelle normalmente diffuse sul territorio, una discreta concentrazione di vari tipi di antenne in località Piaie.

### 2.1.6.1 Sottostazione elettrica ENEL

La sottostazione elettrica dell'ENEL è ubicata nell'area comunale di Villa S. Giovanni (RC), in via Roma, nelle immediate vicinanze dell'autostrada A3, Salerno-Reggio Calabria (da **Figura 2.11** a **Figura 2.16**) presso il confine con il comune di Campo Calabro.

Da essa parte una linea di distribuzione ad alta tensione, con una potenza nominale di 150 kV in arrivo e di 20 kV in uscita, e con una corrente di carico nominale di 500 A. Il trasformatore trifase è di tipo ONAN, con una potenza dichiarata di 25.000 kVA ed una frequenza di 50 Hz.

L'esame della documentazione fotografica e le planimetrie in scala 1:5.000, permettono di verificare la presenza di edifici residenziali adiacenti la stazione stessa, che potrebbero quindi risentire del campo elettromagnetico prodotto dai trasformatori interni la centrale, (non viene rispettata la distanza minima data dal D.P.C.M. 23 aprile 1992, "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno").

All'interno dell'area della sottostazione, si rileva inoltre l'esistenza di una struttura su cui sono posizionate antenne per la telefonia mobile GSM dual band e UMTS e dei probabili ponti radio (**Figura 2.16**). Non si rileva la presenza di edifici ad alta sensibilità, come scuole ed ospedali, in prossimità della sottostazione.



Figura 2.11



Figura 2.12



Figura 2.13



Figura 2.14



Figura 2.15



Figura 2.16

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.1.6.2 Linee elettriche ad alta tensione

Nel territorio lato Calabria interessato dagli studi è stata verificata la presenza di linee elettriche ad alta e media tensione (**Figura 2.17** e **Figura 2.18**). La morfologia prevalentemente montuosa della zona fa sì che la densità abitativa sia bassa e concentrata sulla costa. Osservando la topografia si nota dunque come la maggior parte degli elettrodotti non attraversi aree densamente abitate, se non in alcuni punti. Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche degli elettrodotti, sono note solo quelle della linea in arrivo alla sottostazione elettrica di Via Roma – Villa S. Giovanni, la quale è caratterizzata, come già detto, da una tensione nominale di 150 kV.

E' da notare inoltre che tali elettrodotti non interferiscono con la linea a media tensione della rete ferroviaria, in quanto quest'ultima percorre in galleria i tratti in coincidenza degli elettrodotti. Lo stesso discorso può essere fatto per i raccordi ferroviari in progetto, in quanto la maggior parte dei rami ferroviari si diramerà con tracciato in galleria.



Figura 2.17



Figura 2.18

### 2.1.6.3 Antenne località Piale

In località Piale (area comunale di Villa S. Giovanni (RC)) è stata rilevata una notevole concentrazione di antenne, determinata dalla posizione elevata sopra la costa calabra.

Un primo gruppo (**Figura 2.19** e **Figura 2.20**) si trova nelle immediate vicinanze dell'A3 Salerno-Reggio Calabria, all'altezza della stazione di servizio Villa S. Giovanni Est (km 482), dove si rilevano antenne per utilizzo radio televisivo e per telefonia mobile GSM dual band e UMTS sia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

sugli stessi tralicci, che su dedicati. Queste antenne non sono a stretto contatto con aree residenziali o con aree ad alta sensibilità. Su uno dei due tralicci (**Figura 2.20**) sono installate l'antenna radar e l'antenna radio VHF del sistema di controllo del traffico marittimo denominato VTS (Vessel Traffic Services) gestita dall'Autorità Marittima della Navigazione dello Stretto di Messina.

Un secondo gruppo di antenne è stato invece rilevato ad una distanza di 400 m circa dalle precedenti in direzione sud-est (da **Figura 2.22** a **Figura 2.24**). Anche in questo caso sono presenti antenne per la telefonia cellulare GSM dual band e UMTS e dei ponti radio. Non si rilevano interferenze con aree residenziali. Molto più distante nell'entroterra è presente un grosso parco antenne per trasmissione radiotv, in zona completamente disabitata (**Figura 2.23** sullo sfondo).

Nell'area edificata a destinazione d'uso residenziale sono presenti antenne per telefonia mobile GSM dual band e UMTS (**Figura 2.21**), in questo caso interferenti con la scuola e l'asilo di località Piale.



Figura 2.19



Figura 2.20

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> <i>AMV0546_F0.doc</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1267 302 1326 331"><i>Rev</i></th> <th data-bbox="1326 302 1442 331"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1267 342 1294 367">F0</td> <td data-bbox="1342 342 1442 367">31/05/2012</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	31/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	31/05/2012						
Alternative ai siti di deposito							



Figura 2.21



Figura 2.22



Figura 2.23



Figura 2.24

#### 2.1.6.4 Linea di contatto ferroviaria

La linea di contatto della linea ferroviaria corre lungo la costa calabrese (**Figura 2.25** e **Figura 2.26**). Tale linea è alimentata con corrente continua e presenta una tensione pari a 3000 V. La sua attuale posizione interseca l'asse di tracciamento del Ponte di Messina.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012



Figura 2.25



Figura 2.26

Le linee ferroviarie alimentate a corrente continua, ovvero tutte tranne le linee ad alta velocità, non rappresentano un particolare problema dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico in quanto il campo statico decade molto rapidamente con la distanza.

### 2.1.7 Versante Sicilia

I sopralluoghi svolti sul territorio di studio lato Sicilia hanno permesso di identificare alcune aree che accolgono sorgenti significative di campi elettrici e magnetici. Tali siti comprendono installazioni di antenne di varia natura, sottostazioni elettriche dell'ENEL, elettrodotti AT e MT ubicati anche nell'area urbana di Messina.

#### 2.1.7.1 Antenna località Sperone

Il primo gruppo di antenne si trova a nord della contrada Sperone (ME), nelle immediate vicinanze del tracciato previsto per il collegamento stradale al Ponte di Messina.

Dalle fotografie dell'area (**Figura 2.27** e **Figura 2.28**), si rileva la presenza di una struttura su cui sono posizionate un'antenna per la telefonia mobile GSM dual band e UMTS e dei ponti radio a microonde. Si nota inoltre la vicinanza con insediamenti abitativi ubicati immediatamente sotto la struttura, che possono quindi potenzialmente risentire dell'inquinamento elettromagnetico prodotto dall'antenna.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012



Figura 2.27



Figura 2.28

#### 2.1.7.2 Antenne a Nord del villaggio Ganzirri

A nord del villaggio Ganzirri il terreno si alza di quota fino ad un'altura che domina lo stretto. Su tale altura è stato collocato un parco antenne sia di servizio per la telefonia mobile, che per le trasmissioni radiotelevisive (**Figura 2.29**)

L'antenna più piccola è utilizzata per la trasmissione di segnali digitali radio-TV (**Figura 2.32**). Per la ricezione di questi segnali si adottano antenne paraboliche, che consentono di ricevere i deboli segnali trasmessi dal satellite su frequenze di 10-12 GHz.

Sulla struttura più elevata, si possono invece osservare dei ripetitori televisivi per la ricezione di segnali analogici (**Figura 2.30**). Le antenne riceventi sono a cortina, cioè costituiti da un insieme di conduttori filiformi di lunghezza pari a mezza lunghezza d'onda (dipoli), disposti parallelamente fra loro. Spesso sono direzionali, cioè presentano una seconda cortina di dipoli, con la funzione di riflettore, in modo tale da concentrare la capacità di ricezione in una determinata direzione.

Si segnala inoltre un'ultima antenna che trasmette per la telefonia cellulare, con sistema GSM dual band e UMTS. Sulla stessa struttura sono installate l'antenna radar e l'antenna radio VHF del sistema di controllo del traffico marittimo denominato VTS (Vessel Traffic Services) gestita dall'Autorità Marittima della Navigazione dello Stretto di Messina (**Figura 2.31**).

Di particolare importanza è il sito "Forte Spuria" (**Figura 2.33**), una fortificazione antecedente il XIX secolo, sul quale sono installate delle antenne e dei ripetitori. In tale sito si trova inoltre una stazione radiocostiera (banda di frequenza VHF).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Anche in questo caso i rilievi effettuati sul campo rivelano la vicinanza con insediamenti abitativi, che sono quindi già sottoposti al campo elettromagnetico provocato dalle attuali sorgenti di emissione presenti nella zona indagata.



Figura 2.29



Figura 2.30



Figura 2.31



Figura 2.32

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>	
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>



Figura 2.33

### 2.1.7.3 Antenne in ambito cittadino

In ambito cittadino è ormai usuale l'installazione di antenne per la telefonia mobile GSM dual band e UMTS sul tetto degli edifici più alti. Inoltre possono essere presenti pali dedicati che portano oltre alle antenne per la telefonia, antenne ponti radio (**Figura 2.34** e **Figura 2.35**).



Figura 2.34



Figura 2.35

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

#### 2.1.7.4 Sottostazioni elettriche ENEL

I sopralluoghi hanno portato ad individuare alcune sottostazioni Enel più o meno interferenti con il tracciato:

- Località Faro Superiore;
- Località Paradiso;
- Vico San Cosimo;
- Località Contesse;

Le sottostazioni presentano tipicamente un elettrodotto ad alta tensione in entrata e più elettrodotti, ad alta e media tensione in uscita. All'interno del perimetro della sottostazione sono presenti i trasformatori di tensione e molto spesso anche antenne per la trasmissione di segnali radiotelevisivo di tipo analogico e digitale, ponti radio a microonde e per la telefonia mobile.

In località Faro Superiore (**Figura 2.36** e **Figura 2.37**) la sottostazione è lontano dall'area edificata, mentre in località Paradiso (**Figura 2.38** e **Figura 2.39**) la sottostazione è collocata al limite di una zona a forte espansione edilizia.

Le sottostazioni in Vico San Cosimo (**Figura 2.40** e **Figura 2.41**) e in Località Contesse (**Figura 2.42** e **Figura 2.43**) sono invece pienamente inserite nel tessuto cittadino. In Località Contesse in particolare sono presenti anche edifici sensibili nelle vicinanze, particolarmente esposti soprattutto agli elettrodotti che servono la sottostazione.



Figura 2.36



Figura 2.37



Figura 2.38



Figura 2.39



Figura 2.40



Figura 2.41



Figura 2.42



Figura 2.43

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.1.7.5 Elettrodotti

Per quanto riguarda gli elettrodotti (da **Figura 2.44** a **Figura 2.47**), la distribuzione sul territorio, rispetto al lato Calabria, è disomogenea, in quanto si rilevano zone a maggiore densità di linee aeree e altre in cui la distribuzione è interrata. La vicinanza con le aree abitate è in questo caso maggiore in alcune zone (Contrada Marotta; località Curcuraci; Viale Giostra, località Contesse). In genere non ci sono problemi per quanto riguarda l'intersezione delle linee elettriche con il tracciato ferroviario in progetto, in quanto quest'ultimo è in galleria per la maggior parte del percorso. Potenziale punto critico può essere zona Contesse dove il tracciato è allo scoperto e si sommano gli effetti della sottostazione e dei molti elettrodotti che la servono.



Figura 2.44



Figura 2.45



Figura 2.46



Figura 2.47

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## 2.2 Dati di fonte pubblica

### 2.2.1 Versante Calabria

#### 2.2.1.1 Monitoraggio ARPA Calabria

L'ARPA Calabria, in convenzione con la Fondazione Ugo Bordoni, ha attivato a partire dal 2003 un monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici in circa 500 postazioni su tutto il territorio regionale con l'obiettivo di poter fornire agli Enti ed alla popolazione un adeguato quadro informativo, così da contribuire ad una diffusione di conoscenza sui livelli dei campi elettromagnetici presenti nell'ambiente.

Il sistema a rete di monitoraggio dei campi elettromagnetici prevede un certo numero di stazioni ricollocabili e distribuite sul territorio ed un centro di controllo regionale nel quale confluiscono i dati e viene effettuata la loro validazione (**Figura 2.48**).

Nella prima fase della sperimentazione, in considerazione del numero ridotto di centraline e delle capacità logistiche disponibili, si è ritenuto opportuno provvedere ad una indagine mirata al territorio di Catanzaro, capoluogo di Regione, il quale presenta caratteristiche morfologiche, urbanistiche e demografiche tali da essere ritenute ben rappresentative della situazione regionale. Successivamente, con la collaborazione di Amministrazioni Comunali, Aziende Sanitarie e privati cittadini, le centraline di monitoraggio sono state posizionate in numerosi punti della Regione, al fine di monitorare aree di differente tipologia (siti sensibili, aree in prossimità di impianti fissi per telefonia mobile, ecc.).

La fase sperimentale del Progetto ha avuto una durata di circa dodici mesi (a partire dal marzo 2003 fino a marzo 2004). Per tale attività sono state utilizzate complessivamente sette centraline di misura EIT EE4070 e sono stati monitorati 27 siti nella città di Catanzaro. Successivamente, dal mese di febbraio 2006 e fino a ottobre 2006 sono state portate avanti le attività della seconda fase del Progetto Nazionale su tutto il territorio regionale utilizzando complessivamente quarantadue centraline PMM 8057F e monitorando 342 siti. Infine, da novembre 2006 a marzo 2007 le attività sono state gestite direttamente da Arpacal e sono stati monitorati ulteriori 110 siti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	Codice documento <i>AMV0546_F0.doc</i>	Rev <i>F0</i>	Data <i>31/05/2012</i>	

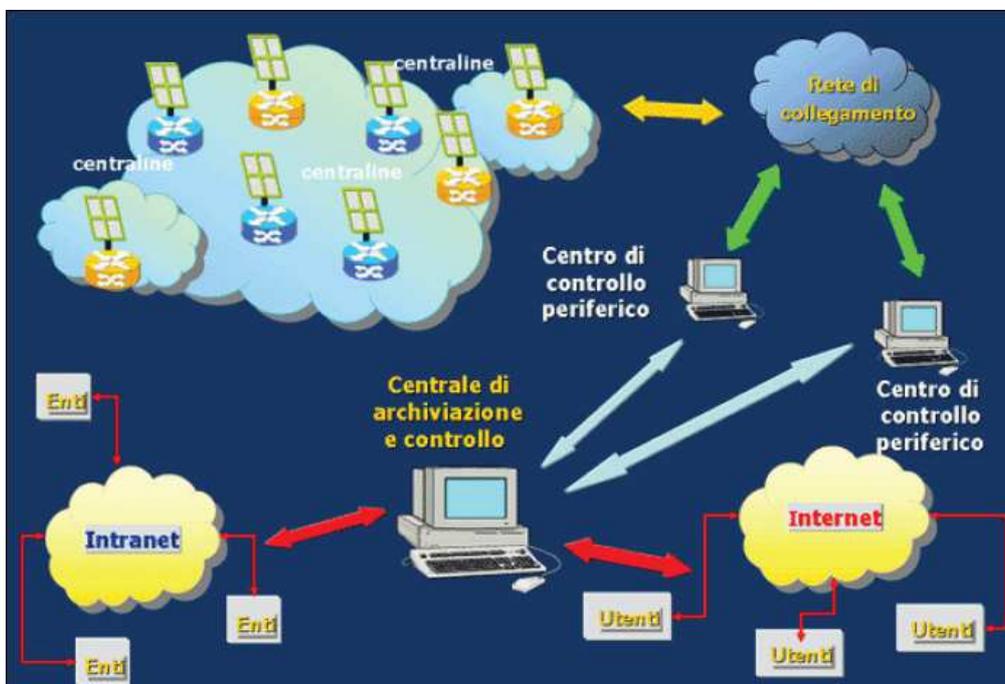


Figura 2.48 – Schema della rete di monitoraggio ARPA CALABRIA

Le centraline restituiscono il valore di campo elettrico (V/m) e consentono di acquisire i contributi da tutte le sorgenti a radiofrequenza, in particolare dagli impianti radiofonici in modulazione di ampiezza (AM) e di frequenza (FM), da quelli televisivi nelle bande VHF e UHF, dai ripetitori di telefonia cellulare nei sistemi GSM, DCS e UMTS, oltre che dagli impianti che trasmettono nelle bande riservate per i servizi pubblici. In genere sono stati acquisiti profili settimanali del valore di campo elettrico.

In **Tabella 2.4** sono riportati i siti in cui è stato registrato almeno un superamento dei valori di attenzione.

INDIRIZZO	COMUNE	PROVINCIA
Via Petrosa (Loc. Gagliano)	Catanzaro	CZ
Via Maggiore Perugino, 36	Curinga	CZ
Via Isarà, 1 (Loc. Furioso)	Staletti	CZ
Via Accademie Vibonesi	Vibo Valentia	VV
Via Accademie Vibonesi - IV Trav. 16	Vibo Valentia	VV
Via Accademie Vibonesi	Vibo Valentia	VV

Tabella 2.4 – Siti in cui è stato registrato un superamento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Nella **Tabella 2.5** si riporta il quadro riepilogativo dei siti indagati nella seconda fase del monitoraggio per ogni provincia, mentre in è presentato il dettaglio per i comuni della provincia di Reggio Calabria.

Il monitoraggio non ha evidenziato particolari emergenze dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico ad alte frequenze.

In **Figura 2.49**, **Figura 2.50** e **Figura 2.51** sono riportati i report di tre siti prossimi all'ambito di studio.

Provincia	Siti Monitorati
Cosenza	167
Catanzaro	32
Reggio Calabria	112
Vibo Valentia	39
Totale	479

Tabella 2.5 – Siti monitorati per provincia

Comune	Siti Monitorati
Bagnara Calabria	4
Bianco	2
Bova Marina	3
Bovalino	3
Brancaleone	9
Ferruzzano	2
Gioia Tauro	2
Locri	15
Mammola	4
Melito Porto Salvo	5
Palizzi	4
Palmi	4
Polistena	4
Rizziconi	3
Reggio Calabria	36
Roccella Jonica	4
Siderno Marina	8

Tabella 2.6 – Siti monitorati nei comuni della provincia di Reggio Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

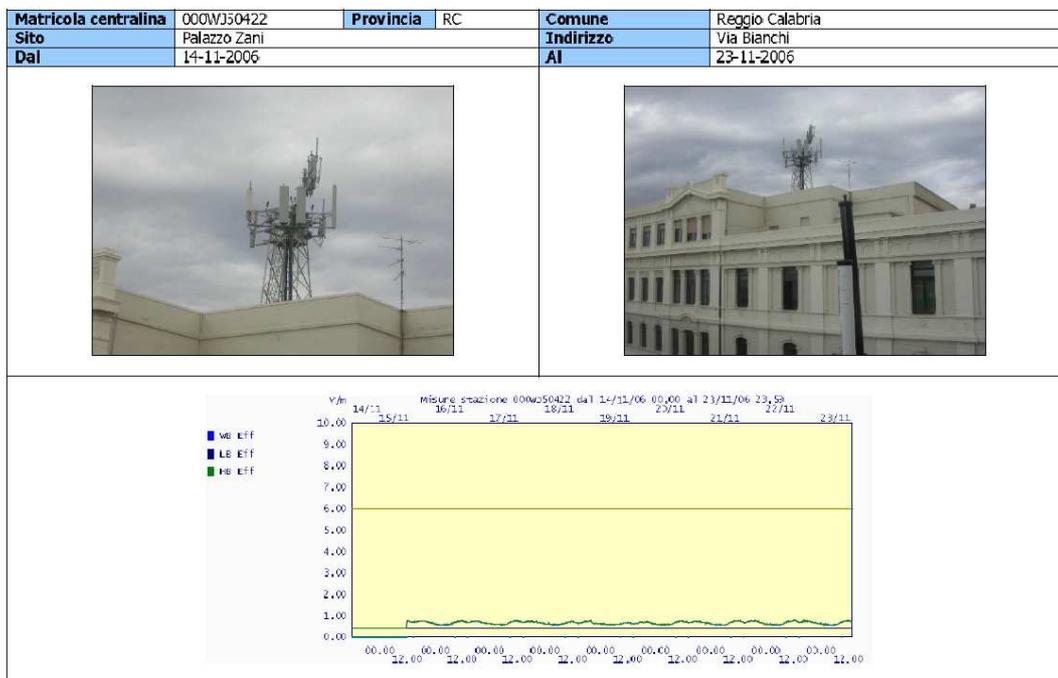


Figura 2.49 – Scheda Monitoraggio Via Bianchi – Reggio Calabria

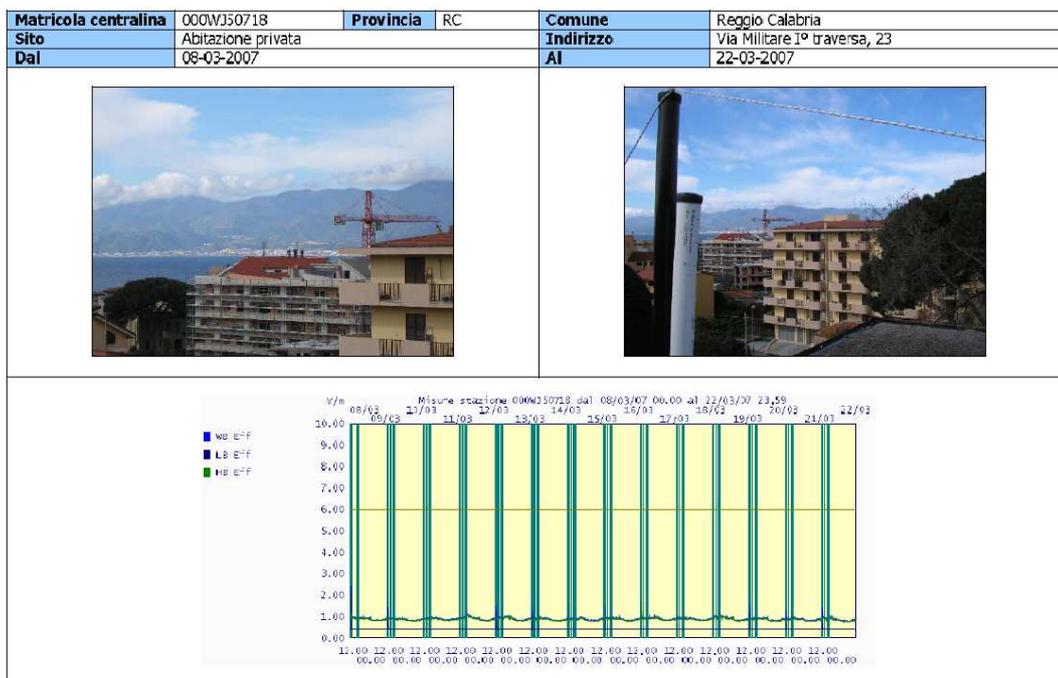


Figura 2.50 – Scheda Monitoraggio Via Militare – Reggio Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> <i>AMV0546_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>Data</i> <i>F0</i> <i>31/05/2012</i>
Alternative ai siti di deposito			

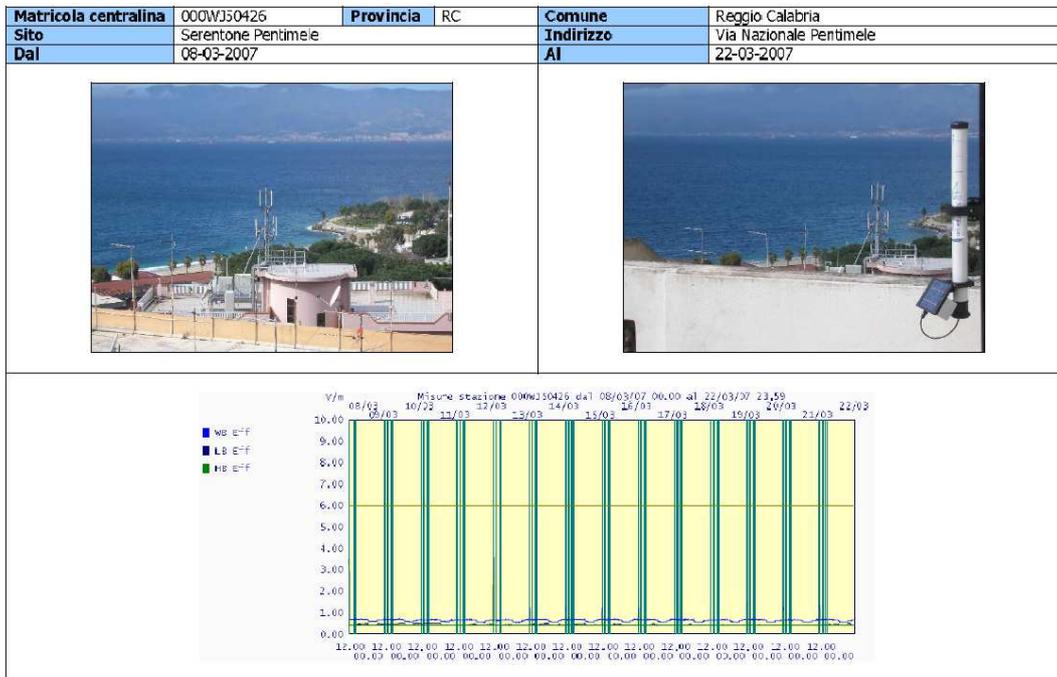


Figura 2.51 – Scheda Monitoraggio Via Nazionale Pentimele – Reggio Calabria

## 2.2.2 Versante Sicilia

### 2.2.2.1 Annuario regionale dei dati ambientali 2009 – Agenti fisici

Nel documento, redatto da ARPA Sicilia, è stata tracciata una serie di indicatori relativi alle infrastrutture fonti di emissioni di onde elettromagnetiche (impianti RTV, SRB e linee elettriche), costruendo degli indici in rapporto alla superficie territoriale e alla popolazione residente per provincia che ne subisce l’impatto a causa dell’esposizione. Inoltre è data indicazione dei superamenti dei limiti previsti dalle normative vigenti, sia nel caso dei siti di radiocomunicazione che delle linee elettriche.

I dati sulle Stazioni Radio Base delle reti di telefonia mobile sono stati aggiornati in virtù di un protocollo di intesa stipulato tra ARPA Sicilia ed i Gestori delle reti. Al contrario, non è stato possibile aggiornare gli indicatori relativi agli impianti RTV a causa della indisponibilità dei dati.

#### Densità impianti e siti per radiotelecomunicazione.

L’indicatore riporta il numero assoluto e il numero normalizzato agli abitanti e alla superficie, nonché la potenza complessiva emessa da impianti SRB normalizzata alla popolazione. Riporta

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

inoltre il numero di siti in cui sono installati gli impianti.

Le informazioni provengono dai dati forniti dalle Strutture Territoriali di ARPA Sicilia, nonché dagli Enti gestori delle infrastrutture di radiotelecomunicazione i quali in assenza di specifica norma regionale, forniscono i dati sulla base di un protocollo di intesa siglato con ARPA Sicilia. Il dato sugli abitanti è di fonte ISTAT relativo al bilancio demografico anno 2007 e popolazione residente al 31 Dicembre, le superfici regionali sono ricavate anche queste dai dati ISTAT (1998). Non è stato possibile aggiornare le informazioni relative agli impianti RTV per la non disponibilità dei dati. Nella **Tabella 2.7** si riportano i dati relativi alla provincia di Messina.

n. Impianti SRB	Impianti SRB/100 Km <sup>2</sup>	Impianti SRB/10.000 abitanti	Potenza complessiva (W)	Potenza complessiva/10.000 abitanti (W)
1083	33.35	16.56	59465	909.21

Tabella 2.7 - Numero impianti Stazione Radiobase (SRB) provincia di Messina 2008

Sviluppo in chilometri delle linee elettriche, suddivise per tensione, in rapporto alla superficie territoriale ed elenco stazioni elettriche.

L'indicatore riporta, per i diversi livelli di tensione, i chilometri di linee elettriche esistenti in valore assoluto e in rapporto alla superficie. Inoltre si riporta l'elenco delle stazioni elettriche 380/220/150 kV di proprietà TERNA.

I dati riportati riguardano le linee e le stazioni elettriche di proprietà TERNA e di proprietà ENEL distribuite e gestite da TERNA.

Nella **Tabella 2.8** si riportano i dati relativi alla provincia di Messina.

L. 150 kV [km]	L. 220 kV [km]	L. 380 kV [km]	L/S 150 kV [km <sup>-1</sup> ]	L/S 220 kV [km <sup>-1</sup> ]	L/S 380 kV [km <sup>-1</sup> ]	Superficie [km <sup>2</sup> ]
412.598	296.62	73.736	0.126	0.091	0.023	3267.333

Tabella 2.8 – Lunghezza (L) delle linee elettriche provincia di Messina 2008

Siti per radiotelecomunicazione dei quali si è riscontrato il superamento dei limiti.

L'indicatore quantifica le situazioni di non conformità rilevate dall'attività di controllo svolta dall'ARPA Sicilia sulle sorgenti di radiofrequenze (RF) presenti sul territorio (impianti radiotelevisivi – RTV e stazioni radiobase della telefonia cellulare – SRB).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

I dati presentati sono stati elaborati dalla Direzione Generale di ARPA Sicilia, sull'attività svolta dalle Strutture Territoriali ARPA Sicilia.

Non sono evidenziati superamenti nella provincia di Messina.

Nei superamenti riscontrati nel resto della regione non sono stati rilevati valori superiori ai 20 V/m. Si riscontra, raffrontando i dati del quadriennio 2006–2009, una diminuzione della percentuale di superamenti in relazione al numero di controlli.

Nella **Tabella 2.9** si riportano i dati relativi alla provincia di Messina.

Confronti RF	2006	2007	2008	2009
Superamenti	24	24	17	13
Controlli	323	346	441	436
Tasso	7.40%	6.90%	3.90%	2.98%

Tabella 2.9 – Rapporto tra numero di superamenti e numero di controlli (tasso) per gli anni 2006-2009

#### Monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici RF.

L'indicatore quantifica la risposta all'adeguamento normativo per quanto riguarda l'attività di controllo, tramite monitoraggio in continuo, nei siti ove sono presenti gli impianti di radiotelecomunicazione e descrive l'attività svolta dai Dipartimenti ARPA Provinciali (DAP) in termini di pareri preventivi e di controlli (modellistica e strumentali) sulle sorgenti di campi elettromagnetici a RF.

I dati presentati sono stati elaborati dalla Direzione Generale di ARPA Sicilia, sull'attività svolta dalle Strutture Territoriali ARPA Sicilia.

Nella **Tabella 2.10** si riportano i dati relativi al comune e alla provincia di Messina.

Sito	Ore di osservazione	Misure effettuate	Superamenti Riscontrati (>6 V/m)
Comune di Messina (1)	408	4080	-
Comune di Messina (2)	504	5040	-
Comune di Messina (3)	336	3360	-
Comune di Messina (4)	312	3120	-
Comune di Messina (5)	336	3360	-
Comune di Messina (6)	336	3360	-
Comune di Messina (7)	72	720	-
Totale provincia di Messina	21188	211880	-

Tabella 2.10 – Monitoraggio in continuo per impianti RF (2009)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### Monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici ELF.

L'indicatore quantifica la risposta all'adeguamento normativo per quanto riguarda l'attività di controllo, tramite monitoraggio in continuo, nei siti ove sono presenti elettrodotti e descrive l'attività svolta dai Dipartimenti ARPA Provinciali (DAP) in termini di pareri preventivi e di controlli (modellistica e strumentali) sulle sorgenti di campi elettrici e magnetici a ELF.

I dati presentati sono stati elaborati dalla Direzione Generale di ARPA Sicilia, sull'attività svolta dalle Strutture Territoriali ARPA Sicilia.

Nella **Tabella 2.11** si riportano i dati relativi al comune e alla provincia di Messina.

<b>Sito</b>	<b>Ore di osservazione</b>	<b>Numero di siti monitorati</b>	<b>Superamenti Riscontrati (&gt;10 µT)</b>
Comune di Messina	1248	4	-
Totale provincia di Messina	5232	15	-

Tabella 2.11 – Monitoraggio in continuo per impianti ELF (2009)

#### **2.2.2.2 Rete fissa di monitoraggio Comune di Messina**

La rete fissa di monitoraggio del Comune di Messina, denominata "Progetto Maxwell", è parte integrante del Protocollo d'Intesa del 03/07/2000 tra il Comune ed alcuni gestori della telefonia mobile. Tale progetto è stato elaborato tenendo conto del fatto che nella città di Messina non erano mai state effettuate misure a lungo termine ed in continuo dei valori del campo elettromagnetico ad alta frequenza. Il Protocollo d'Intesa del 03/07/2000, ha inoltre definito la prassi per il rilascio delle autorizzazioni alle installazioni delle stazioni radio base con particolare attenzione ai vincoli urbanistici ed ambientali.

La rete di monitoraggio permanente, tra le prime in Italia, comprenderà a regime nove centraline che permetteranno di seguire l'evoluzione della esposizione ai campi elettro-magnetici ad alta frequenza e di segnalare ovviamente il superamento dei limiti.

Attualmente sono attive 24 ore su 24 sei centraline gestite dall'Ufficio Ambiente del Comune.

La rete è composta da centraline di tipo indoor (predisposte per l'interno di locali) equipaggiate con sofisticati misuratori di campo elettromagnetici, dotati di certificati di conformità e di taratura rilasciati da centri europei specializzati ed autorizzati, in grado di rilevare in continuo i livelli del campo elettromagnetico nell'intervallo di frequenze 100 kHz - 3 GHz (radio-frequenze) e di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

trasmetterli al server remoto installato presso l'Ufficio Ambiente.

Il server remoto riceve via GSM i dati rilevati dalle centraline e permette mediante l'utilizzo di un software, dal nome EPMS-1 (Electromagnetic Permanent Monitoring System), la gestione della rete, l'elaborazione dei dati e l'autodiagnosi per l'individuazione di eventuali guasti.

SITO	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	IN FUNZIONE DA
1	Scuola Elementare "G. Mazzini"	Via Natoli, 81	2001
2	Scuola media "G. Mazzini"	Via Oratorio S. Francesco	2001
3	Scuola elementare "F. Crispi"	Via Monsignor D'Arrigo	2001
4	Scuola elementare "Montepiselli"	Via Gelone Montepiselli	2004
5	Scuola media "Tremestieri"	Loc. Tremestieri	2004
6	Scuola elementare "Beata Eustochia"	Via Fante, 18	2004

Tabella 2.12 – Siti del monitoraggio in continuo per impianti RF

In **Tabella 2.12** è indicata la localizzazione delle postazioni attualmente in funzione e l'anno di inizio monitoraggio. Nei grafici (da **Figura 2.52** a **Figura 2.57**) sono riportati gli ultimi dati mensili resi pubblici dalla Rete Civica del Comune di Messina per ogni postazione.

I grafici riportati mostrano come i valori di campo elettrico rilevati presso i vari istituti scolastici non superino mai il valore limite di 6 V/m e in ogni caso non si segnalano superamenti neanche nei mesi precedenti. Il monitoraggio di lungo periodo e in siti diversi dà ragionevole assicurazione di livelli generalmente al di sotto degli obiettivi di qualità.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

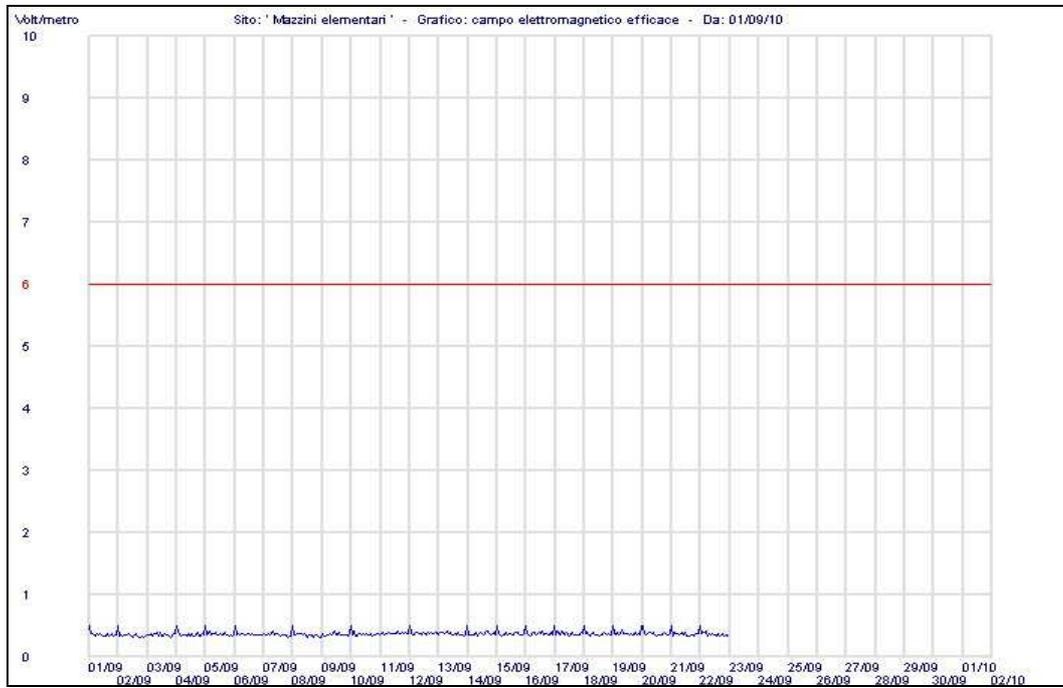


Figura 2.52 – Sito “Mazzini elementari” – Rete Civica Comune di Messina

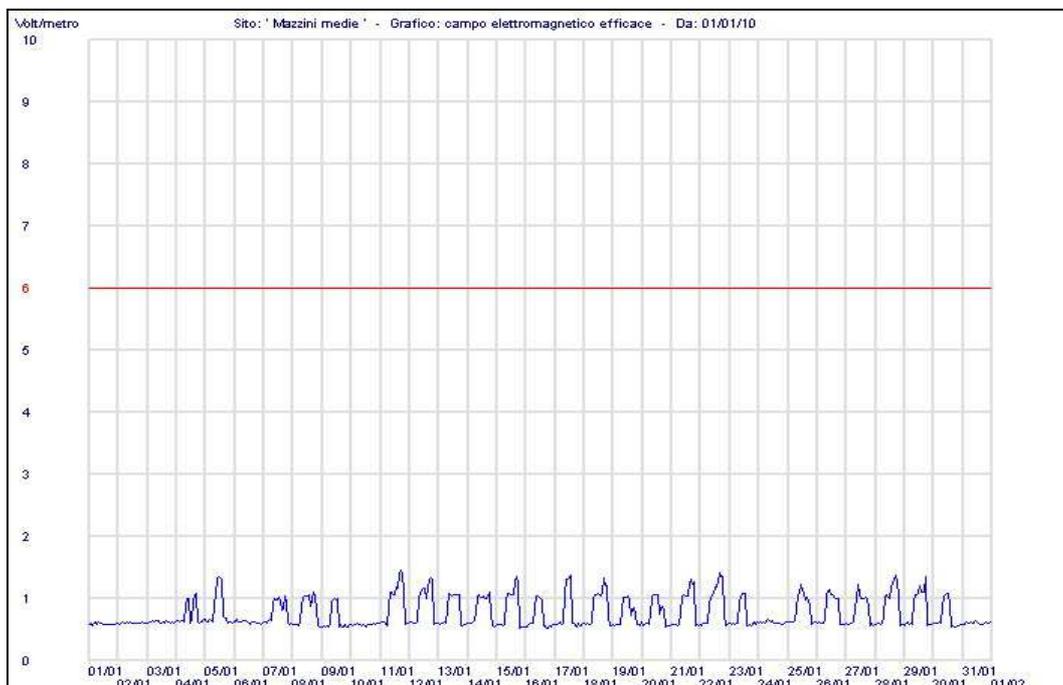


Figura 2.53 – Sito “Mazzini medie” – Rete Civica Comune di Messina

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

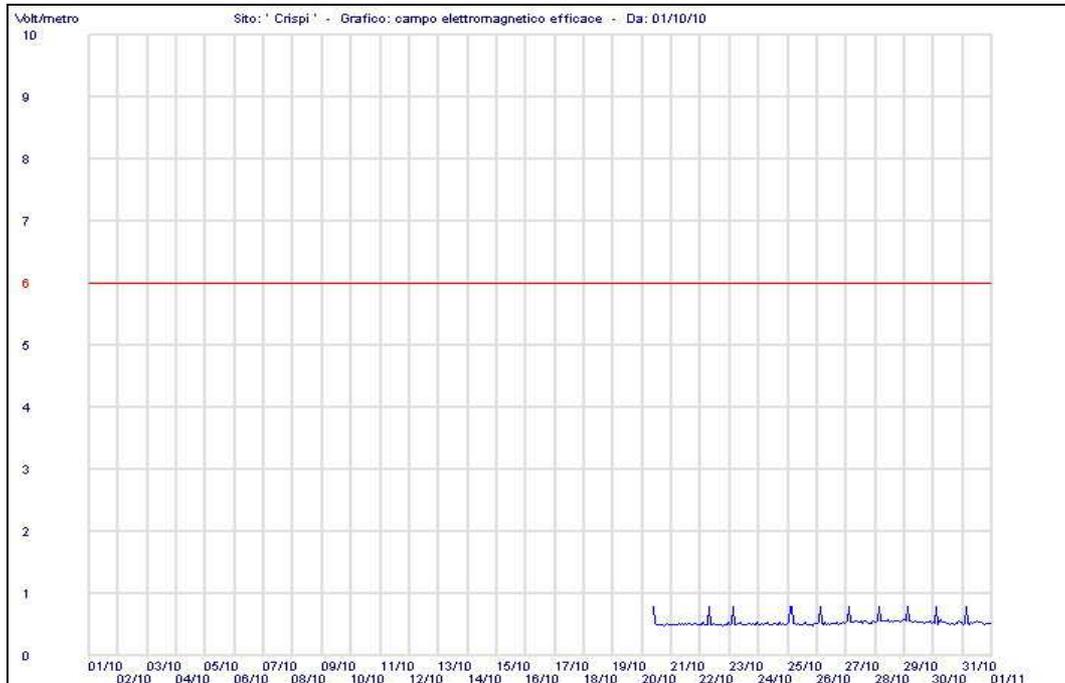


Figura 2.54 – Sito “Crispi” – Rete Civica Comune di Messina

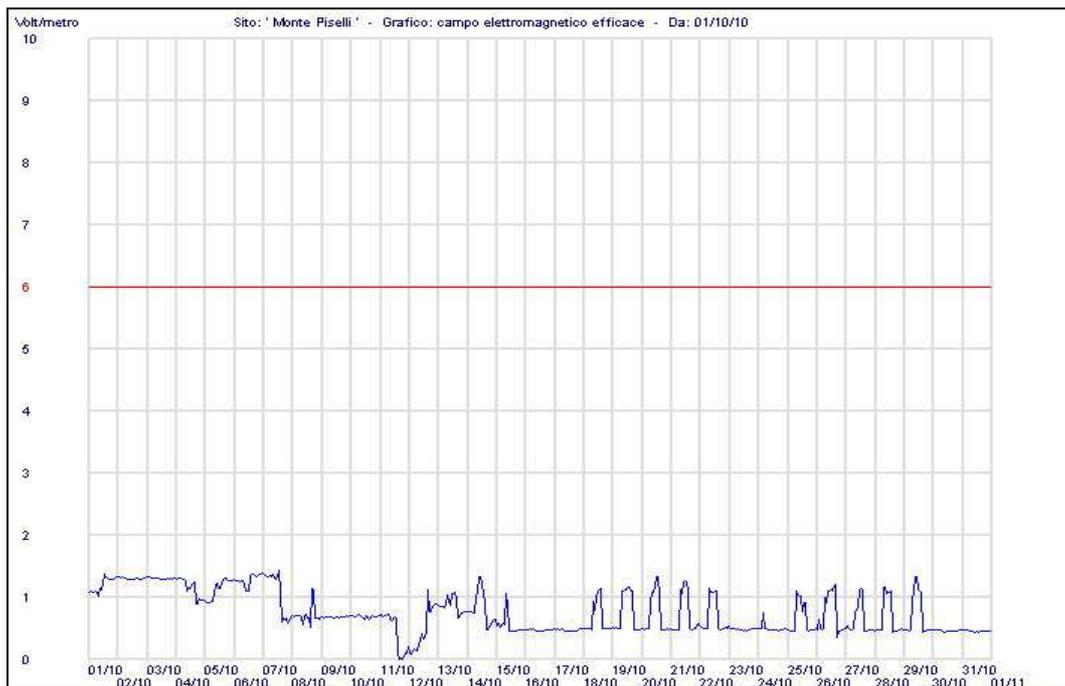


Figura 2.55 – Sito “Montepiselli” – Rete Civica Comune di Messina

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012

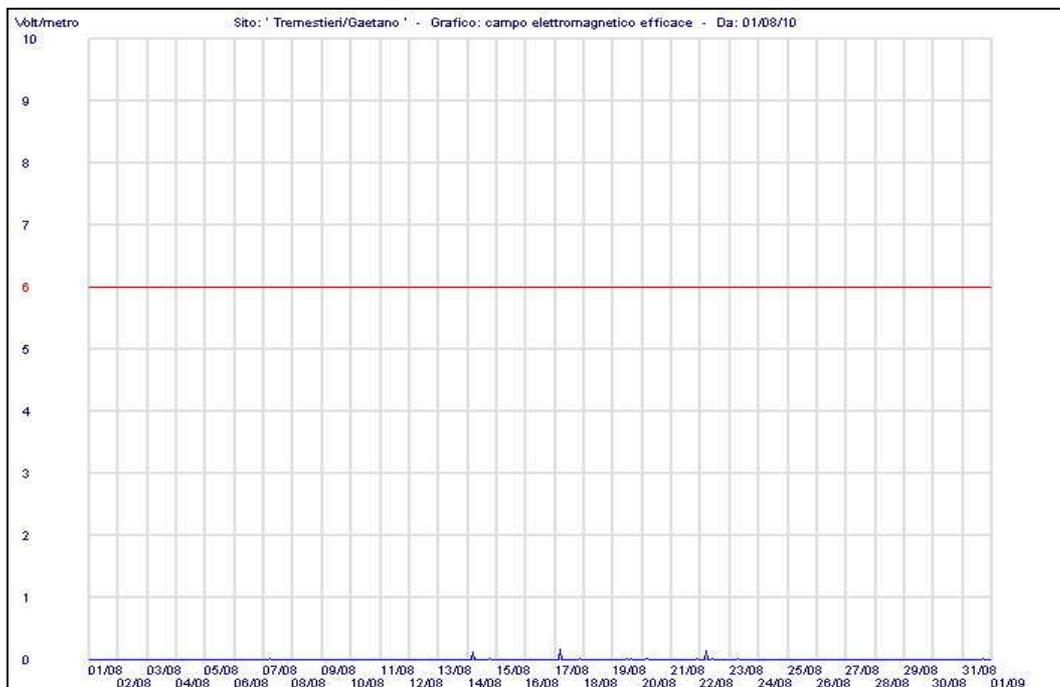


Figura 2.56 – Sito “Tremestieri” – Rete Civica Comune di Messina



Figura 2.57 – Sito “Beata Eustochia” – Rete Civica Comune di Messina

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## 2.3 Screening campi elettromagnetici

### 2.3.1 Definizione dei punti di monitoraggio

Nell'ambito della caratterizzazione ambientale relativamente alla componente campi elettromagnetici è stata realizzata una campagna di monitoraggio per un totale di 34 punti monitorati così suddivisi:

- 12 punti sul versante Calabria, di cui 11 di caratterizzazione del campo elettrico e del campo magnetico a basse frequenze (ELF) e 1 di caratterizzazione del campo elettromagnetico ad alte frequenze (RF);
- 22 punti sul versante Sicilia, di cui 18 di caratterizzazione del campo elettrico e del campo magnetico a basse frequenze (ELF) e 4 di caratterizzazione del campo elettromagnetico ad alte frequenze (RF).

La definizione della localizzazione dei rilievi è stata in prima istanza pianificata a tavolino, intersecando le informazioni cartografiche del progetto, delle sorgenti esistenti e dell'edificato interessato dall'opera.

Sul campo si è poi provveduto alla verifica delle informazioni cartografiche e alle eventuali correzioni e integrazioni della valutazione iniziale.

Sono stati eseguiti rilievi con differenti finalità e in particolare:

- definizione di un fondo ambientale in corrispondenza degli edifici massimamente interessati dalle opere in progetto che costituiranno sorgenti di campi elettromagnetici, quali le sottostazioni elettriche di alimentazione del tracciato e le cabine elettriche di servizio al ponte;
- definizione di un fondo ambientale in corrispondenza di edifici sensibili, quali soprattutto edifici scolastici dove è presente popolazione di giovane età per lunghi periodi della giornata, in prossimità dell'opera in progetto;
- caratterizzazione delle infrastrutture esistenti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica quali elettrodotti ad alta e media tensione, sia interrati che aerei, sottostazioni e cabine alta e media tensione interferenti con i tratti in superficie del tracciato.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

### 2.3.1.1 Versante Calabria

Per quel che riguarda il versante Calabria i rilievi sono essenzialmente stati finalizzati:

- alla definizione di un quadro ambientale generale relativo allo stato attuale dell'inquinamento da campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF) e da campi elettromagnetici ad alte frequenze (RF);
- alla definizione di un fondo ambientale in corrispondenza degli edifici più vicini alla sottostazione di progetto San Giovanni e alle cabine elettriche del ponte;
- alla caratterizzazione delle infrastrutture esistenti di produzione, trasporto di energia elettrica quali la sottostazione di Campo Calabro e gli elettrodotti aerei ad alta e media tensione dell'area

Punto	Comune	Coord. UTM	Finalità
P_01	Villa San Giovanni	X: 556883.601965 Y: 4231922.434870	Fondo ambientale in corrispondenza di elettrodotti BT e MT e della ferrovia costiera
P_02	Villa San Giovanni	X: 556296.994326 Y: 4231548.829430	Fondo ambientale in corrispondenza della sottostazione di progetto San Giovanni
P_03	Villa San Giovanni	X: 556504.614527 Y: 4231793.016200	Fondo ambientale in corrispondenza delle cabine elettriche di progetto del ponte
P_04	Villa San Giovanni	X: 556257.130522 Y: 4231638.008900	Caratterizzazione elettrodotto MT interrato interferente col tracciato
P_05	Villa San Giovanni	X: 556820.063079 Y: 4231024.174900	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di edifici sensibili
P_06	Villa San Giovanni	X: 556613.400171 Y: 4230124.586380	Caratterizzazione sottostazione elettrica interferente col tracciato
P_07	Villa San Giovanni	X: 556636.476887 Y: 4230207.172640	Caratterizzazione elettrodotto MT aereo interferente col tracciato
P_08	Campo Calabro	X: 556680.027613 Y: 4230175.851390	Caratterizzazione elettrodotto AT aereo interferente col tracciato
P_09	Villa San Giovanni	X: 556885.805722 Y: 4230859.722750	Caratterizzazione elettrodotto MT aereo interferente col tracciato
P_10	Villa San Giovanni	X: 556697.881299 Y: 4231422.761930	Fondo ambientale in corrispondenza del sito di progetto del centro servizi
P_11	Reggio di Calabria	X: 556799.884573 Y: 4228757.448710	Caratterizzazione elettrodotto MT aereo interferente col tracciato
P_12	Villa San Giovanni	X: 556820.547271 Y: 4231020.105340	Fondo ambientale per i campi HF in corrispondenza di edifici sensibili

Tabella 2.13 – Localizzazione punti di monitoraggio versante Calabria

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

La localizzazione dei punti è riportata in **Tabella 2.13** e nella tavola grafica “Planimetria localizzazione delle sorgenti” in scala 1:10.000.

### 2.3.1.2 Versante Sicilia

Per quel che riguarda il versante Sicilia i rilievi sono essenzialmente stati finalizzati:

- alla definizione di un quadro ambientale generale relativo allo stato attuale dell'inquinamento da campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF) e da campi elettromagnetici ad alte frequenze (RF) con particolare riferimento ad edifici sensibili, quali la Scuola per l'infanzia Sant'Agata, l'azienda ospedaliera Peparo, l'università di Messina e la Scuola S. Eustachia;
- alla definizione di un fondo ambientale in corrispondenza degli edifici più vicini alle sottostazioni di progetto Torre Faro, Sant'Agata e Contesse e alle cabine elettriche del ponte;
- alla caratterizzazione delle infrastrutture esistenti di produzione, trasporto di energia elettrica quali la sottostazione di Campo Calabro e gli elettrodotti aerei ad alta e media tensione dell'area

La localizzazione dei punti è riportata in **Tabella 2.13** e nelle tre tavole grafiche “Planimetria localizzazione delle sorgenti” in scala 1:10000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Punto	Comune	Coord. UTM	Finalità
P_13	Messina	X: 554826.348352 Y: 4235883.070660	Fondo ambientale in corrispondenza della sottostazione di progetto Torre Faro
P_14	Messina	X: 555008.568651 Y: 4235424.210900	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di edifici sensibili (Sc. Inf. S. Agata)
P_15	Messina	X: 555127.090075 Y: 4235094.147490	Fondo ambientale in corrispondenza delle cabine elettriche di progetto del ponte
P_16	Messina	X: 554247.496040 Y: 4235767.185220	Fondo ambientale per i campi HF in corrispondenza di gruppo di antenne Radio-TV
P_17	Messina	X: 552288.048748 Y: 4235029.809770	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di edifici sensibili (Az. Osp. Peparo)
P_18	Messina	X: 551453.663490 Y: 4234622.759190	Caratterizzazione elettrodotto AT aereo interferente col tracciato
P_19	Messina	X: 551790.440031 Y: 4234602.614680	Caratterizzazione elettrodotto MT aereo interferente col tracciato
P_20	Messina	X: 551799.761860 Y: 4234688.894170	Caratterizzazione sottostazione elettrica interferente col tracciato
P_21	Messina	X: 550897.229275 Y: 4233370.222390	Fondo ambientale in corrispondenza della sottostazione di progetto Sant'Agata
P_22	Messina	X: 548342.952033 Y: 4231483.549840	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di edifici sensibili (Università di Messina)
P_23	Messina	X: 548747.773994 Y: 4230428.852220	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di edifici sensibili (Sc. S. Eustachia)
P_24	Messina	X: 549156.220713 Y: 4231210.306630	Caratterizzazione elettrodotto AT aereo interferente col tracciato
P_25	Messina	X: 548728.931656 Y: 4230895.281410	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di edifici sensibili (Università di Messina)
P_26	Messina	X: 547411.728838 Y: 4226438.842770	Fondo ambientale per i campi LF in corrispondenza di stazione ferroviaria in progetto
P_27	Messina	X: 546951.916560 Y: 4225109.261310	Caratterizzazione elettrodotto MT aereo interferente col tracciato presso edificio sensibile
P_28	Messina	X: 547122.569988 Y: 4225384.482980	Caratterizzazione sottostazione elettrica interferente col tracciato
P_29	Messina	X: 547306.455791 Y: 4223277.228680	Fondo ambientale in corrispondenza di elettrodotti BT e MT e della ferrovia costiera
P_30	Messina	X: 547245.783099 Y: 4223261.481510	Caratterizzazione sottostazione elettrica località Contesse
P_31	Messina	X: 546772.723006 Y: 4223421.390660	Caratterizzazione elettrodotti AT e MT aerei interferenti col tracciato presso edificio sensibile
P_32	Messina	X: 555001.412766 Y: 4235420.900500	Fondo ambientale per i campi HF in corrispondenza di edifici sensibili (Sc. Inf. S. Agata)
P_33	Messina	X: 546776.653607 Y: 4223428.041510	Fondo ambientale per i campi HF in corrispondenza di edifici sensibili (Loc. Contesse)
P_34	Messina	X: 547415.613823 Y: 4226434.243370	Fondo ambientale per i campi HF in corrispondenza di stazione ferroviaria in progetto

Tabella 2.14 – Localizzazione punti di monitoraggio versante Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.3.2 Strumentazione impiegata

Le attività di monitoraggio sono state svolte con strumentazione Narda – Safety Test Solution in allestimento mobile. La strumentazione installata è composta generalmente da:

- sistema di misura di campi elettromagnetici;
- analizzatore di campi elettrici e magnetici per basse frequenze;
- sensore di campo elettrico per alte frequenze;
- treppiede completo di snodo in materiale non conduttore.

Le catene di misura utilizzate in relazione alle metodiche di monitoraggio sono annotate nella **Tabella 2.15**, mentre in **Tabella 2.16** sono indicati i certificati di calibrazione e il centro di taratura che ha rilasciato la documentazione.

<b>Campo di Frequenza</b>	<b>Catene di misura</b>
LF	sistema di misura di campi elettromagnetici Narda PMM 8053B; cavo di collegamento in fibra ottica; analizzatore di campi elettrici e magnetici Narda EHP-50C
HF	sistema di misura di campi elettromagnetici Narda PMM 8053B; sensore di campo elettrico Narda EP-645

Tabella 2.15 – Catene di misura

<b>STRUMENTO</b>	<b>N° MATRICOLA</b>	<b>CERTIFICATO CALIBRAZIONE</b>	<b>CENTRO DI TARATURA</b>
PMM 8053B	262WL00341	00341 del 20/04/2010	Narda Safety Test Solution
EHP-50C	352WN00223	00223 del 01/04/2010	
EP-645	000WX00223	00223 del 01/04/2010	

Tabella 2.16 – Certificati di calibrazione della strumentazione

Vengono di seguito indicate le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

	<p><b>Narda PMM 8053B</b>          Campo di frequenza: 5 Hz – 40 GHz in funzione del sensore          Tempo di acquisizione: da 150 msec a 900 msec in funzione del filtro          Calibrazione: interna al sensore su EEPROM          Conformità: direttive 89/336 e 73/23 e alle guide CEI 211-6 e 211-7</p>
	<p><b>Narda EHP-50C</b>          Campo di frequenza: 5 Hz – 100 KHz          Portata: 0.01 V/m – 100 KV/m, 1 nT – 10 mT          Dinamica: &gt; 140 dB          Risoluzione: 0.001 V/m, 1 nT          Calibrazione: interna EEPROM</p>
	<p><b>Narda EP-645</b>          Campo di frequenza: 100 KHz – 6.5 GHz          Portata: 0.35 – 450 V/m          Dinamica: &gt; 62 dB          Risoluzione: 0.01 V/m          Calibrazione: interna EEPROM</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012



Figura 2.58 – Installazione su treppiede

In **Figura 2.58** è rappresentata una tipica installazione su treppiede (in materiale non conduttore) dell'analizzatore di campi elettrici e magnetici Narda EHP-50C.

Il software 8053-Logger Interface permette il collegamento dell'analizzatore al PC per l'operazione di trasferimento dei dati. I dati possono essere visualizzati con un qualsiasi editor di testo ed eventualmente sono importabili su foglio di calcolo per successive operazioni di analisi.

### 2.3.3 Metodo di misura

Tutte le operazioni relative ai rilievi sono stati eseguite prendendo a riferimento le indicazioni contenute nelle guide del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI 211-6 e CEI 211-7).

#### 2.3.3.1 Sequenza delle operazioni di misura

##### a) Posizionamento del sensore

Le postazioni di misura sono state scelte in modo da caratterizzare adeguatamente il campo elettromagnetico oggetto dell'indagine, avendo cura di posizionare il sensore a sufficiente distanza da eventuali sorgenti interferenti.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>	

Il sensore è stato fissato su un cavalletto costituito di materiale non conduttore, distante da qualsiasi struttura conduttrice o in materiale ferromagnetico (due volte la lunghezza del sensore) e da qualsiasi oggetto conduttore non permanente o ferromagnetico non permanente (tre volte l'altezza dell'oggetto).

Qualora fossero presenti erba o sterpi, questi devono essere tagliati per un raggio pari ad almeno 3 metri attorno al punto di misura.

A meno di indagini con finalità particolari, è in genere opportuno il posizionamento del sensore ad un'altezza sul p.c. compresa tra 1.1 m e 1.9 m corrispondente alle zone più sensibili del corpo umano.

L'operatore, ultimata l'installazione, si è posizionato a distanza non inferiore a 3 metri dal sensore.

b) Analisi preliminare del campo elettromagnetico

In questa fase è stato possibile verificare sul display del data-logger alcune caratteristiche del campo elettromagnetico, quali ad esempio le componenti spaziali e le frequenze caratteristiche, al fine di settare coerentemente la successiva acquisizione del dato.

c) Misurazione

La tecnica di monitoraggio applicata consiste in misure di breve periodo onde acquisire il valore RMS del vettore campo elettrico e del vettore induzione magnetica negli opportuni range di frequenza.

d) Compilazione data-sheet

Contestualmente alle operazioni di misura l'operatore ha annotato su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 2.3.3.2 Archiviazione dei dati

I dati rilevati in campo e archiviati nella memoria dello strumento o su computer sono stati consegnati al Centro Operativo (CO).

L'archiviazione dei dati è organizzata nel computer del centro operativo. Il trasferimento dei dati avviene utilizzando l'interfaccia del software 8053-Logger Interface, quindi i rilievi sono salvati come dati grezzi all'interno dell'apposita cartella insieme alle scansioni dei data sheet, alle foto e a tutto il materiale inerente il monitoraggio.

### 2.3.3.3 Analisi dati

I dati di ogni rilievo sono stati importati su foglio elettronico di calcolo al fine di realizzare l'elaborazione grafica del profilo temporale. Le informazioni grezze scaricate dallo strumento, le elaborazioni da foglio di calcolo e le annotazioni di campo confluiscono infine in un rapporto di misura univoco per ogni rilievo, in cui vengono riportati:

- identificativo del rilievo (codice, data, ora, localizzazione);
- operatore;
- principali parametri meteorologici;
- tipologia del rilievo;
- strumentazione adottata/installazione;
- caratterizzazione delle sorgenti;
- profilo temporale del rilievo;
- RMS rilevato confrontato con i limiti della normativa di riferimento
- fotografie della postazione e del ricettore;
- localizzazione planimetrica del punto di misura.

### 2.3.4 Schedatura “tipo”

La schedatura di sintesi dei CEM è contenuta in “Allegato – Schedatura screening campi elettromagnetici”.

Le schede di monitoraggio di screening contengono le informazioni nel seguito riportate

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

In prima pagina:

- il Codice identificativo della misura;
- i riferimenti temporali della misura (Data e Ora);
- il nome del tecnico o dei tecnici che hanno effettuato la misura;
- l'indicazione della Strumentazione utilizzata per la misura;
- la localizzazione della postazione in cui è stata eseguita la misura (Indirizzo e Coordinate);
- una breve descrizione della Postazione;
- le Condizioni Meteorologiche al momento della misura;
- i Parametri temporali della misura (durata e frequenza di campionamento);
- la Tipologia di campo indagato;
- il campo di Frequenza indagato;
- il Filtro sulla banda di frequenza;
- l'indicazione della Normativa nazionale di riferimento;
- una Sintesi dei risultati, con andamento temporale della misura e il valore di RMS confrontato con i limiti di riferimento della normativa nazionale.

Nelle pagine seguenti:

- una breve descrizione della Sorgente o delle sorgenti di campi elettromagnetici indagati;
- eventuali Indicazioni Tecniche fornite dal gestore;
- l'Output grezzo dello strumento, che può contenere anche il grafico dello spettro (con la strumentazione utilizzata ciò è possibile solo per il campo delle basse frequenze);
- la Documentazione fotografica della postazione e delle sorgenti;
- uno Stralcio planimetrico che riporta la localizzazione della misura.

## **2.3.5 Risultati**

### **2.3.5.1 Versante Calabria**

#### Definizione del fondo ambientale di campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF)

I livelli di campo magnetico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati nel DPCM 8 luglio 2003. I livelli di campo elettrico risultano ampiamente al di sotto del

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

limite di esposizione riportato nel medesimo decreto. In **Tabella 2.17** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

ELF	Campo Magnetico				Campo Elettrico		
	Punto	RMS [ $\mu$ T]	Obiettivo qualità [ $\mu$ T]	Livello attenzione [ $\mu$ T]	Limite esposizione [ $\mu$ T]	RMS [V/m]	Limite esposizione [V/m]
	P_01	0.11	3	10	100	0.1	5000
	P_02	0.03	3	10	100	0.4	5000
	P_03	0.03	3	10	100	0.1	5000
	P_05	0.03	3	10	100	1.5	5000
	P_10	0.03	3	10	100	0.2	5000

Tabella 2.17 – Livelli fondo ambientale (ELF)

#### Caratterizzazione delle sorgenti esistenti di campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF)

I livelli di campo magnetico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati nel DPCM 8 luglio 2003. I livelli di campo elettrico risultano ampiamente al di sotto del limite di esposizione riportato nel medesimo decreto. In **Tabella 2.18** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

ELF	Campo Magnetico				Campo Elettrico		
	Punto	RMS [ $\mu$ T]	Obiettivo qualità [ $\mu$ T]	Livello attenzione [ $\mu$ T]	Limite esposizione [ $\mu$ T]	RMS [V/m]	Limite esposizione [V/m]
	P_04	0.11	3	10	100	0.2	5000
	P_06	0.20	3	10	100	26.7	5000
	P_07	0.15	3	10	100	51.7	5000
	P_08	1.01	3	10	100	803.5	5000
	P_09	0.66	3	10	100	21.9	5000
	P_11	0.68	3	10	100	480.2	5000

Tabella 2.18 – Caratterizzazione sorgenti esistenti (ELF)

#### Definizione del fondo ambientale di campi elettrici e magnetici ad alte frequenze (RF)

I livelli di campo elettrico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

nel DPCM 8 luglio 2003. In **Tabella 2.19** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

RF	Campo Elettrico			
	RMS [V/m]	Obiettivo qualità [V/m]	Livello attenzione [V/m]	Limite esposizione [V/m]
P_12	0.72	6	6	20

Tabella 2.19 – Livelli fondo ambientale (RF)

### 2.3.5.2 Versante Sicilia

#### Definizione del fondo ambientale di campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF)

I livelli di campo magnetico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati nel DPCM 8 luglio 2003. I livelli di campo elettrico risultano ampiamente al di sotto del limite di esposizione riportato nel medesimo decreto. In **Tabella 2.20** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

ELF	Campo Magnetico				Campo Elettrico		
	Punto	RMS [ $\mu$ T]	Obiettivo qualità [ $\mu$ T]	Livello attenzione [ $\mu$ T]	Limite esposizione [ $\mu$ T]	RMS [V/m]	Limite esposizione [V/m]
	P_13	0.12	3	10	100	0.1	5000
	P_14	0.18	3	10	100	0.2	5000
	P_15	0.03	3	10	100	0.1	5000
	P_17	0.07	3	10	100	0.1	5000
	P_21	0.04	3	10	100	0.3	5000
	P_23	0.03	3	10	100	0.1	5000
	P_25	0.03	3	10	100	0.1	5000
	P_26	0.05	3	10	100	0.2	5000
	P_29	0.04	3	10	100	0.5	5000

Tabella 2.20 – Livelli fondo ambientale (ELF)

#### Caratterizzazione delle sorgenti esistenti di campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF)

I livelli di campo magnetico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

riportati nel DPCM 8 luglio 2003. I livelli di campo elettrico risultano ampiamente al di sotto del limite di esposizione riportato nel medesimo decreto.

ELF	Campo Magnetico				Campo Elettrico	
	Punto	RMS [ $\mu$ T]	Obiettivo qualità [ $\mu$ T]	Livello attenzione [ $\mu$ T]	Limite esposizione [ $\mu$ T]	RMS [V/m]
P_18	0.06	3	10	100	57.9	5000
P_19	0.06	3	10	100	35.1	5000
P_20	0.17	3	10	100	30.2	5000
P_22	0.03	3	10	100	41.3	5000
P_24	2.25	3	10	100	3.0	5000
P_27	0.05	3	10	100	208.0	5000
P_28	0.26	3	10	100	0.7	5000
P_30	0.04	3	10	100	0.1	5000
P_31	0.69	3	10	100	198.4	5000

Tabella 2.21 – Caratterizzazione sorgenti esistenti (ELF)

In **Tabella 2.21** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

#### Definizione del fondo ambientale di campi elettrici e magnetici ad alte frequenze (RF)

I livelli di campo elettrico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati nel DPCM 8 luglio 2003. In **Tabella 2.22** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

RF	Campo Elettrico			
	Punto	RMS [V/m]	Obiettivo qualità [V/m]	Livello attenzione [V/m]
P_16	1.12	6	6	20
P_32	0.38	6	6	20
P_33	0.42	6	6	20
P_34	0.64	6	6	20

Tabella 2.22 – Livelli fondo ambientale (RF)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## 2.4 Sensibilità ambientale

I campi elettrici, magnetici ed i campi elettromagnetici esterni, cioè quelli presenti nell'ambiente, hanno la proprietà di penetrare all'interno dei materiali biologici. Lo spessore di penetrazione decresce con la frequenza del campo: è dell'ordine dei metri a bassa frequenza e dei centimetri-millimetri nella regione delle microonde. Essi esercitano sulle particelle cariche, presenti nel sistema esposto, delle forze che possono alterare l'originale distribuzione di carica. A sua volta tale effetto produce campi elettrici e magnetici locali che si sommano ai campi di origine esterna. La maggior parte dei tessuti biologici presenta le caratteristiche tipiche dei materiali dielettrici e dei conduttori. I meccanismi principali attraverso cui il campo elettrico esercita un effetto sulle cariche presenti all'interno delle strutture biologiche sono:

- la polarizzazione, ossia l'induzione di momenti di dipolo;
- l'orientamento di dipoli permanenti;
- l'oscillazione e la diffusione di cariche libere (fenomeni conduttivi).

Proprio a causa di queste proprietà, i campi elettrici interni sono di gran lunga meno intensi dei campi esterni che li inducono. Per esempio, nell'esposizione a 0 Hz il campo elettrico indotto all'interno del sistema biologico esposto è ridotto di un fattore 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> rispetto al valore del campo elettrico esterno. La deposizione di energia all'interno del soggetto esposto non è mai uniforme, a causa delle differenti proprietà dielettriche dei tessuti esposti, e delle diverse proprietà riflettive e rifrattive delle varie interfacce. Inoltre l'assorbimento di energia elettromagnetica ad alta frequenza è fortemente dipendente dalle dimensioni fisiche e dall'orientamento del corpo del soggetto esposto in rapporto alla frequenza e polarizzazione del campo elettromagnetico.

I risultati degli studi teorici, avvalorati da verifiche sperimentali, mostrano che in un individuo esposto in altezza parallelamente alla direzione del campo elettrico si osserva un massimo di assorbimento (risonanza) allorché la frequenza è tale che il rapporto fra l'altezza dell'individuo e la lunghezza d'onda del campo incidente sia pari a 0,4.

Gli studi di natura epidemiologica e sperimentale, specie i più recenti, suggeriscono che l'esposizione a campi elettromagnetici, a livelli non in grado di produrre significativi effetti di natura termica o elettrica, possa essere associata ad effetti a lungo termine, in particolare neoplasie. La maggior parte dei dati riguarda il campo magnetico alla frequenza di rete (50 e 60 Hz), ma non mancano le indagini che hanno avuto per oggetto sorgenti a radiofrequenze e microonde.

Il complesso delle indicazioni relative alle neoplasie infantili (soprattutto leucemie), pur non

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center"><b>RELAZIONE GENERALE</b></p>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

essendo probatorio, tende a suggerire nell'insieme l'esistenza di un eccesso di rischio (rischio relativo stimato attorno a 1.5) (Feychting e Ahlbom, 1993; Stather, 1997) per la popolazione infantile che risiede in prossimità di linee elettriche ad alta tensione, in relazione alla configurazione dell'elettrodo (definita dai "wire codes"), alla distanza dalla linea e all'intensità di campo calcolata (in base ai dati presenti e storici di carico della linea considerata). L'eccesso di rischio sembra essere associato ad esposizioni protratte a valori di campo pari o superiori a 0.2 microT. Una stima prudente di alcuni anni fa ha suggerito che in Italia ci si può attendere annualmente un eccesso di 2.5 casi di leucemia infantile, con un intervallo di confidenza che varia da 0.23 a 7.1 casi, imputabile all'esposizione abitativa ai campi magnetici emessi da elettrodi (Anversa et al., 1995). Una stima più recente (Lagorio, 1998) ha prospettato la possibilità di un eccesso di casi fino a 26.7 (3.9-57.3) se, sulla base della numerosità della popolazione esposta riportata dello studio di Anversa et al., si utilizzano altri indicatori di esposizione, quali stime del campo magnetico indoor nelle 24 h. I bambini rappresentano quindi la fascia di popolazione presumibilmente più suscettibile ai potenziali rischi di natura ambientale da CEM. La scala di mappatura della sensibilità ambientale accoglie pertanto nel livello più alto della scala di mappatura questa attenzione inserendo, nelle scale seguenti di sensibilità, le definizioni della normativa nazionale sull'esposizione ai CEM (DPCM 8 luglio 2003, Legge Quadro n. 36 del 22/02/2001).

### Sensibilità molto alta



Viene attribuita, in base alle evidenze epidemiologiche, alla popolazione infantile di età compresa tra 0-13 anni. Sono pertanto stati identificati come siti puntuali ad alta sensibilità, in base al censimento dei ricettori predisposto per il P.D., gli asili, le scuole materne, elementari e medie, le aree gioco per l'infanzia. A questi ricettori è stato associato un buffer di visualizzazione in colore rosso.

I dati del censimento ISTAT 2001 hanno altresì permesso di definire una sensibilità di fondo o areale in base al riconoscimento del numero medio di abitanti in età infantile per edificio residenziale. Per questo indicatore è stata utilizzata la seguente scala di definizione della densità:

- molto alta > 10 ab 0-13 anni/edificio residenziale
- alta 9-10 ab 0-13 anni/edificio residenziale
- media 2-5 ab 0-13 anni/edificio residenziale
- bassa < 2 ab 0-13 anni/edificio residenziale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### Sensibilità alta



Viene attribuita a tutte le superfici edificate in cui possono sussistere condizioni di esposizione continua dell'uomo quali ambienti abitativi residenziali, ospedalieri e scolastici (scuole superiori) inclusi balconi, terrazzi e cortili. Questi ricettori sono stati identificati in base alle informazioni predisposte per il censimento del P.D. e associati un buffer di visualizzazione in colore arancione.

### Sensibilità media



Viene attribuita agli ambienti con permanenza > 4 ore al giorno e che al tempo stesso non accolgono generalmente esposizioni continue nelle 24 ore (edifici commerciali, uffici, industrie, ecc.). A questi ricettori è stato associato un buffer di visualizzazione in colore blu.

### Sensibilità bassa



Ambienti esterni con tempi di permanenza e di esposizione generalmente inferiori a 4 ore (campi calcio, parchi, aree attrezzate, cimiteri, ecc.). A questi ricettori è stato associato un buffer di visualizzazione in colore verde.

### Sensibilità molto bassa

Tutto il resto

La mappatura della sensibilità è riportata per il territorio calabrese e siciliano, versante ionico, nelle tavole grafiche in scala 1:10.000 "Carta di sintesi sensibilità CEM". Per il versante tirrenico della Sicilia dove sono previsti esclusivamente siti di deposito, di discarica e attività di ripascimento, stante l'assenza di sorgenti di CEM correlate alle opere in progetto, si è ritenuto di non procedere alla redazione delle carte di sensibilità.



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

### 3 Quadro di riferimento previsionale

#### 3.1 Fase di costruzione

Le sorgenti di campi elettromagnetici di tipo ELF sono correlate alle forniture di energia elettrica e alle attrezzature e impianti in grado utilizzare energia elettrica tramite forti assorbimenti di corrente. La fase di costruzione non implica generalmente particolari situazioni di criticità per il clima elettromagnetico, sia in riferimento alla durata dei lavori sia al limitato ambito spaziale di interferenza dei campi a bassa frequenza generati dai macchinari impiegati.

Il progetto della cantierizzazione indica che le necessità di alimentazione elettrica dei cantieri fissi e mobili verranno soddisfatte tramite punti di allacciamento che alimentano cabine di distribuzione primaria a media tensione (20 kV) localizzate in esterno e cabine blindate da galleria, con successiva trasformazione a 0.4 kV. Gruppi elettrogeni mobili permetteranno di soddisfare le richieste elettriche dei cantieri mobili o all'aperto, mentre gruppi fissi sono previsti per la produzione elettrica in condizioni di emergenza.

Vengono nel seguito riportate le caratteristiche tecniche e localizzative dei seguenti impianti:

- punti allacciamento rete elettrica;
- cabine elettriche;
- gruppi elettrogeni di emergenza;
- gruppi elettrogeni per cantieri mobili.

##### 3.1.1 Punti allacciamento rete elettrica

Per l'elettificazione dei cantieri è stata prevista una fornitura dall'Ente Erogatore mediante linee interrate alla tensione di 20 kV in MT in apposite cabine di ricezione predisposte nei rispettivi punti di allacciamento.

La **Tabella 3.1** contiene l'elenco dei cantieri per i quali è previsto un punto di fornitura ENEL, le relative potenze installate e impegnate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

id	Descrizione	Potenza Installata (kW)	Potenza Impegnata (kW)
	<b>SICILIA</b>		
SI1	CANTIERE GANZIRRI (Fondazione)	2679	1837
SI1	CANTIERE GANZIRRI (Blocco di Ancoraggio)	2294	1549
SI2	CANTIERE FARO SUPERIORE loc. Serri	2183	1681
SI3	CANTIERE CURCURACI	2163	1668
SIPM+SB2	CANTIERE SIPM E LOGISTICO MAGNOLIA	2616	1961
SI4	CANTIERE PACE (Lato Balena)	1726	1297
SI4	CANTIERE PACE (Lato Le Fosse)	1918	1503
SI5	CANTIERE ANNUNZIATA	2854	2129
SS1	STAZIONE PAPPARDO	1080	748
SS2	STAZIONE ANNUNZIATA	1020	703
SS3	STAZIONE EUROPA	1055	737
SI6	CANTIERE CONTESSE	15682	12021
	<b>CALABRIA</b>		
CI1	Campo Operativo Fondazioni	9781	7288
CB2	Campo Logistico SANTA TRADA	1140	id
	Riepilogo		
	TOTALE ENERGIA ELETTRICA SICILIA	37270	27834
	TOTALE ENERGIA ELETTRICA CALABRIA	10921	7955
	TOTALE ENERGIA PONTE DI MESSINA	48191	35789

Tabella 3.1 – Potenza installata/Impegnata nei cantieri

La rete di distribuzione all'interno dei cantieri segue le necessità logistiche e di localizzazione delle utenze. Dalla **Figura 3.1** alla **Figura 3.11** sono localizzati i punti di fornitura previsti per le aree di cantiere.

Le linee elettriche in cavo sotterraneo, costituite da un conduttore cilindrico, una guaina isolante, una guaina conduttrice e un rivestimento protettivo, sono posate in base alla norma CEI 11-17 ad una profondità minima di 1 m rispetto al piano stradale di strade comunali, regionali e statali e ad una profondità maggiore di 0.5 m nel caso in cui interessano suolo privato.

La distanza di Prima Approssimazione DPA è di 0.7 m ed è praticamente totalmente contenuta al di sotto del piano campagna.



Figura 3.1 – Cantiere S1 – Localizzazione punti allacciamento

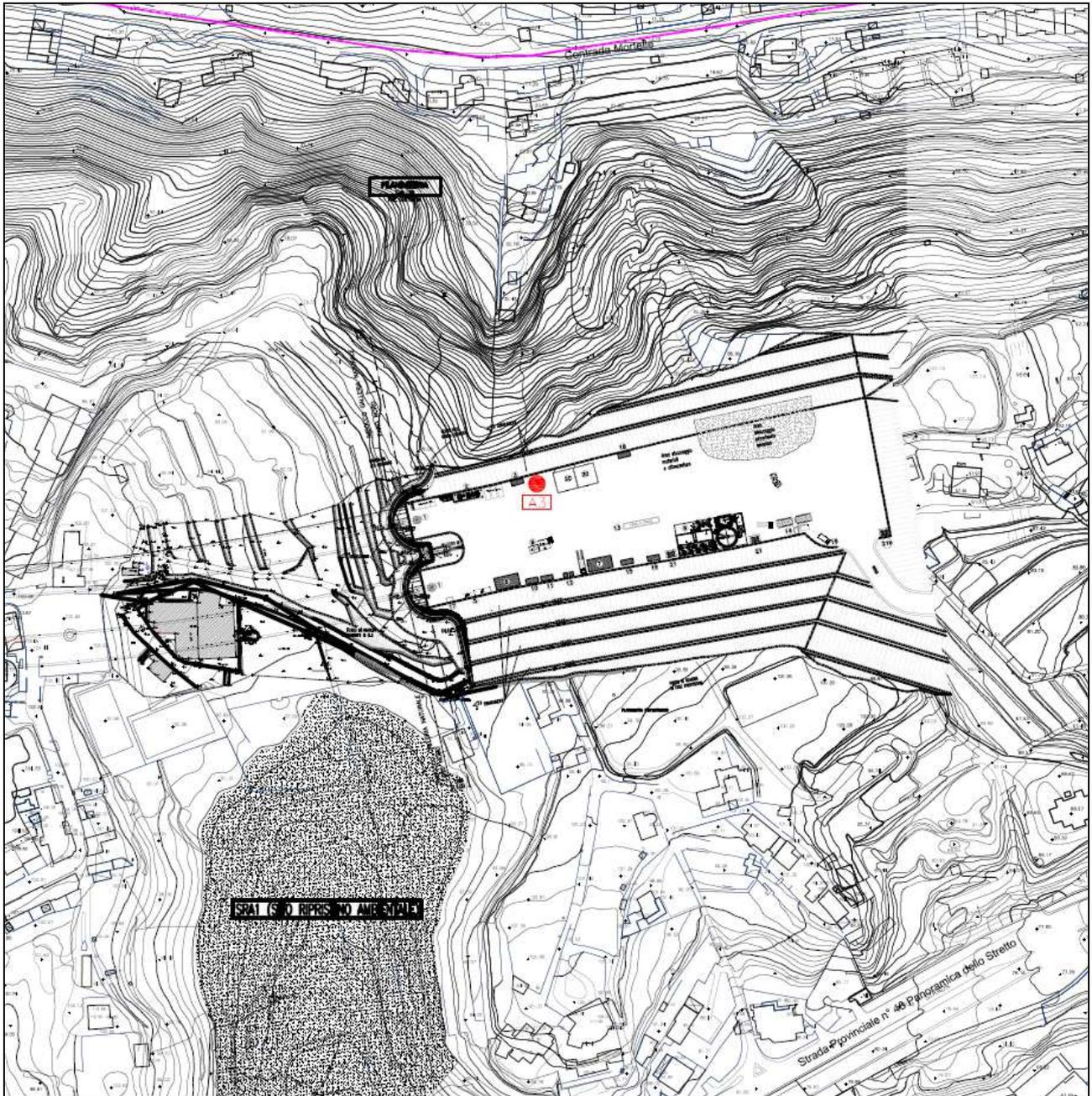


Figura 3.2 – Cantiere SI2 Faro Superiore – Localizzazione punti allacciamento



Figura 3.3 – Cantiere SI3 Curcuraci – Localizzazione punti allacciamento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012



Figura 3.4 – Cantiere SIPM Magnolia – Localizzazione punti allacciamento

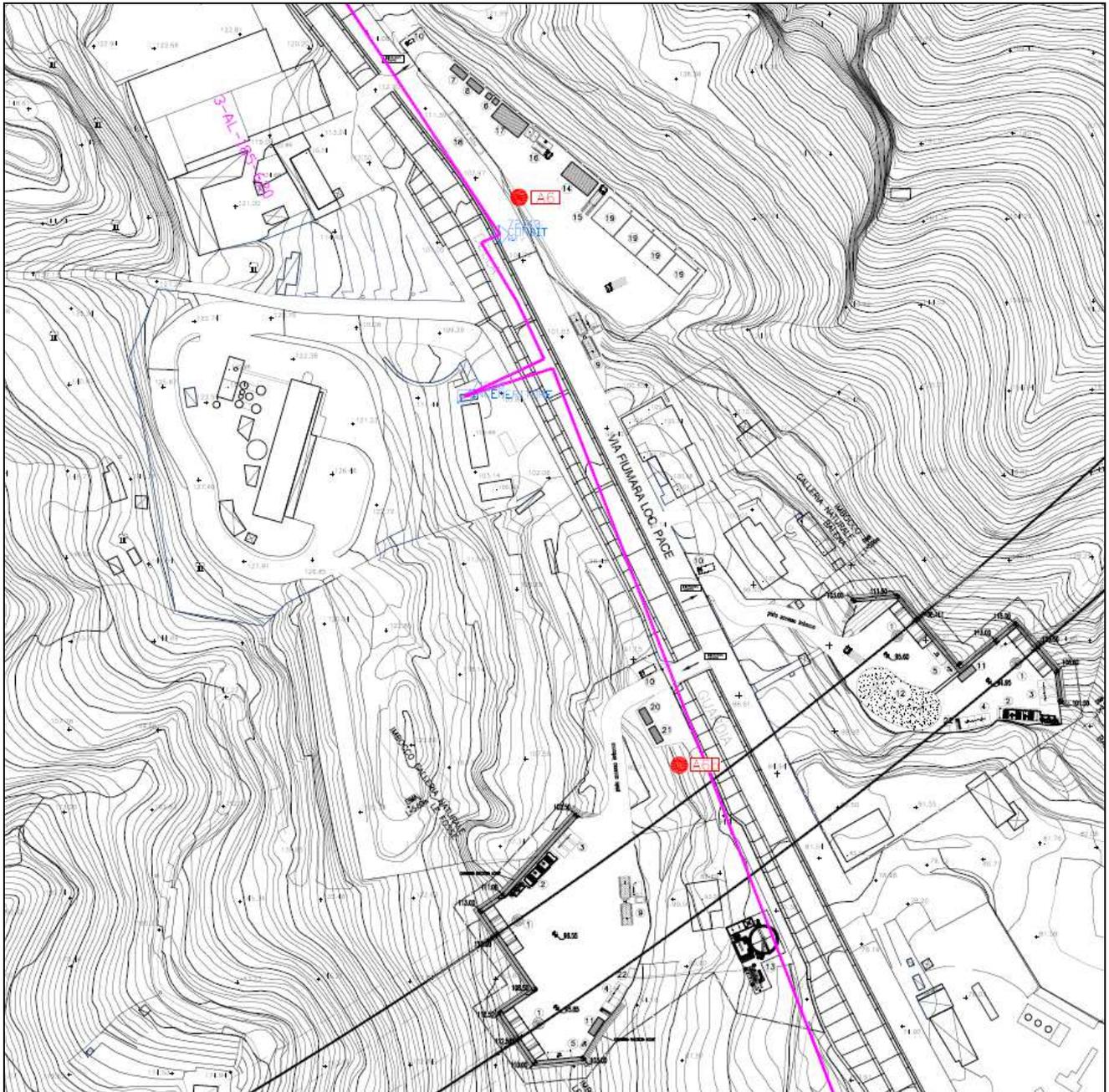


Figura 3.5 – Cantiere SI4 Pace – Localizzazione punti allacciamento

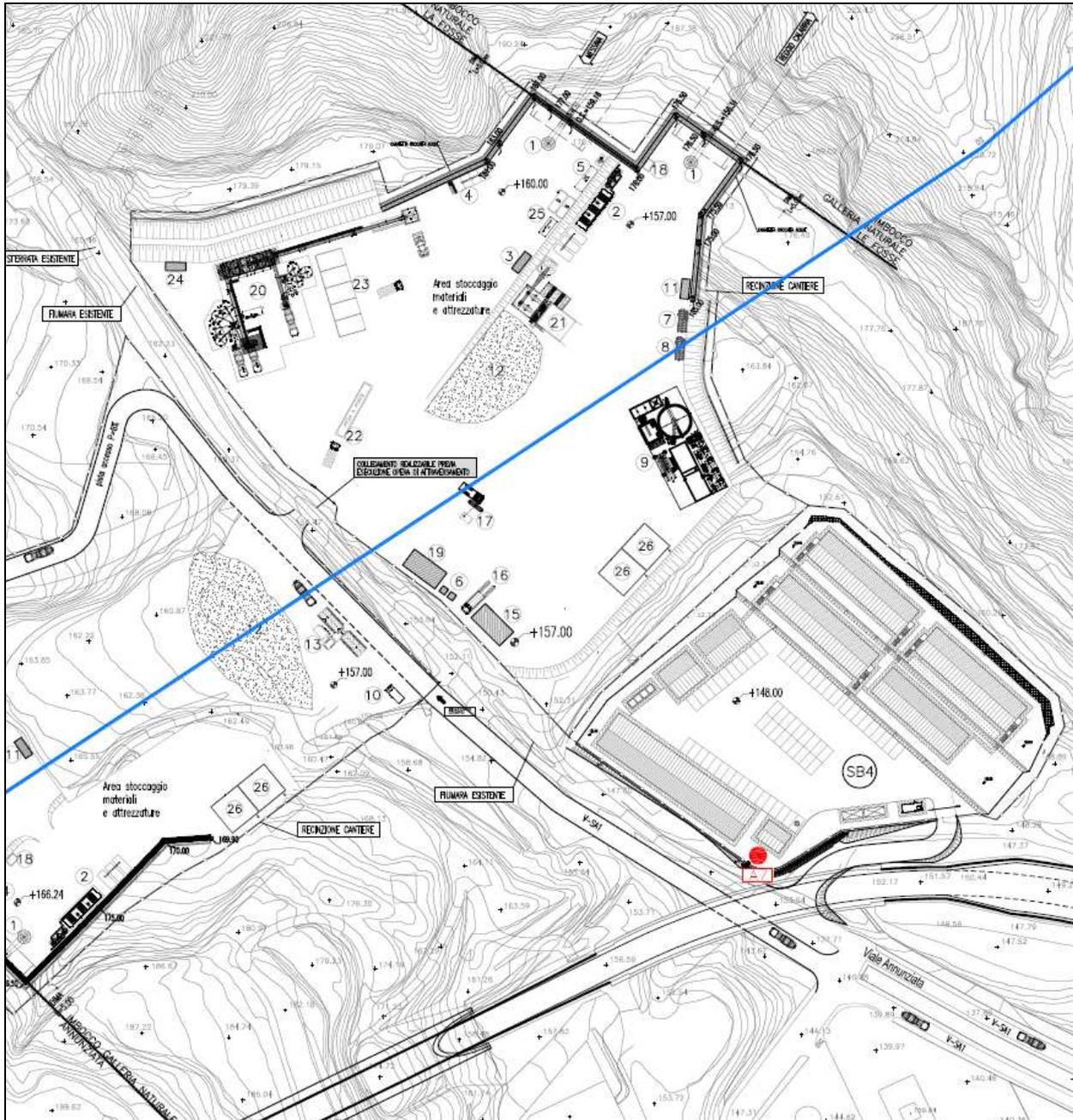


Figura 3.6 – Cantiere Annunziata – Localizzazione punti allacciamento

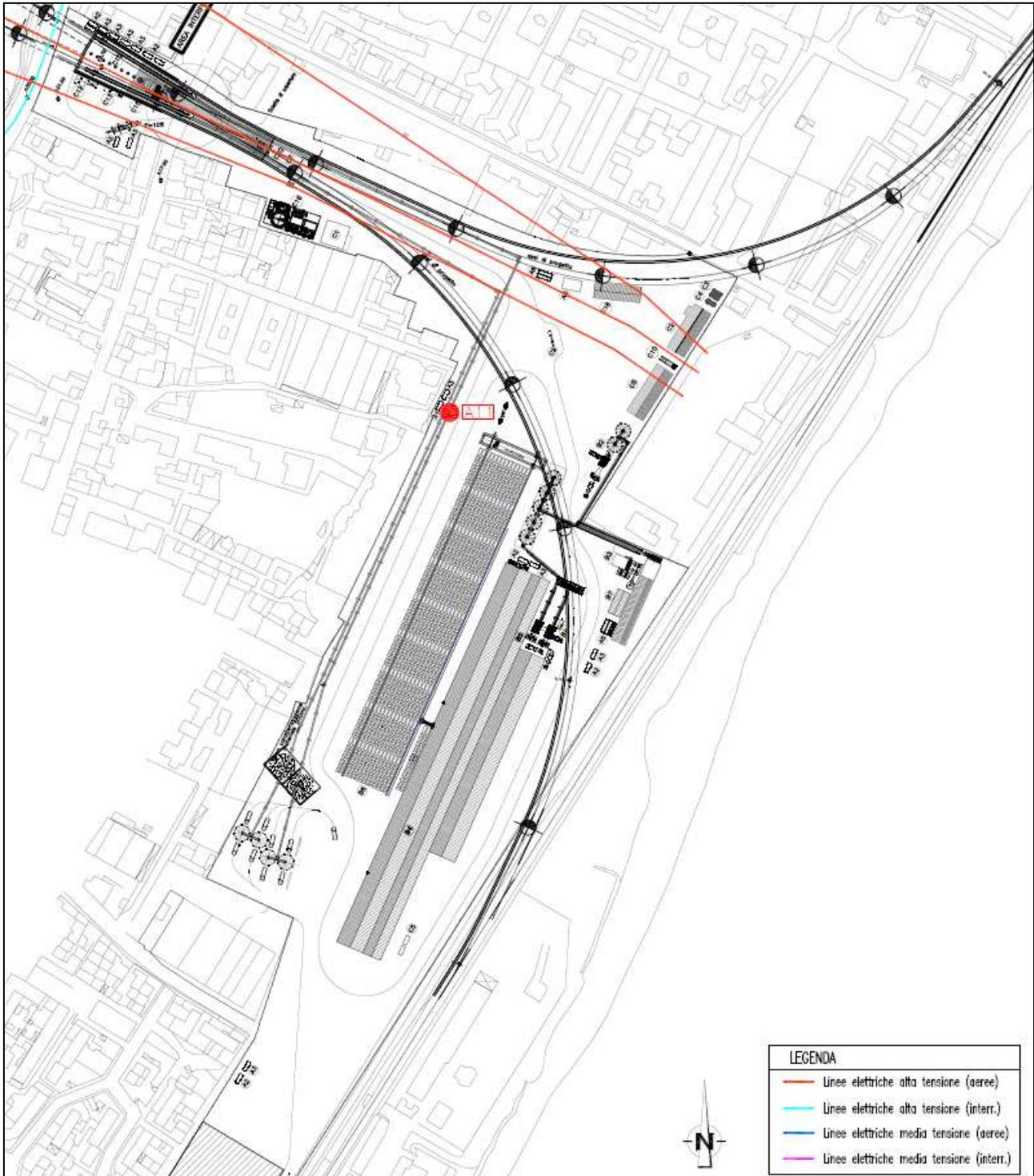


Figura 3.7 – Cantiere SI6 Contesse – Localizzazione punti allacciamento

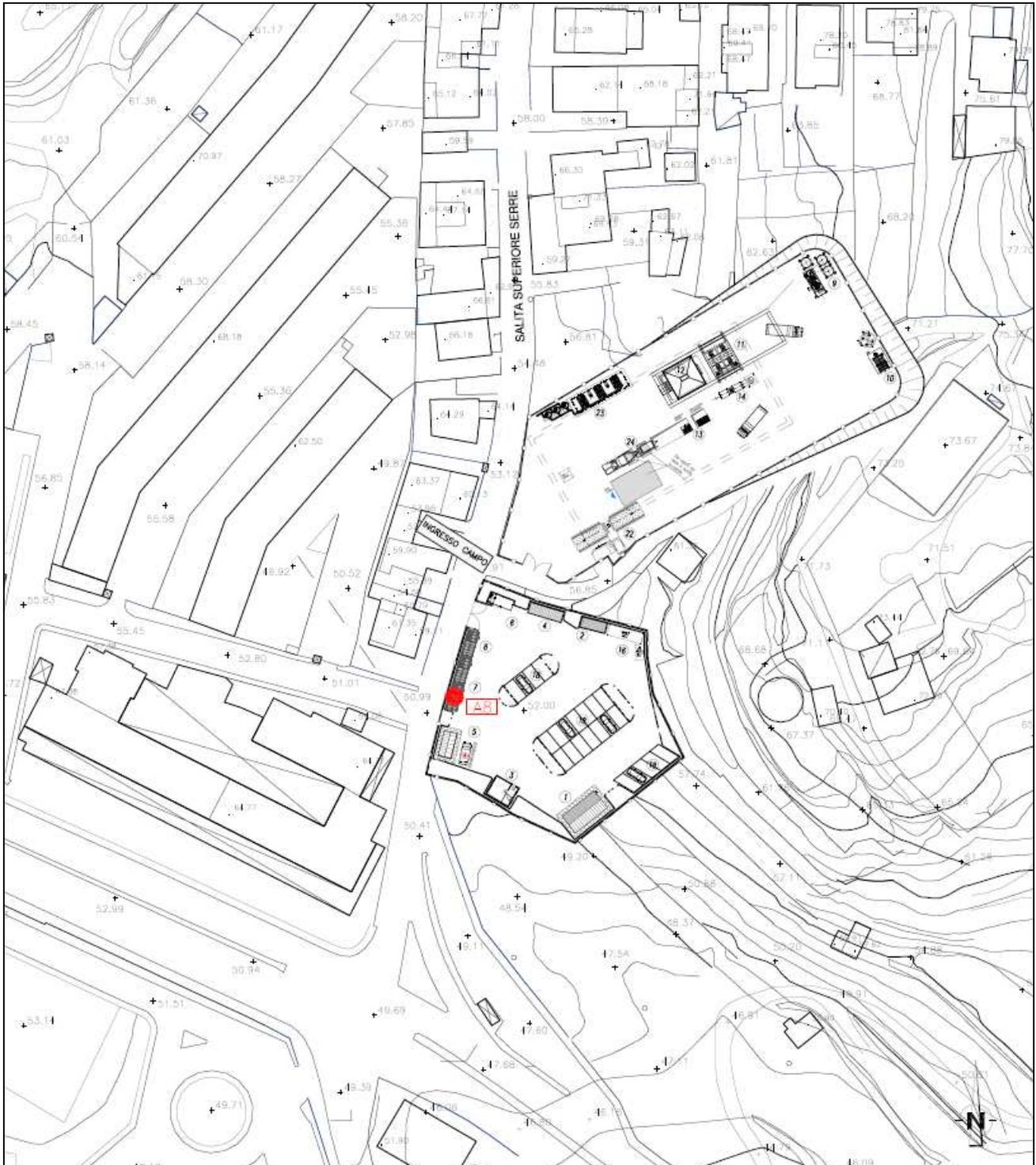


Figura 3.8 – Cantiere SS1 Stazione Papardo – Localizzazione punti allacciamento

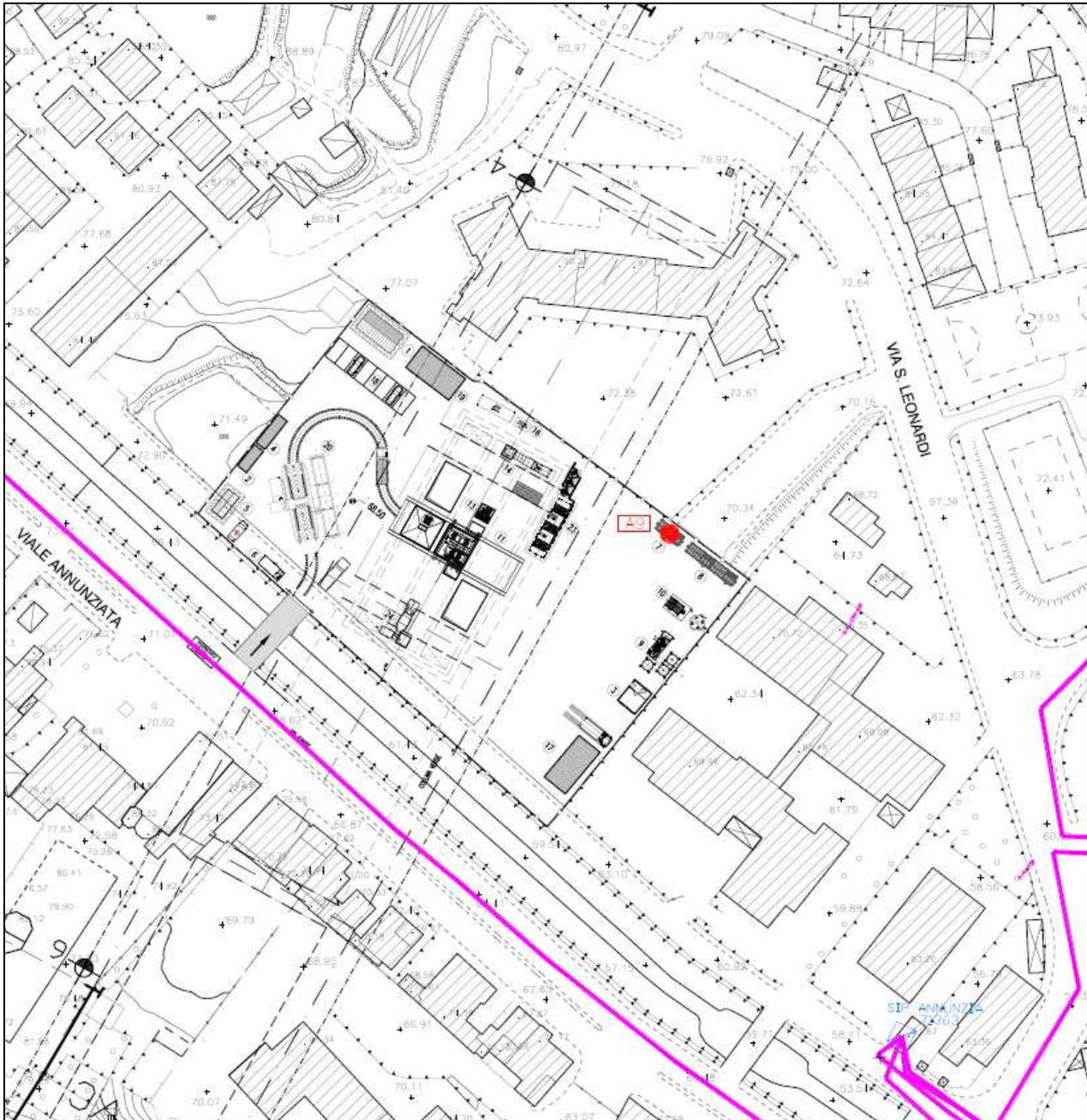


Figura 3.9 – Cantiere SS2 Stazione Annunziata – Localizzazione punti allacciamento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		Alternative ai siti di deposito	
Codice documento AMV0546_F0.doc		Rev F0	Data 31/05/2012

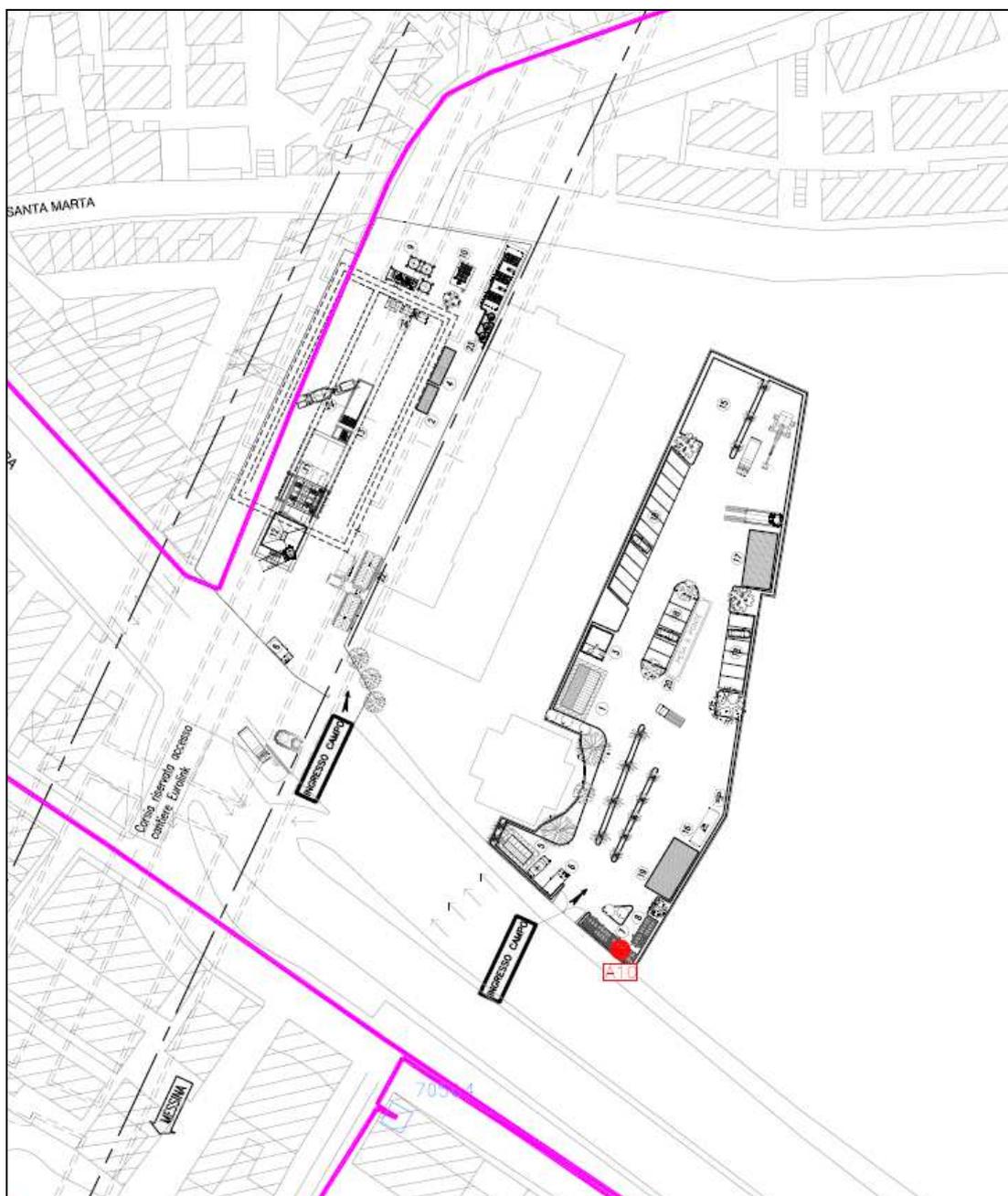


Figura 3.10 – Cantiere SS3 Stazione Europa – Localizzazione punti allacciamento



Figura 3.11 – Cantiere CI1 – Localizzazione punto allacciamento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.1.2 Cabine elettriche

I punti di consegna dell'energia elettrica sono realizzati in monoblocchi di calcestruzzo secondo gli ingombri previsti dall'Ente Erogatore e in accordo alle norme CEI 0-16. Nei pressi del punto di consegna è prevista la cabina di distribuzione primaria di tipo containerizzato (**Figura 3.12**) equipaggiata con gli interruttori di protezione per le linee di distribuzione primaria previste alla tensione da 20 kV. Alle cabine di distribuzione primaria si allacciano le alimentazioni alle cabine secondarie, anch'esse containerizzate per gli impianti esterni con trasformazione da 20 kV a 0.4 kV.

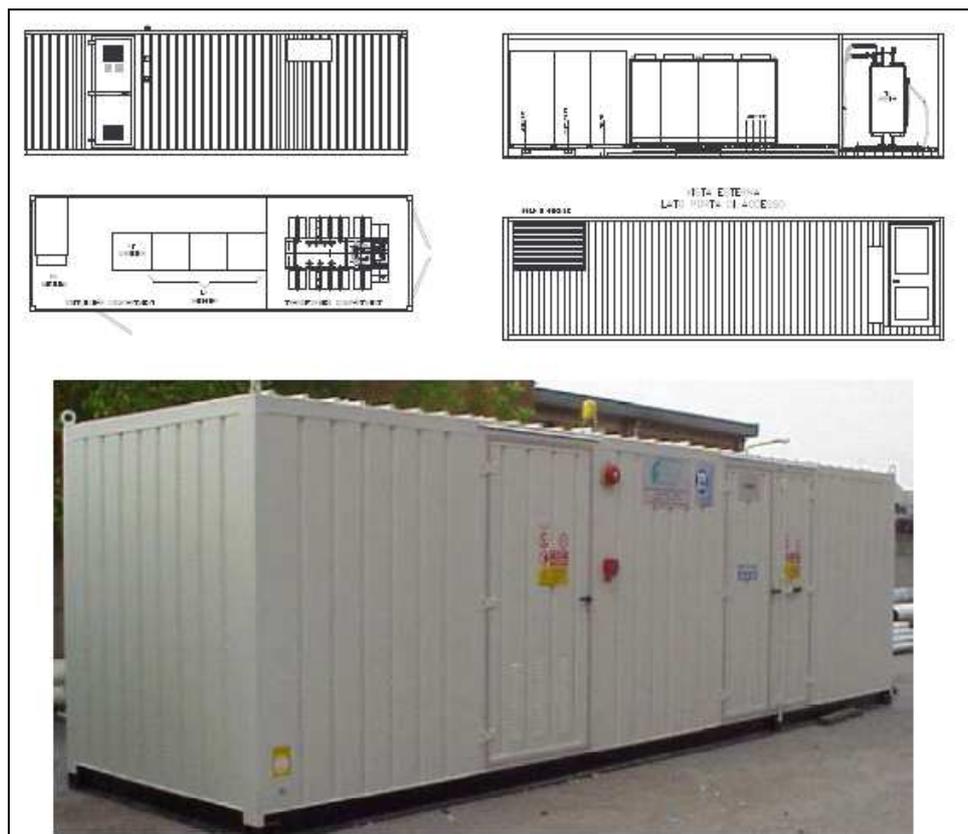


Figura 3.12 – Cabina di distribuzione primaria containerizzata

Per gli impianti delle gallerie ferroviarie scavate con TBM da Contesse si utilizzano cabine containerizzate 20/20 KV per l'alimentazione delle dorsali MT della TBM e relativi servizi. Quando lo scavo arriva al posto di manutenzione le cabine elettriche vengono spostate e destinate

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

all'alimentazione della TBM, dei nastri trasportatori, impianti di raffreddamento e servizi. Per gli impianti in galleria sono previste cabine containerizzate 20/20 kV per l'alimentazione delle dorsali MT. Le dorsali MT delle gallerie stradali scavate in tradizionale collegano le cabine blindate da galleria (**Figura 3.13**), equipaggiate con trasformatori 20/0.4 kV e montate su "slitta" dotata di avvolgicavo al fine di una agevole traslazione che consenta di mantenere una distanza costante dal fronte di scavo. Analogo sistema è adottato nelle gallerie TBM per l'alimentazione dei nastri trasportatori e dei macchinari utilizzati per la realizzazione dei by-pass.

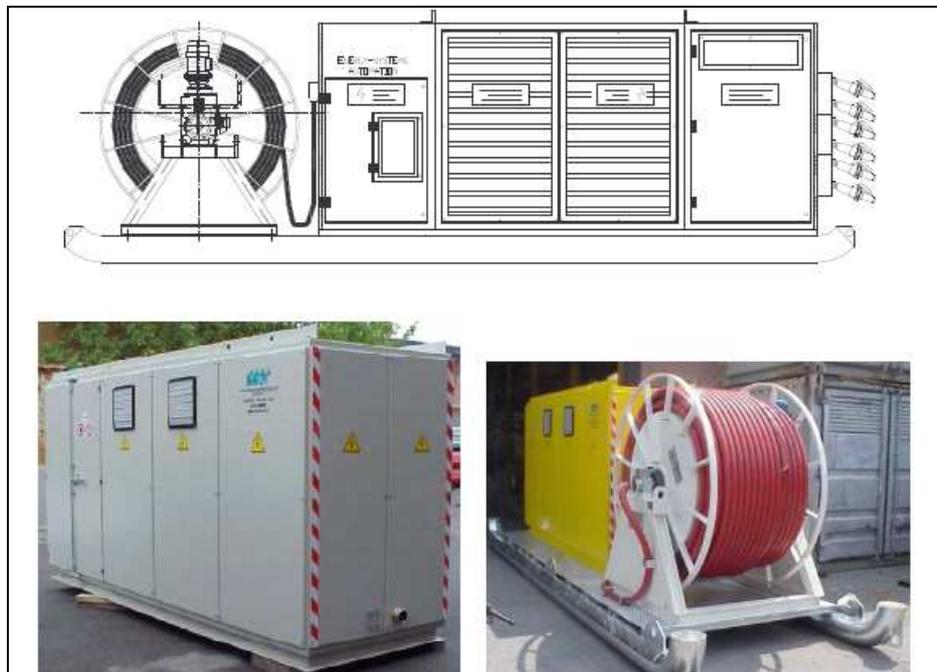


Figura 3.13 – Cabine blindate da galleria

### 3.1.3 Gruppi elettrogeni per la produzione di energia elettrica in emergenza

La produzione di energia elettrica in emergenza è garantita da gruppi elettrogeni insonorizzati containerizzati con potenza commisurata al fabbisogno delle attività di cantiere alimentati a gasolio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.1.4 Gruppi elettrogeni per cantieri mobili

L'alimentazione elettrica necessaria alle aree di lavoro all'aperto (scavi, impianto di illuminazione, utensili di lavoro, consolidamenti, ecc.) è garantita da gruppi elettrogeni insonorizzati cofanati con telaio autoportante e gruppi elettrogeni cofanati carrellati per traino lento, con potenza compresa tra 25 kVA e 100 kVA (**Figura 3.14**).



Figura 3.14 – Gruppi elettrogeni insonorizzati cofanati

### 3.1.5 Impatto installazioni di cantiere

Tutti gli impianti e le reti di distribuzione in media e bassa tensione sono installati all'interno delle aree di cantiere, accessibili solo agli addetti ai lavori, e protette rispetto all'esterno dalle recinzioni di cantiere. Nessuna alterazione significativa di campo elettromagnetico all'esterno del perimetro delle aree di cantiere è attribuibile alle cabine elettriche e alle reti di distribuzione in MT.

L'interramento dei cavi di alimentazione delle cabine elettriche comporta un duplice meccanismo di abbattimento: in primo luogo il campo elettrico disperso viene praticamente azzerato dall'azione schermante operata dal terreno di copertura che, a differenza dell'aria, si comporta come un

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

discreto conduttore elettrico. In secondo luogo la grande compattezza del cavo, ovvero la ridottissima distanza mutua tra i vari conduttori, determina una rapida attenuazione dell'intensità del campo magnetico al variare della distanza dalla linea.

Si può ulteriormente ridurre il campo magnetico determinato da linee elettriche interrato adottando dispositivi di schermatura esterni al cavo stesso, ad esempio utilizzando griglie di conduttori aggiuntivi, lastre piane o tubazioni di materiali ferromagnetici o conduttore.

Secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee aeree ed interrate, esistenti ed in progetto, ad esclusione delle linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica interrate o aeree in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e S.m.i (**Figura 3.15**).

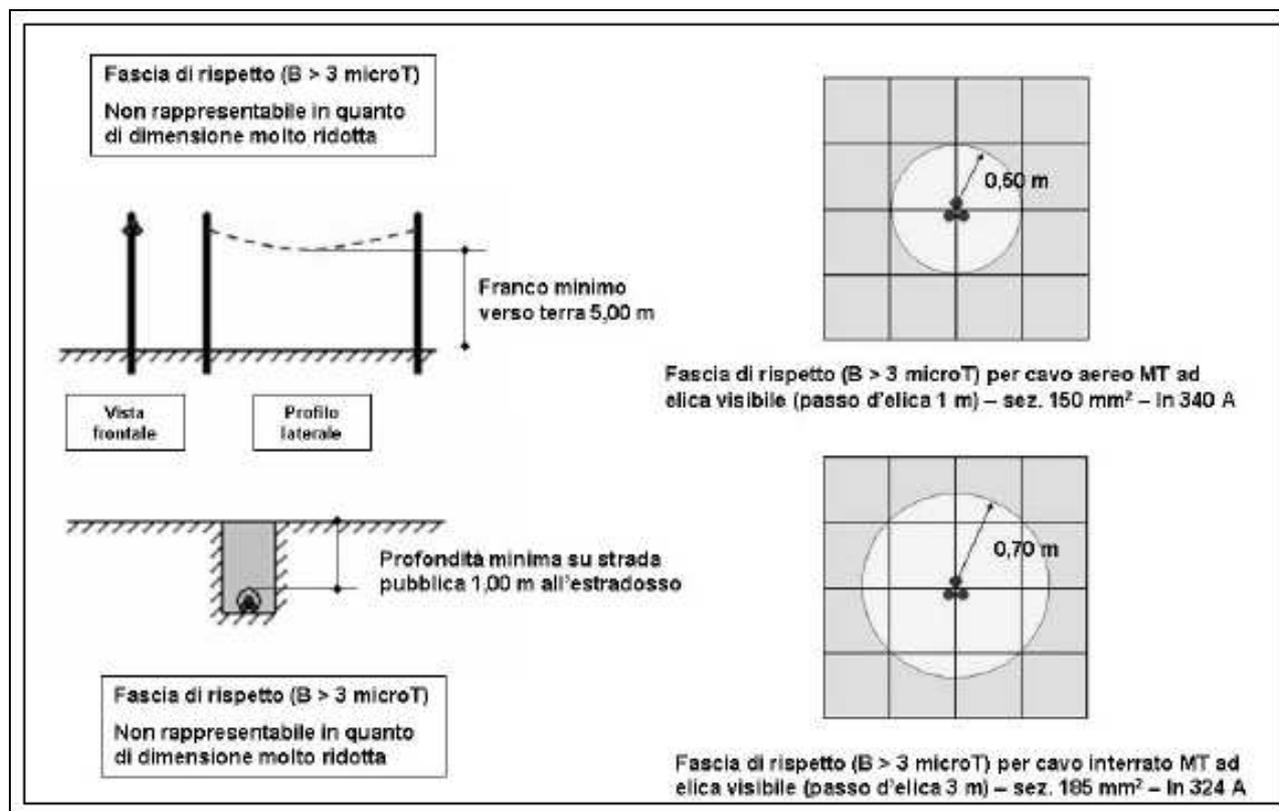


Figura 3.15

In analogia, le cabine di trasformazione non rappresentano un problema dal punto di vista

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili. La **Figura 3.16**. A titolo esemplificativo, è riportata una tipica mappa di livello di campo magnetico generato da una cabina di trasformazione a 15 kV/380 V.

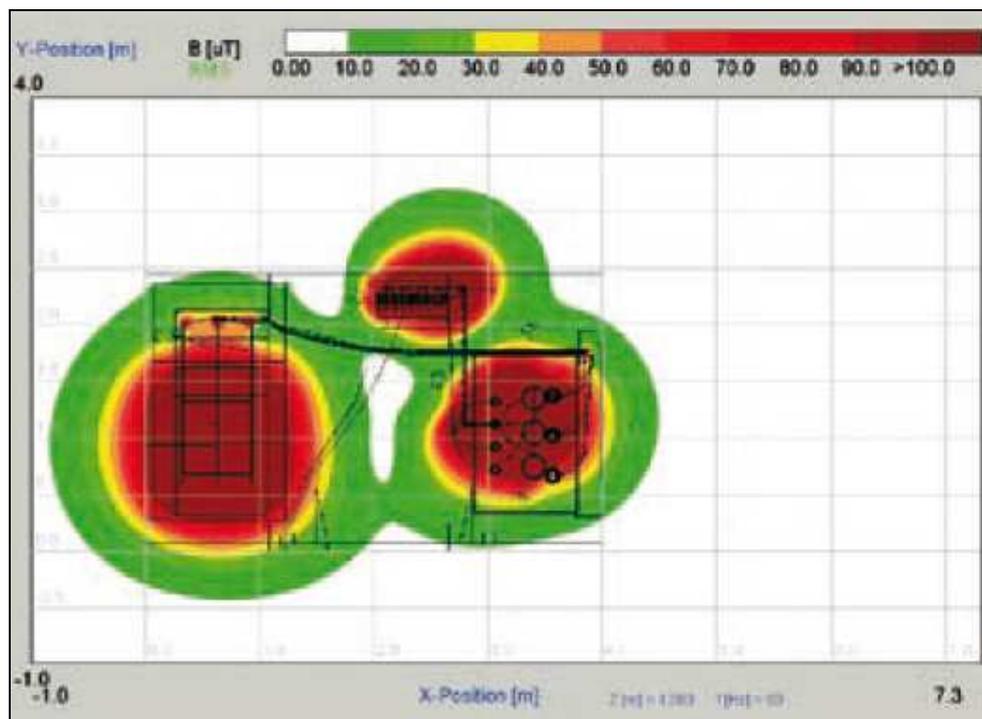


Figura 3.16

Si può pertanto concludere, anche con il conforto di evidenze sperimentali tratte in casi analoghi, che le installazioni di cantiere (impianti e reti di distribuzione in media e bassa tensione) determinano un impatto elettromagnetico trascurabile.

### 3.1.6 Conclusioni operative

Ai fini del contenimento delle possibili esposizioni ai campi elettromagnetici a bassa frequenza in fase di costruzione è sufficiente, per conseguire valori di induzione magnetica paragonabili al fondo terrestre, che le cabine di trasformazione e i cavidotti a MT rispettino una distanza di cautela pari a 2 metri rispetto ai ricettori all'interno (campo base, uffici, ...) e all'esterno del perimetro di cantiere. Infine per quel che riguarda l'esposizione dei lavoratori occorre osservare che dalla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

disamina effettuata del quadro normativo nazionale ed internazionale, si può ritenere che per questi siano validi i limiti contenuti nella Direttiva Europea 2004/40/CE o al più si debba far riferimento al valore limite di esposizione di cui al DPCM 8 Luglio 2003 (pari a 100 mT), tenuto conto del fatto che l'attività da questi svolta non è da ritenersi continuativa nel tempo. Ciò non toglie che debbano essere presi tutti gli adeguati provvedimenti affinché i lavoratori siano avvertiti dei rischi dovuti alla presenza di sorgenti di CEM e che nei documenti obbligatori da predisporre ai sensi del Decreto Lgs. 494/96 e successive modifiche ed integrazione (Piano di sicurezza e coordinamento in fase di progettazione ed esecuzione, Piano di operativo di sicurezza etc...), i rischi legati alla matrice elettromagnetismo siano adeguatamente affrontati e descritti.

### 3.2 Fase di esercizio

Il progetto dell'opera di attraversamento e dei relativi collegamenti stradali e ferroviari contempla una serie di forniture elettriche da parte dell'Ente Gestore, in media e alta tensione, al fine di poter soddisfare alle esigenze poste dall'esercizio stradale e ferroviario. Per garantire la sicurezza dell'opera è inoltre prevista l'installazione di appositi radar in corrispondenza delle torri lato Sicilia e Calabria.

Possono pertanto determinare alterazioni potenzialmente significative del campo elettromagnetico naturale i seguenti impianti:

- Impianto trazione elettrica TE Linea di contatto ferroviaria a 3 kV c.c. (frequenza nulla).
- Sottostazione elettrica posto di manutenzione (località Guardia), con alimentazione AT 145 kV
- Fornitura in media tensione 20 kV piazzali di emergenza ferrovia lato Calabria e Sicilia.
- Sottostazioni adiacenti a spalla terminale ponte lato Sicilia e lato Calabria destinate ad alimentare la rete MT delle infrastrutture stradali.
- Rete MT alimentazione collegamenti stradali.

Il riottenzionamento della sottostazione "Contesse" è di competenza RFI.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

### 3.2.1 Impianti di Trazione Elettrica TE – Linea di contatto

#### 3.2.1.1 Generalità

La realizzazione del ponte sullo Stretto di Messina consentirà un collegamento ferroviario diretto tra la linea Reggio Calabria – Battipaglia sul versante Calabria e le linee Messina Catania e Messina Palermo sul versante Sicilia. La nuova linea ferroviaria a doppio binario avrà una lunghezza complessiva di circa 25 km. Il tracciato delle tratte di collegamento si svilupperà quasi interamente in gallerie a doppia canna, collegate tra loro ogni 500 m da by-pass pedonali disposti trasversalmente che realizzeranno vie di fuga verso la galleria adiacente in caso emergenza.

La nuova linea ferroviaria, rappresentata schematicamente in **Figura 3.17** sarà collegata alle linee esistenti attraverso le interconnessioni di Bivio Bolano e Bivio Villa (lato Calabria), e di Bivio Messina (lato Sicilia); queste località di servizio sono esterne ai limiti dell'intervento di competenza. La linea sarà utilizzata anche come sistema di trasporto metropolitano: sul versante siciliano è infatti prevista la realizzazione in galleria di tre Posti di Servizio: Stazione di Annunziata, Stazione di Papardo e Fermata Europa.

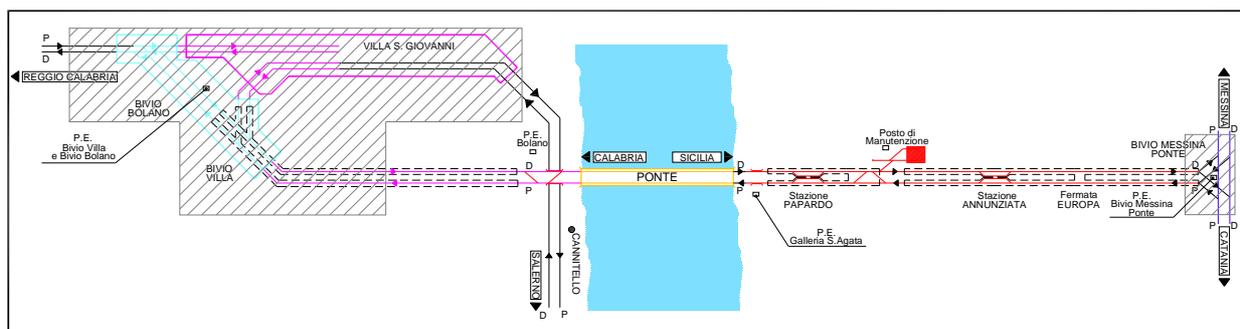


Figura 3.17

Le stazioni di Annunziata e Papardo disporranno di un binario di precedenza per ciascun senso di marcia e saranno prive di comunicazioni tra i binari di corsa pari e dispari.

E' inoltre prevista la realizzazione di un Posto di Manutenzione per ricovero carrelli situato tra la galleria Sant'Agata e la galleria Santa Cecilia e di due posti di comunicazione, rispettivamente in Calabria in prossimità del ponte e in Sicilia in prossimità del Posto di Manutenzione.

Gli impianti di trazione elettrica hanno la funzione di rendere disponibile al mezzo di trazione l'energia elettrica per la locomozione. Alla rete ferroviaria tradizionale è applicato il sistema a 3 kV

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

in corrente continua, a differenza del sistema a 2x25 kV a corrente alternata applicata alla rete AC/AV nazionale.

### 3.2.1.2 Caratteristiche linea di contatto

Data l'importanza strategica dell'opera "Ponte sullo Stretto di Messina" è stato reputato opportuno l'impiego per la Linea di Contatto del Nuovo Standard RFI 540 mmq. Tale Standard è attualmente regolamentato dalla "RFI DMAIM TE SP IFS - Prescrizioni Tecniche per la Progettazione della Linea di Contatto Aerea da 540 mmq 3 kV c.c.", documento che analizza tutti gli ambiti di impiego. Questo Nuovo Standard RFI nasce dalla necessità di rinnovare e potenziare gli attuali Standard dedicati alle Linee Dorsali Principali, sostituendo lo Standard 440 mmq 3 kV cc.. Il Nuovo Standard RFI 540 mmq è espressamente dedicato alle Linee Dorsali Principali, come peraltro è quella in oggetto, ed è studiato per garantire velocità di transito sino a 250 km/h evidentemente compatibilmente con la geometria del tracciato, il tipo di armamento e quant'altro.

Alla base di tale Nuovo Standard RFI vi è la necessità di rendere assolutamente "interoperabile" la Linea di Contatto e quindi garantire il rispetto delle Normative Europee, secondo quanto previsto dalle vigenti Norme S.T.I..

### 3.2.1.3 Linee di alimentazione

In corrispondenza del Posto di Manutenzione è presente la nuova SSE da cui partono n°4 linee di alimentazione ad alimentare i binari di corsa a monte ed a valle del posto di manutenzione. Le n°4 linee di alimentazioni sono state predisposte in cavo in quanto la SSE è posizionata a lato della galleria in direzione Messina di conseguenza non è possibile l'impiego di alimentatori aerei. Ogni singola linea di alimentazione sarà costituita da n°4 cavi unipolare in "Cu" ogni uno con sezione pari a 500 mmq ad ottenere una sezione totale pari a 2000 mmq per ogni singola linea di alimentazione. In prossimità della Linea di Contatto saranno predisposte delle adeguate carpenterie per la risalita dei cavi e la trasformazione delle linee di alimentazione in cavo in linee di alimentazione aeree al fine di poter effettuare le calate sulla linea di contatto. Ogni linea di alimentazione aerea sarà costituita da n°4 corde in "Cu" ogni una con sezione per a 155 mmq ad ottenere una seziona totale pari a 620 mmq per ogni singola linea di alimentazione aerea.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.2.1.4 Verifiche di impatto

La **Figura 3.18** mostra la vista in sezione del portale di sospensione utilizzato per la linea ferroviaria del Ponte sullo Stretto di Messina.

Nella simulazione viene considerato che il portale possa ripetersi ogni 60 metri. Questo non ha comunque influenza significativa sulla modellizzazione. Dovendo definire una origine del sistema di riferimento su questa sezione, scegliamo il punto che rappresenta il centro del cerchio rosso presente tra i due binari nella **Figura 3.19**.

In questo modo i conduttori, in corrispondenza del portale, sono individuati con la schematizzazione riportata in **Figura 3.20**. La **Tabella 3.2** associa ad ogni conduttore i relativi parametri.

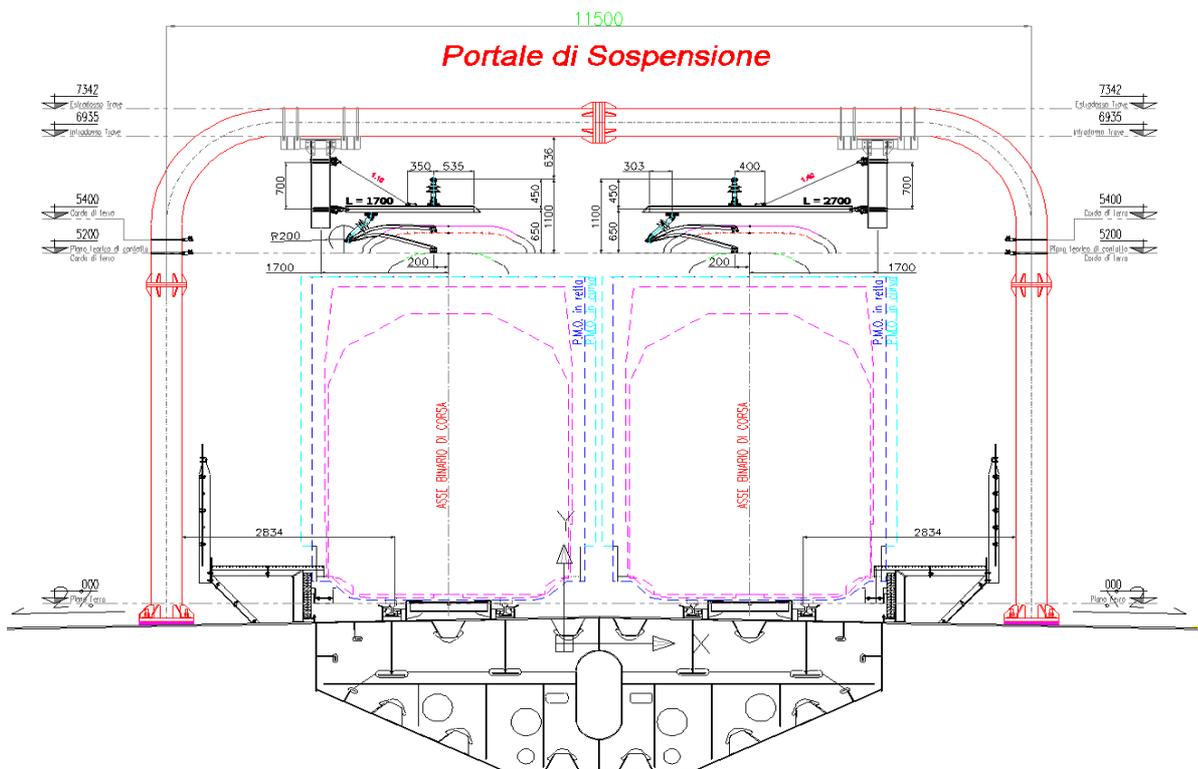


Figura 3.18– Sezione “tipo” impalcato ferroviario e portale di sospensione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

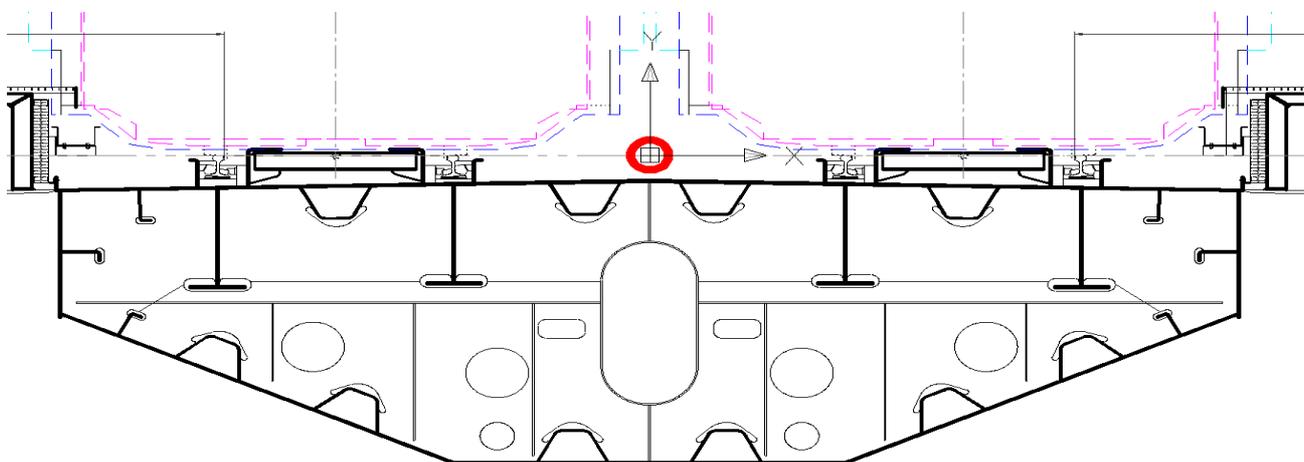


Figura 3.19 – Origine del sistema di riferimento

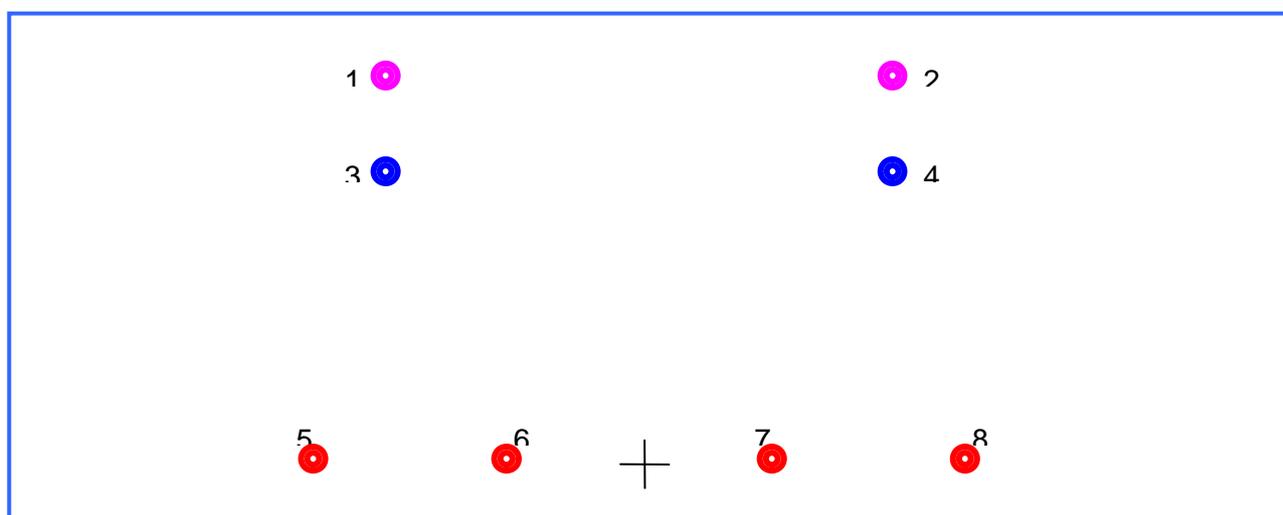


Figura 3.20 – Geometria dei conduttori (In rosso sono indicati i conduttori delle rotaie, In blu sono indicate i fili di contatto, In viola sono indicate le corde portanti)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Numero conduttore	Tipo conduttore	Coordinata X	Coordinata Y	Corrente (A)	Verso della Corrente
1	Corda portante	-1.8	6.3	1750	Entrante nel foglio
2	Corda portante	1.8	6.3	1750	Entrante nel foglio
3	Filo di contatto	-1.8	5.2	1750	Entrante nel foglio
4	Filo di contatto	-1.8	5.2	1750	Entrante nel foglio
5	rotaia	-2.75	0	1750	Uscente dal foglio
6	rotaia	-1.25	0	1750	Uscente dal foglio
7	rotaia	1.25	0	1750	Uscente dal foglio
8	rotaia	2.75	0	1750	Uscente dal foglio

Tabella 3.2 – Parametri di calcolo

Come si può notare, per ogni linea di contatto, la corrente di 3500° è stata equamente divisa tra filo di contatto e corda portante. Ma questa scelta è stata effettuata perché piccole variazioni nei diametri o nei materiali dei cavi non porta variazioni significative all'estensione laterale dell'isolinea dell'induzione magnetica, .

La situazione appena presentata è relativa ad una sezione presa in corrispondenza del portale. Ma mentre il filo di contatto si mantiene pressoché rettilineo, la corda portante assume la forma di una catenaria vincolata, (in blu in **Figura 3.21**). Questo vuol dire che la distanza tra filo di contatto e corda portante è massima in corrispondenza del portale ma diminuisce avvicinandosi a metà campata, ivi raggiungendo il valore minimo che identifica la freccia minima.

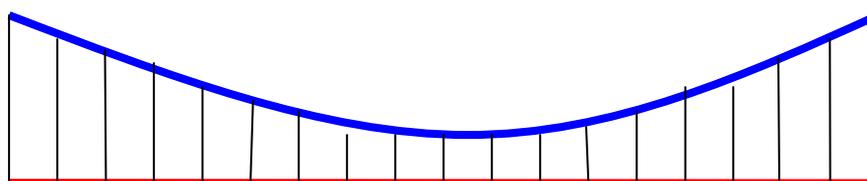


Figura 3.21 - Filo di contatto (rosso) e corda portante (blu)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

Lo scopo del lavoro include la verifica di come l'isolinea dell'induzione magnetica a 500 micro Tesla varia spostandosi dalla sezione sul portale (dove c'è la massima differenza in altezza, uguale a 1.1 m), tra la corda portante ed il filo di contatto, alla zona di freccia minima a metà campata (dove la differenza di altezza, o freccia, tra filo di contatto e corda portante è uguale a 0.2 m, con l'impostazione di 500 m del parametro di posa).

La modellizzazione dei conduttori inserita in SELF3D (software con modello di calcolo 3D per l'analisi dell'induzione magnetica generata da linee aeree, interrate e di forma arbitraria), è visualizzabile in **Figura 3.22**.

Come si può evincere dalla figura, sono state modellizzate 3 campate consecutive. I calcoli vengono svolti solo sulla seconda campata, quella centrale. Le altre due campate sono state inserite solo per valutare anche il loro contributo nel calcolo nel momento in cui si effettua la stima dei CEM sulla sezione in corrispondenza dei portali.

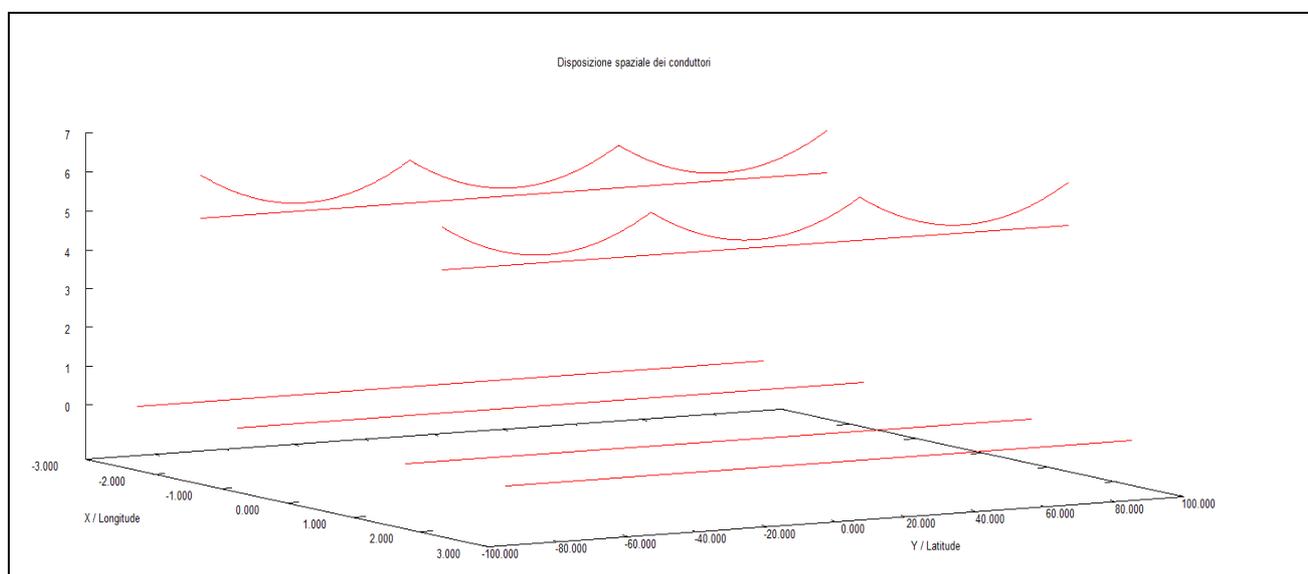


Figura 3.22 – Modellizzazione dei conduttori

Considerando quindi la campata centrale, delle tre prima menzionate, la **Figura 3.23** visualizza l'Induzione magnetica su piano verticale XZ al centro della campata e l'isolinea a 500 micro Tesla.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

Il grafico di **Figura 3.24** riporta l'Induzione magnetica su piano verticale XZ in corrispondenza del portale.

Analizzando i risultati ottenuti, possiamo notare che, nel caso di simulazione a metà campata l'isolinea ha una estensione orizzontale di  $\pm 3.9$  m rispetto al centro del nostro sistema di riferimento, ossia di 1.15 m rispetto alla rotaia esterna. Nel caso di simulazione in corrispondenza del portale, invece, l'isolinea si estende per  $\pm 3.92$  m, sempre rispetto al centro del nostro sistema di riferimento, ossia di 1.17 metri rispetto alla rotaia più esterna. In buona sostanza non c'è molta differenza (2 cm) tra le due estensioni orizzontali dell'isolinea.

Può quindi stabilirsi cautelativamente una estensione dell'isolinea di circa  $\pm 4$  m rispetto al centro del nostro sistema di riferimento, ossia rispetto alla linea di mezzeria tra le due coppie di binari.

La **Figura 3.25**, infine, riporta la sovrapposizione delle isolinee di induzione magnetica a 500 micro Tesla calcolate in progressione dal portale fino alla sezione a metà campata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012

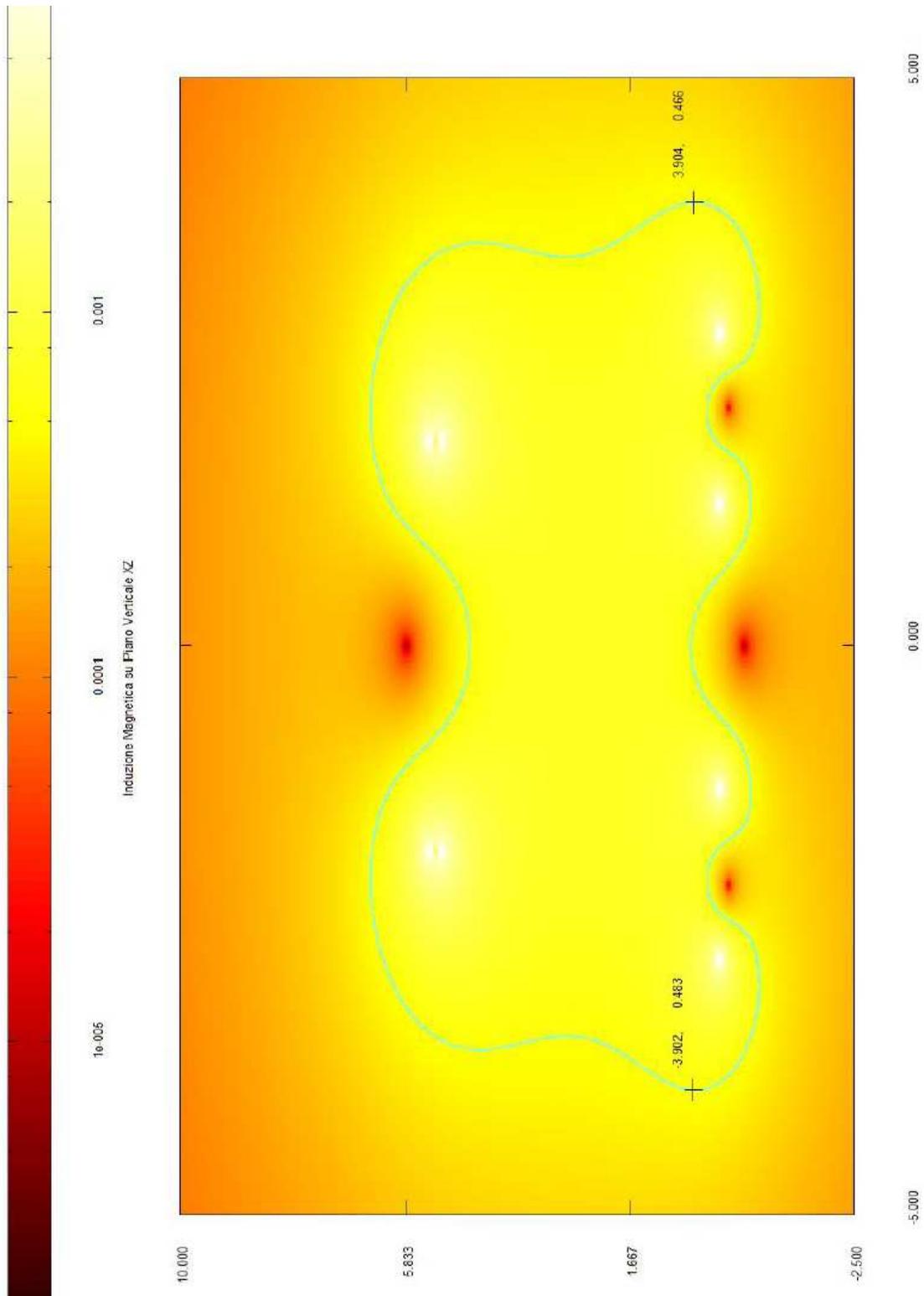


Figura 3.23 – Induzione magnetica su piano verticale XZ al centro della campata

 <b>Stretto di Messina</b>		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	
		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

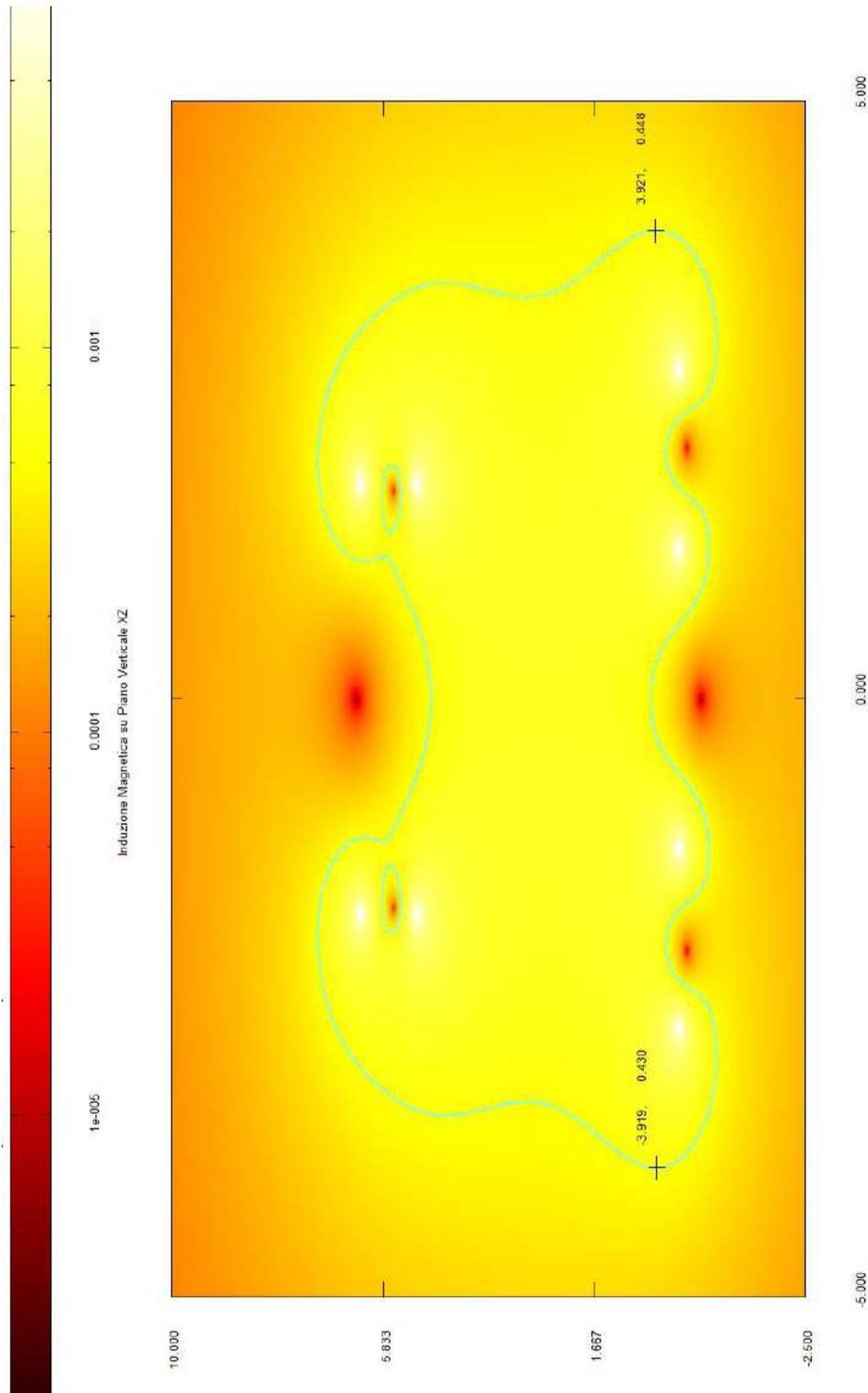


Figura 3.24 – Induzione magnetica su piano verticale XZ al centro della campata

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>	

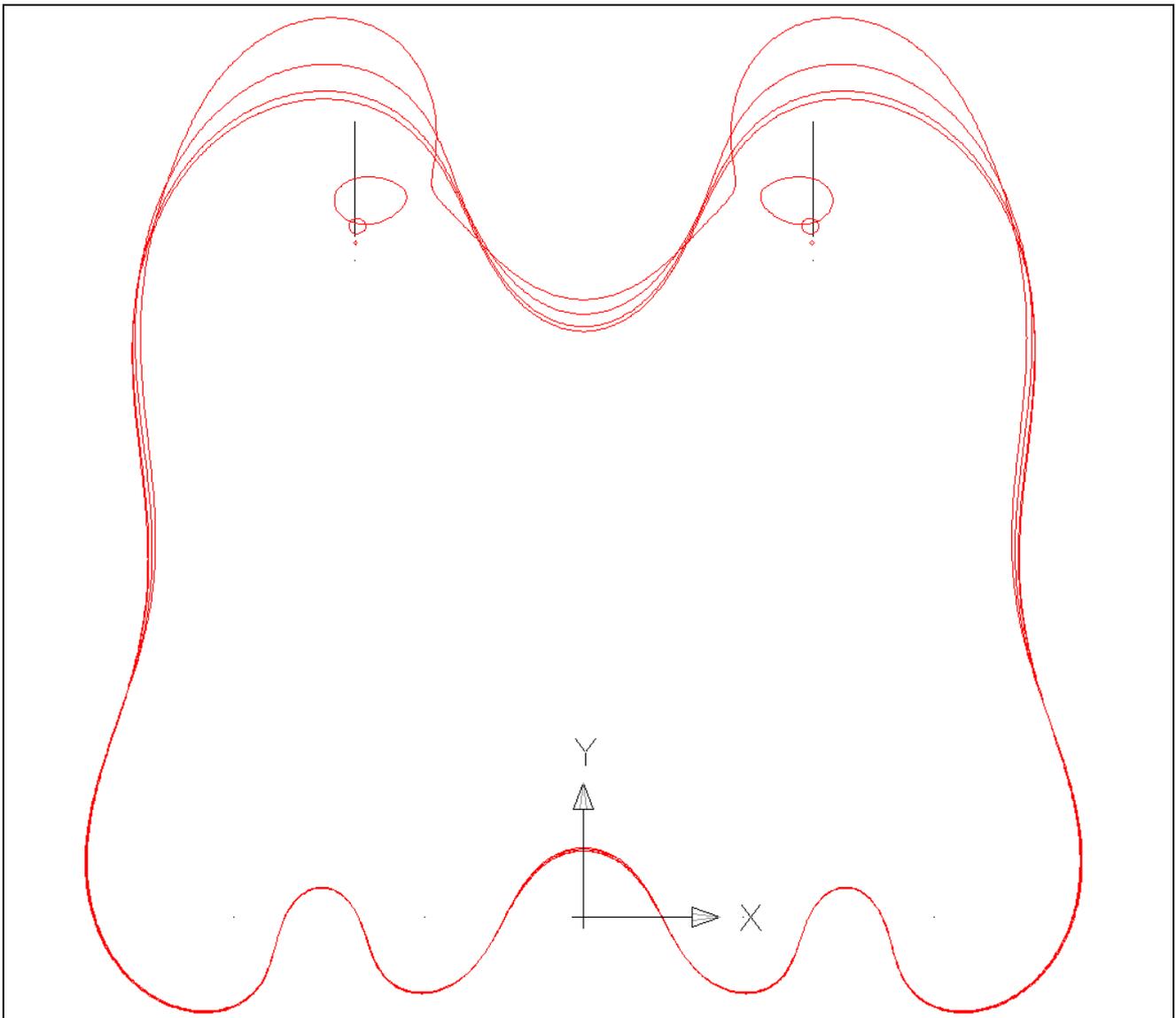


Figura 3.25 - Isolinee di induzione magnetica a 500 micro Tesla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## Conclusioni

La simulazione del campo magnetico statico generato dalla linea ferroviaria prevista per l'attraversamento stabile del Ponte sullo Stretto di Messina, con trazione elettrica DC a 3000 V, ha generato delle isolinee a 500 micro Tesla che si estendono lateralmente per una distanza di  $\pm 4$  m rispetto alla linea di mezzzeria tra le due coppie di binari. Rispetto al binario più esterno l'isolinea si estende per una distanza di 1,25 metri. Questa distanza rientra ampiamente nella fascia di rispetto ferroviaria.

Considerando i limiti sul campo magnetico statico dettati dalle Linea Guida ICNIRP, che stabiliscono per la popolazione un valore limite di 400 milli Tesla, si può affermare che questo valore non è presente in aree aventi valore radioprotezionistico. ICNIRP, inoltre, stabilisce che, al fine della protezione di persone in possesso di dispositivi medici impiantati di supporto alle funzioni vitali, o di materiali ferromagnetici (come protesi impiantate), si debba ammettere un limite più basso, uguale a 0,5 milli Tesla, ossia di 500 micro Tesla.

Le simulazioni dimostrano che questi valori possono essere raggiunti solo all'interno del sedime ferroviario.

### 3.2.2 Nuova SSE per la Trazione Elettrica ferroviaria

#### 3.2.2.1 Generalità

La realizzazione dell'opera Ponte sullo Stretto di Messina prevede il collegamento ferroviario della Stazione di Messina (Versante Siciliano) con la Stazione di Villa San Giovanni (Versante Calabrese). In considerazione dell'estensione del collegamento ferroviario è stato necessario posizionare una Nuova SSE con il compito di abbassare la tensione primaria fornita dall'ENEL, di convertirla in corrente continua a valori di tensione dell'ordine di 3 kV e di immetterla nel circuito di trazione. La SSE è stata posizionata nelle vicinanze del Posto di Manutenzione al km 5+567 in un'area di superficie pari a 7000 mq avente dimensioni 100x70 m.

E' da tenere in considerazione il fatto che l'area dedicata alla SSE è adiacente alla galleria ove è posizionato il Tronco di Sezionamento del Posto di Manutenzione in direzione Messina. Nella zona in oggetto non è possibile realizzare un collegamento aereo tra la SSE e la sede ferroviaria in quanto a lato della SSE vi è la galleria.

Nel caso del collegamento ferroviario in oggetto ove è impiegata una linea di contatto con sezione pari a 540 mmq, velocità di esercizio ferroviario entro i 200 km/h, si ricade nella tipologia di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Standard TE “3”, “4” e “6” seconda del passo tra le SSE. Questi Standard prevedono l’impiego di 2 gruppi di conversione con potenza ogni uno pari a 5,4 MW.

### 3.2.2.2 Schema di funzionamento

La Nuova SSE di La Guardia è stata posizionata come specificato in precedenza in prossimità del Posto di manutenzione al km 5+567. La Nuova SSE sarà collegata con sistema “Entra-Esci” alla vicina linea AT 145 kV ca Terna S.p.A.. La SSE è stata pensata per alimentare la Linea di Contatto con tensione 3 kV cc e per alimentare come scorta la vicina cabina MT/BT a 20 kV ca. Queste due tipologie di alimentazione evidentemente vengono realizzate mediante l’impiego di n° 3 Trasformatori di cui:

- N°2 Trasformatori dedicati all’alimentazione TE 3 kV cc
- N°1 Trasformatore dedicato all’alimentazione di s corta 20 kV ca

E’ previsto inoltre un fabbricato all’interno del quale sono presenti tutte le apparecchiature necessarie alla trasformazione ed alla protezione delle alimentazioni 3 kV cc e 20 kV ca.

Data la posizione della SSE non è possibile realizzare le uscite di alimentazione aeree verso la Linea di Contatto di conseguenza gli alimentatori TE 3kV cc sono stati previsti in cavo e la stessa soluzione è stata prevista anche per gli alimentatori 20 kV ca.

La linea di alimentazione AT 145 kV ca da cui si effettua l’Entra-Esci è collegata alla SSE tramite Linea di Alimentazione in Cavo.

La Linea 145 kV ca Terna da cui si deriva con sistema “Entra ed Esci” la nuova SSE arriva direttamente all’interno della SSE mediante apposito cavidotto. Nel piazzale della SSE è stata prevista una zona riservata la personale Terna S.p.A. ove sono posizionate le n°2 risalite dei cavi di alimentazione AT 145 kV ca. In questa zona sono predisposte delle apposite carpenterie per la trasformazione del degli alimentatori in cavo, in alimentatori aerei. In corrispondenza di tali risalite dei cavi è predisposto un fabbricato sempre dedicato al personale Terna S.p.A. per effettuare eventuali misure sui propri enti.

Da ogni fase della Linea AT 145 kV ca, una volta trasformata da cavo a tubo aereo, viene derivato un trasformatore di tensione di linea. Il Trasformatore di Tensione di Linea ha il fine di ridurre le tensioni di linea (derivanti dalle fasi AT) a valori più idonei a poter effettuare misure di energia e garantire l’intervento delle protezioni di massima e minima tensione sia misure selettive

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012
Alternative ai siti di deposito				

distanziometriche.

La **Figura 3.26** riporta a titolo indicativo la pianta del fabbricato SSE (Reparto TERNA SpA) di dimensioni 13x28 m e la collocazione delle apparecchiature presenti all'interno del fabbricato.

La **Figura 3.27** visualizza a sinistra il reparto SSE RFI contenente i trasformatori (distanza minima 6 m dal perimetro) e a destra, in grigio, il reparto TERNA SpA il cui edificio principale è a distanza > 15 m dal perimetro sud e 5 m dal perimetro di uscita-ingresso della linea A.T. 145 kV

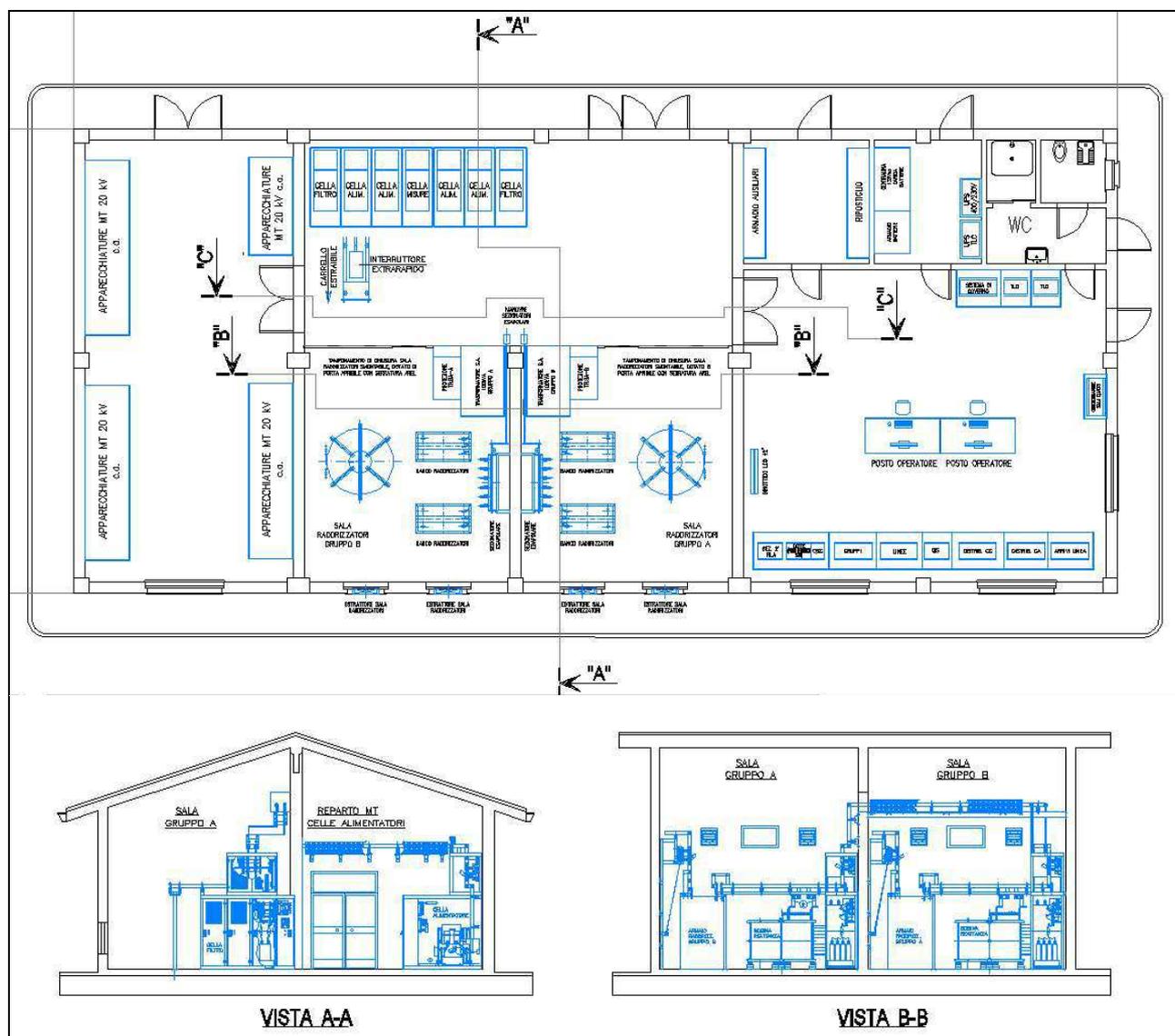


Figura 3.26

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

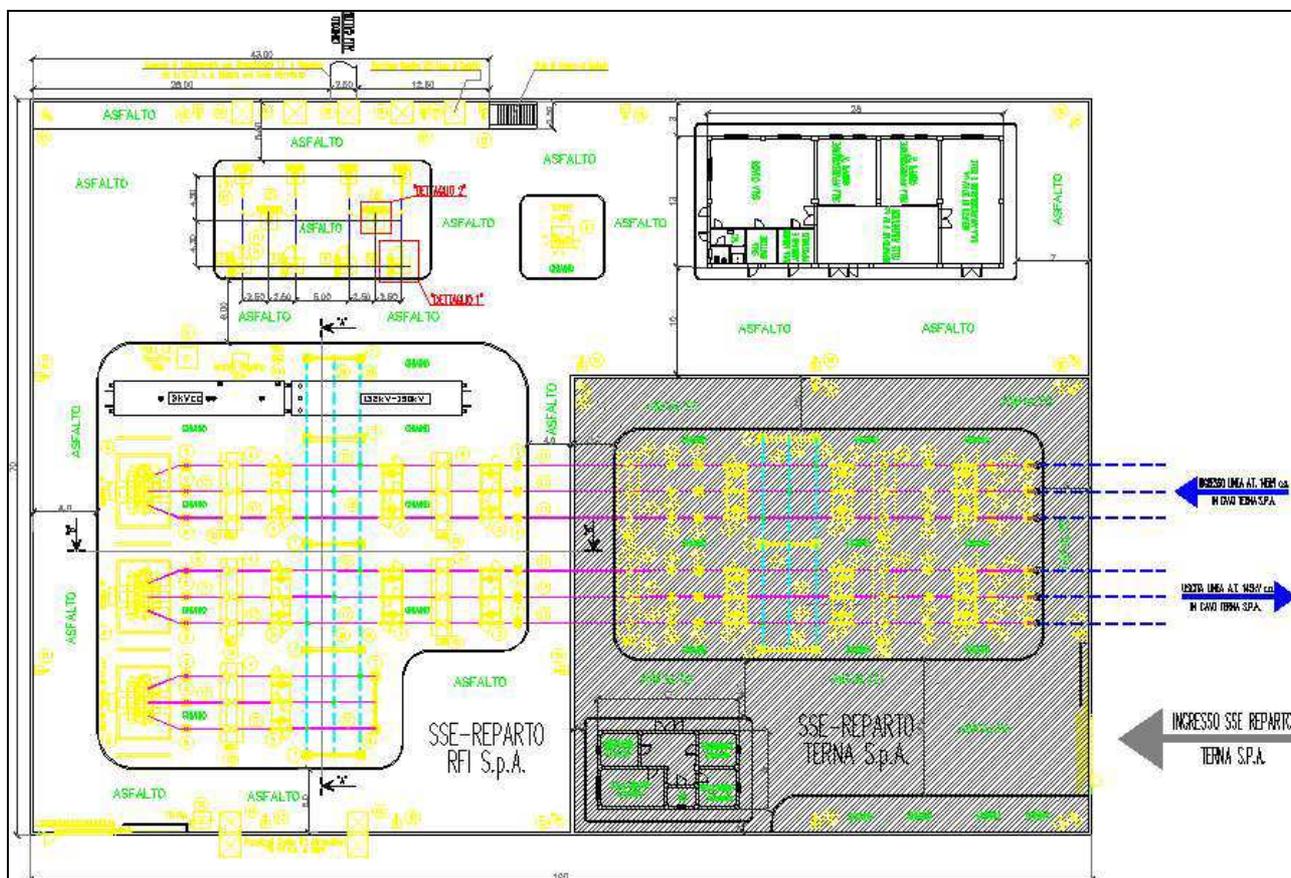


Figura 3.27

### 3.2.2.3 Verifiche di impatto

Le verifiche di impatto riguardano la SSE e la linea AT di alimentazione. Generalmente le distanze di prima approssimazione delle cabine elettriche primarie, dove avviene la trasformazione da AT a MT, rientrano all'interno dei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro. Anche per la linea AT di alimentazione, in cunicolo e derivata dalla linea AT 145 kV ca Terna S.p.A. esistente, la DPA è limitata a pochi metri. Il documento "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", elaborato da Enel Distribuzione S.p.A. a cura della funzione Qualità, Sicurezza ed Ambiente (QSA) in collaborazione con la funzione Ingegneria ed Unificazione (IUN), quale supporto tecnico all'applicazione del procedimento semplificato di calcolo della distanza di prima approssimazione dell'Allegato al 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", contiene il dettaglio delle

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>

informazioni tecniche applicabili al caso studio.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 µT del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003). La procedura si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

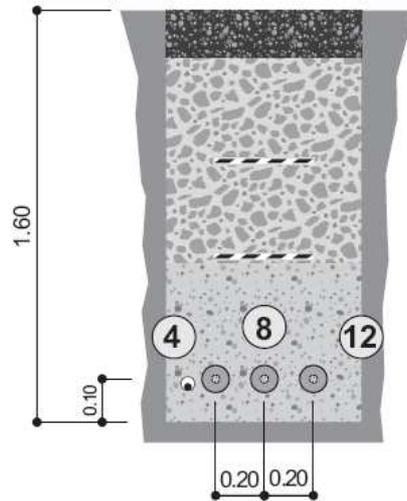
- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali;

ENEL ha elaborato le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio. Possono essere tratte le seguenti conclusioni:

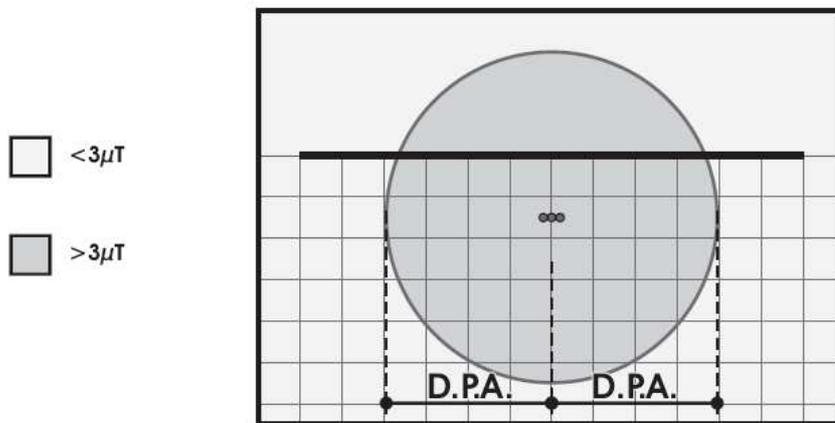
- la DPA dei cavidotti di alimentazione SSE è di 3.1-5.1 m (**Figura 3.28 e Figura 3.29**)
- la DPA dei trasformatori da 250 kVA a 630 kVA, corrente nominale del trasformatore da 361 A a 909 A e diametro dei cavi da 0.012 m a 0,043 m, varia tra 1 m e 2.5 m.
- la DPA applicabili alle cabine primarie AT/MT è di 14 m dal centro delle sbarre AT e 7 m dal centro delle sbarre MT (**Figura 3.30**).

#### 3.2.2.4 Conclusioni

Tutte le DPA ricadono all'interno del sedime SSE reparto RFI o reparto TERNA. Non sono pertanto previste interazioni opera-ambiente significative in corrispondenza dei ricettori presenti sul territorio, indipendentemente dalla recinzione della SSE.

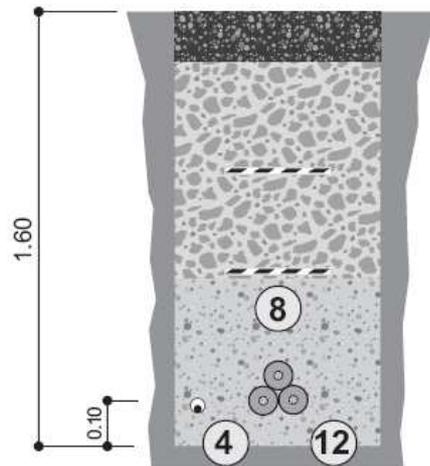


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

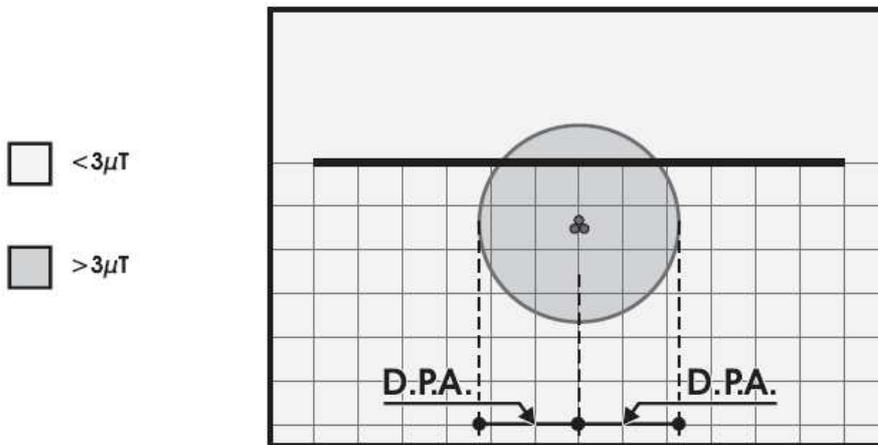


CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm <sup>2</sup> ]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	5.10	A14

Figura 3.28 – Cavi interrati – Semplice terna disposta in piano – Serie 132-150 kV

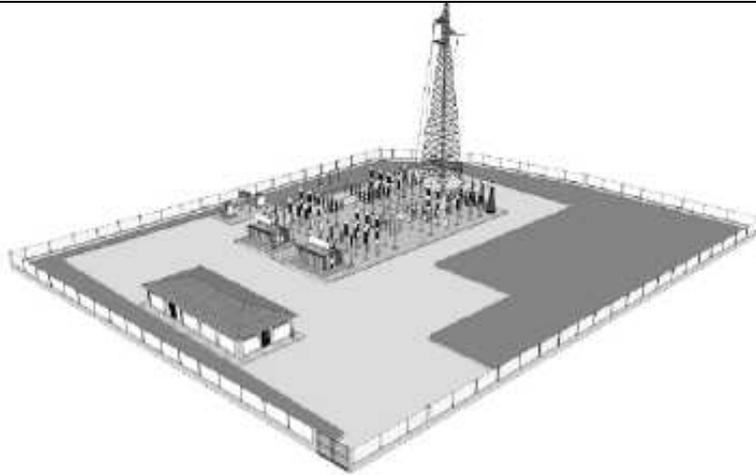


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

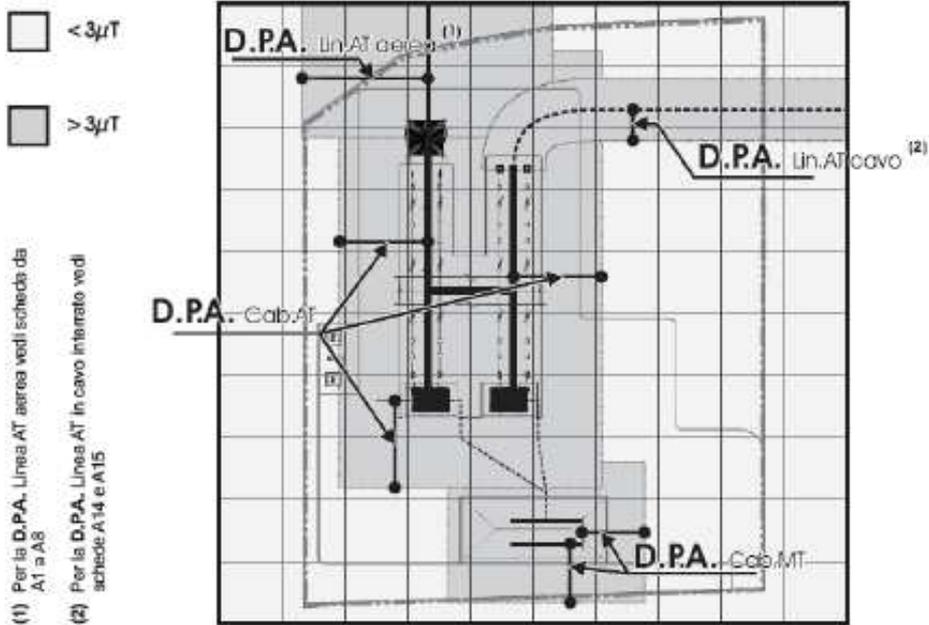


CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm <sup>2</sup> ]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	3.10	A15

Figura 3.29 – Cavi interrati – Semplice terna cavi disposta a trifoglio – Serie 132-150 kV



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



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						Riferimento
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT m	Distanza tra le fasi AT m	Corrente A	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT m	Distanza tra le fasi MT m	Corrente A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Figura 3.30 – Cabina primaria di trasformazione AT/MT

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>

### 3.2.3 Impianti elettrificazione tracciati stradali

Per l'alimentazione delle diverse cabine MT/BT, dedicate ai collegamenti stradali, si prevede, per ogni versante (Calabria e Sicilia), la realizzazione di una rete MT dedicata, avente configurazione ad anello.

I due rami di ciascun anello MT saranno derivati dal quadro MT (QMT-SS) in corrispondenza del quale sarà realizzata anche la fornitura dell'energia in MT da parte dell'Ente Distributore (ENEL). Tale quadro sarà collocato a terra nei pressi dell'Opera di Attraversamento: la **Figura 3.31** riporta la localizzazione lato Calabria e Sicilia delle sottostazioni elettriche QMT SS e dell'edificio QMT G in cui è previsto il generatore diesel di emergenza.

La sottostazione, oltre alle apparecchiature necessarie per i servizi sul Ponte, prevede anche n.2 celle MT, per la derivazione dei due rami asserviti ai collegamenti stradali. Le due celle saranno complete di interruttore equipaggiati di protezioni di massima corrente direzionale di fase e di massima corrente direzionale di guasto a terra.

La rete MT sarà realizzata in cavo tripolare ad elica tipo RG7H1M1X – 12/20 kV, avente sezione unificata pari a 185 mm<sup>2</sup>, posato all'interno di tubazioni dedicate in polietilene adatte per posa interrata.

Una rete ad anello garantisce già, intrinsecamente, una buona sicurezza in termini di continuità di servizio; tuttavia, per aumentare l'affidabilità del sistema, la rete MT sarà dotata di tutti i dispositivi necessari per poter eseguire, in caso di guasto, sia l'individuazione del guasto stesso che la successiva riconfigurazione della rete; tali operazioni saranno attuate, in maniera automatica, dal sistema di supervisione generale.

Per poter garantire, efficacemente, le funzionalità sopra descritte, si prevede l'implementazione di protezioni direzionali (67 e 67N) a bordo di tutti gli interruttori installati sulle celle di "entra-esci" dell' dei diversi quadri MT. La selettività logica di intervento di queste protezioni sarà realizzata tramite una loro interconnessione con "filo pilota" in fibra ottica monomodale, utilizzando fibre dedicate della rete WAN.

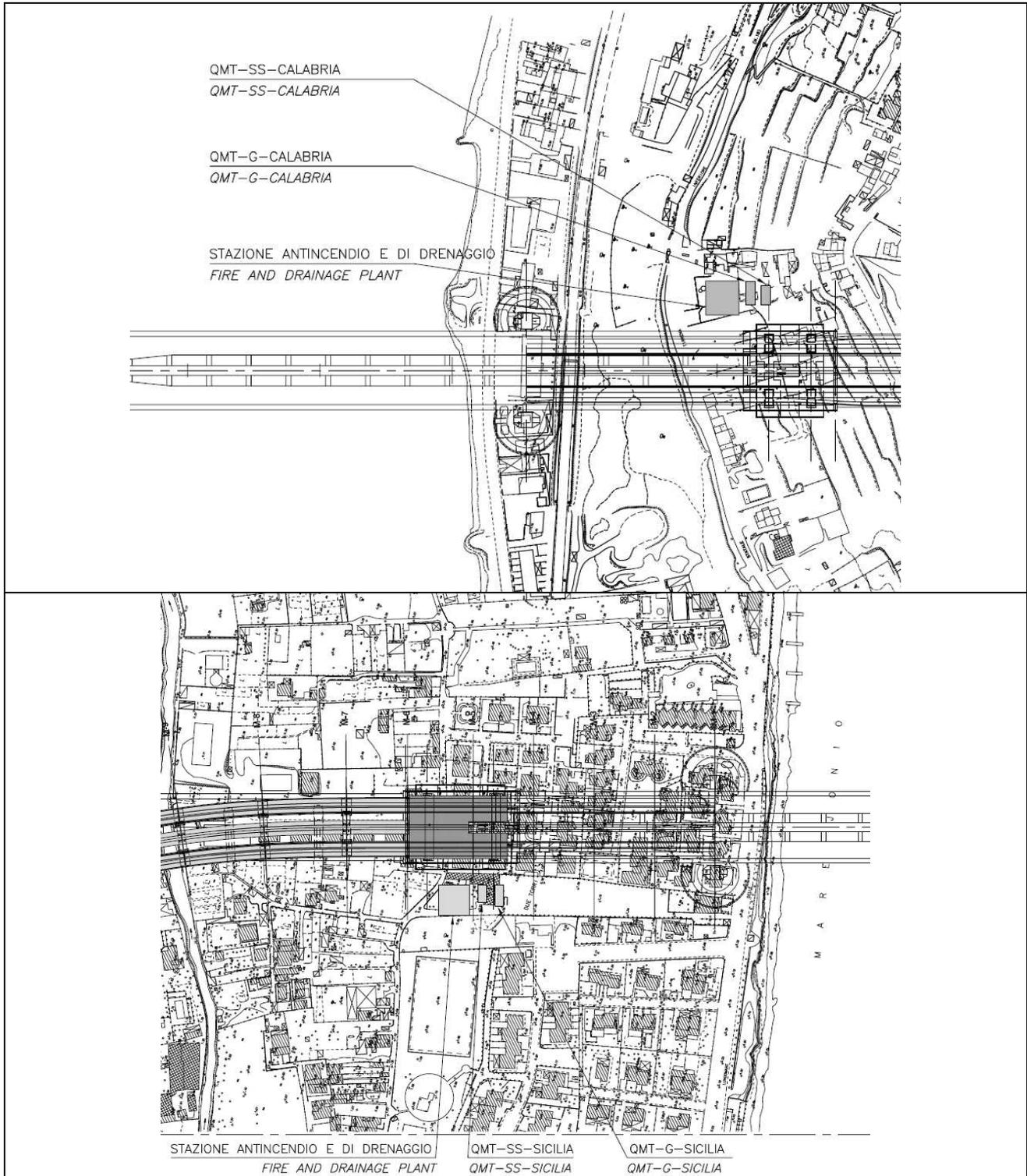


Figura 3.31 – Localizzazione sottostazione QMT SS e QMT G Calabria e Sicilia

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

Le cabine di fornitura in MT poste in corrispondenza dell'opera di attraversamento e le cabine secondarie tipo box o simili alimentate in cavo sotterraneo con unico trasformatore 250-630 KVA, hanno distanze di prima approssimazione DPA dell'ordine di 1.5-2 m dal filo parete esterna (**Figura 3.32**).

Per gli elettrodotti interrati in MT la DPA in asse cavidotto è di 0.7 m, interamente contenuta al di sotto del piano campagna locale.

Altri trasformatori e gruppi di continuità, riguardanti in senso stretto l'opera di attraversamento, sono previsti in corrispondenza dei blocchi di ancoraggio e all'interno delle torri.

Tutti questi impianti elettrici, sempre contenuti all'interno del perimetro di proprietà, non determinano interazioni significative con ricettori o problemi di rispetto dei limiti di legge in aree urbanizzate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

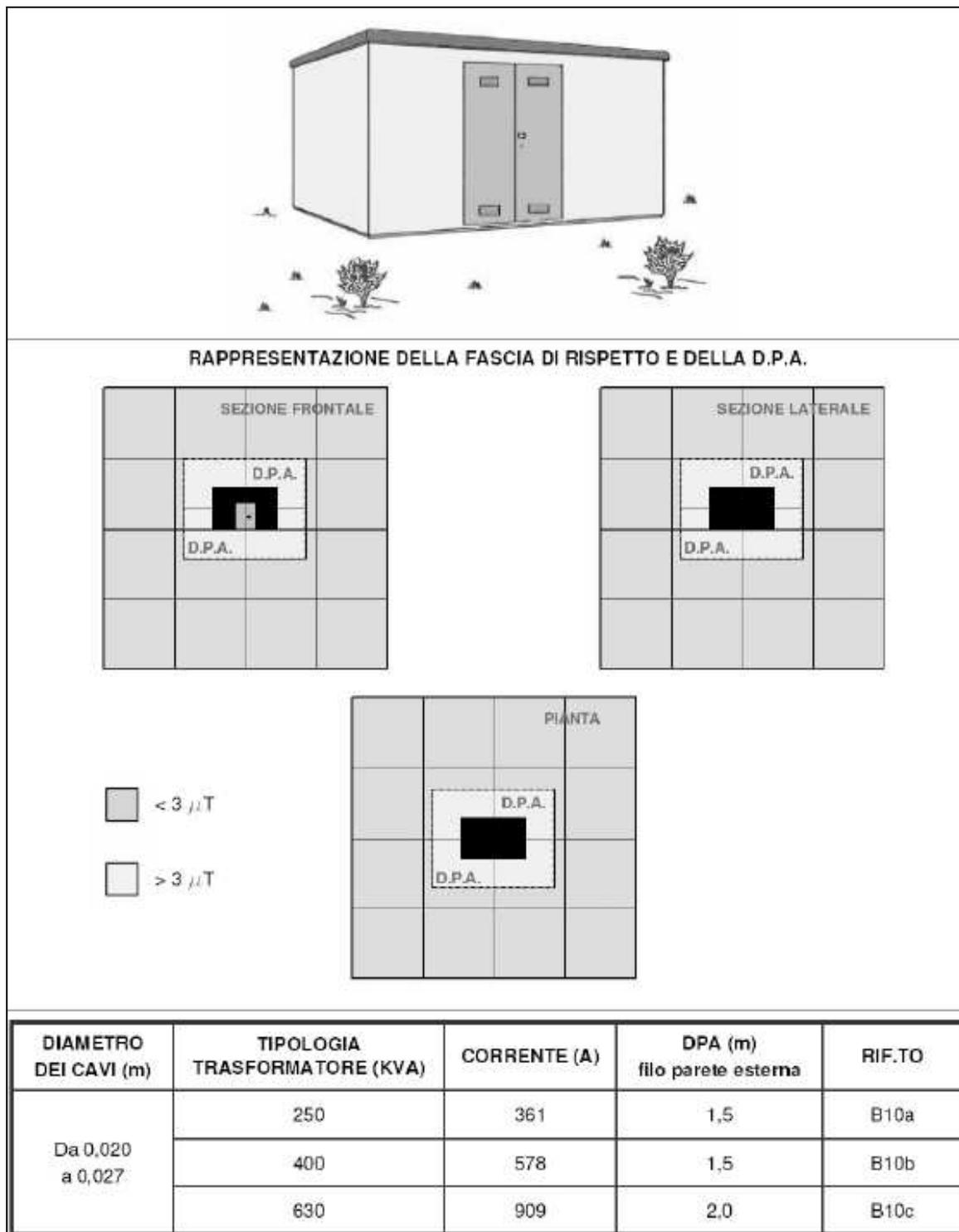


Figura 3.32 – Cabina secondaria d trasformazione MT/BT

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito					
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">31/05/2012</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	31/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	31/05/2012						

### 3.2.4 Radar sorveglianza

#### 3.2.4.1 Generalità

La sicurezza del Ponte sullo Stretto di Messina sarà affidata a 4 Radar di Profondità Frequency Diversity del sistema VTS nazionale <sup>1</sup> montanti su pali di altezza 30 m, localizzati in prossimità delle torri, due lato Sicilia e due lato Calabria. I radar sono previsti esternamente al perimetro dell'area di intervento nelle posizioni preliminarmente indicate in **Figura 3.33** e **Figura 3.34**. I principali dati tecnici sono contenuti in **Tabella 3.3**.

Banda di funzionamento	9230±30 MHz e 9470±30 MHz
Potenza di picco all'uscita del trasmettitore	50 KW nominale
Potenza media all'uscita del trasmettitore	73.7 W nominale
AntENNA	SLOTTEN WAVEGUIDE
Dimensione orizzontale dell'antenna	6.5 m
Guadagno dell'antenna	38±1 dB
Polarizzazione	Circolare
Fascio di radiazione orizzontale (a -3 dB)	0,38"±0,02°
Fascio di radiazione verticale (a -3 dB)	11±1°

Tabella 3.3 – Caratteristiche del radar di profondità del VTS Nazionale

<sup>1</sup> Il VTS Nazionale è il sistema informativo integrato per il controllo del traffico marittimo

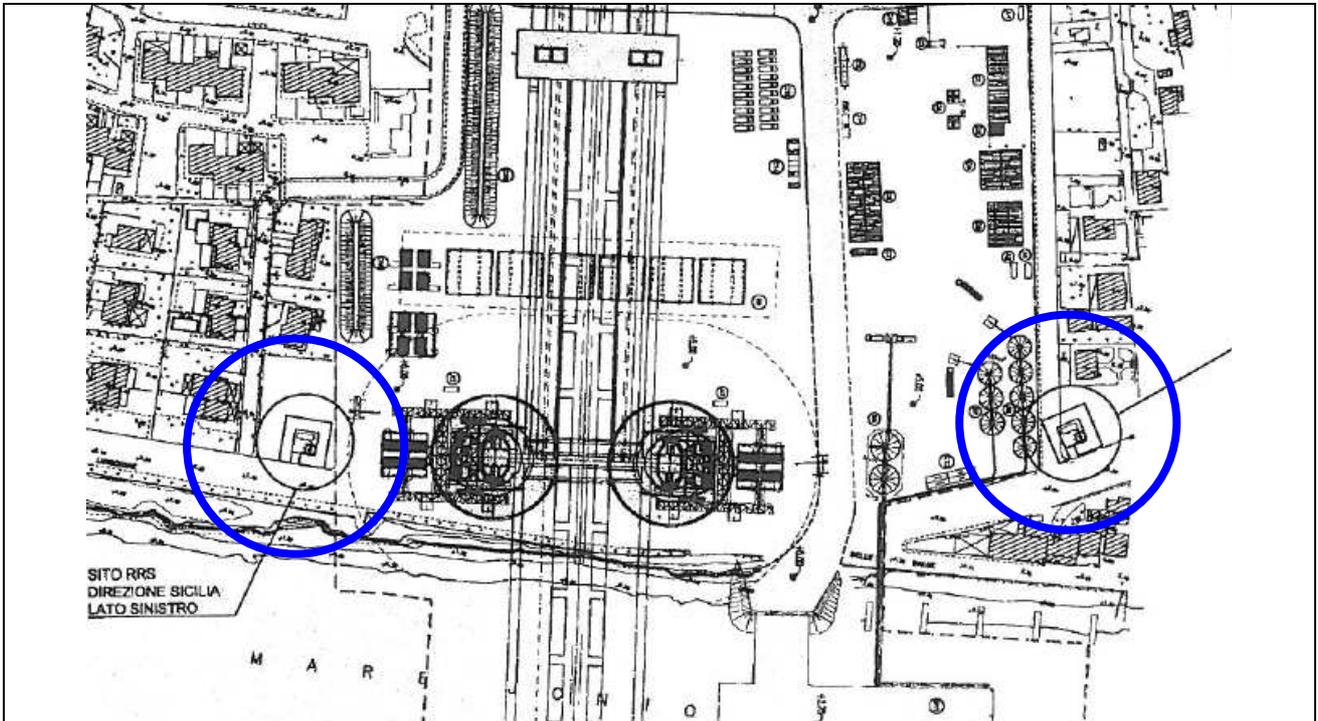


Figura 3.33– Localizzazione radar lato Sicilia

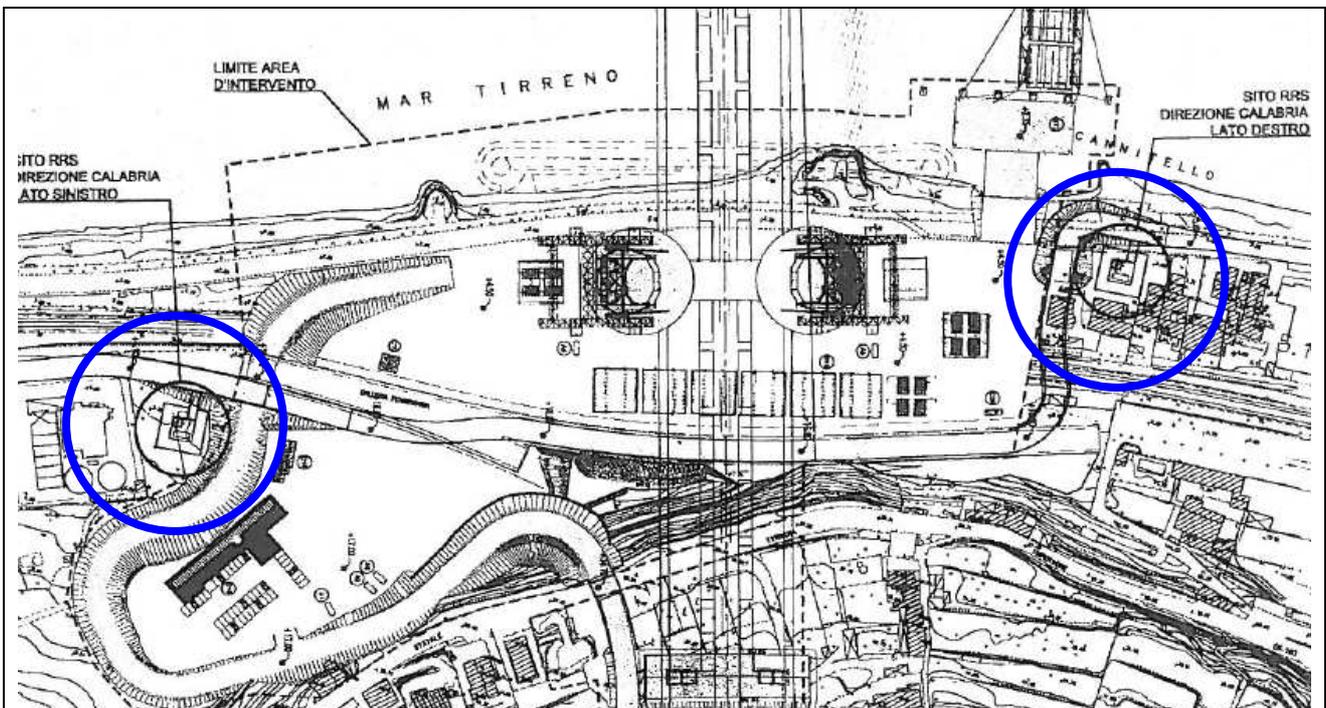


Figura 3.34 – Localizzazione radar lato Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.2.4.2 Verifiche di impatto

La definizione delle aree potenzialmente pericolose per la salute umana a causa dell'esposizione ai campi elettromagnetici irradiati dall'antenna del Radar di profondità è stata effettuata nell'ambito del P.D. utilizzando il programma ANCF Aperture Near Field Computation di proprietà SELEX-SI. Questo programma è in grado di calcolare il campo elettromagnetico e la densità di potenza irradiati da antenne funzionanti nella banda radar utilizzando l'algoritmo basato sulla tecnica detta "Aperture Integration". Il CEM così calcolato è stato utilizzato per definire le curve isolivello (riportate in **Figura 3.35** e **Figura 3.36**) corrispondenti ai valori indicati dalla normativa di riferimento come limiti di esposizione ai campi elettromagnetici irradiati (Valori di attenzione pari a  $0,1 \text{ W/m}^2$  di densità di potenza  $D$  o  $6 \text{ V/m}$  di campo elettrico  $E$ ), mediati in qualsiasi intervallo di 6 minuti. La **Figura 3.37** evidenzia le zone di pericolo del radar di profondità su piano verticale e orizzontale con antenna in rotazione. Tali zone non interferiscono con le quote dell'edificato presente in prossimità dei radar.

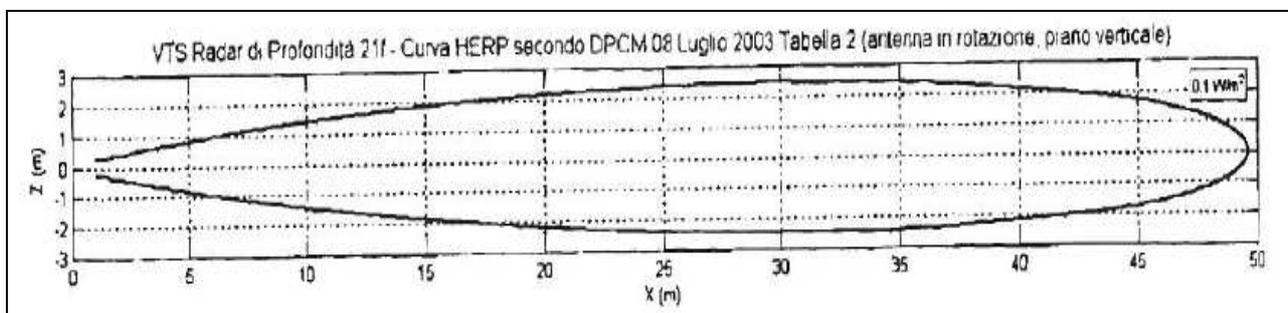


Figura 3.35 – Curva di pericolo del radar secondo DPCM 8 luglio 2003 (antenna in rotazione, piano verticale)

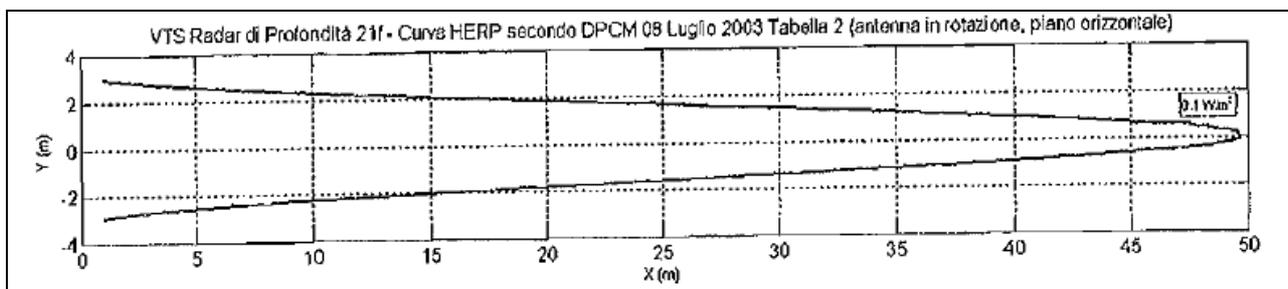


Figura 3.36 – Curva di pericolo del radar secondo DPCM 8 luglio 2003 (antenna in rotazione, piano orizzontale)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

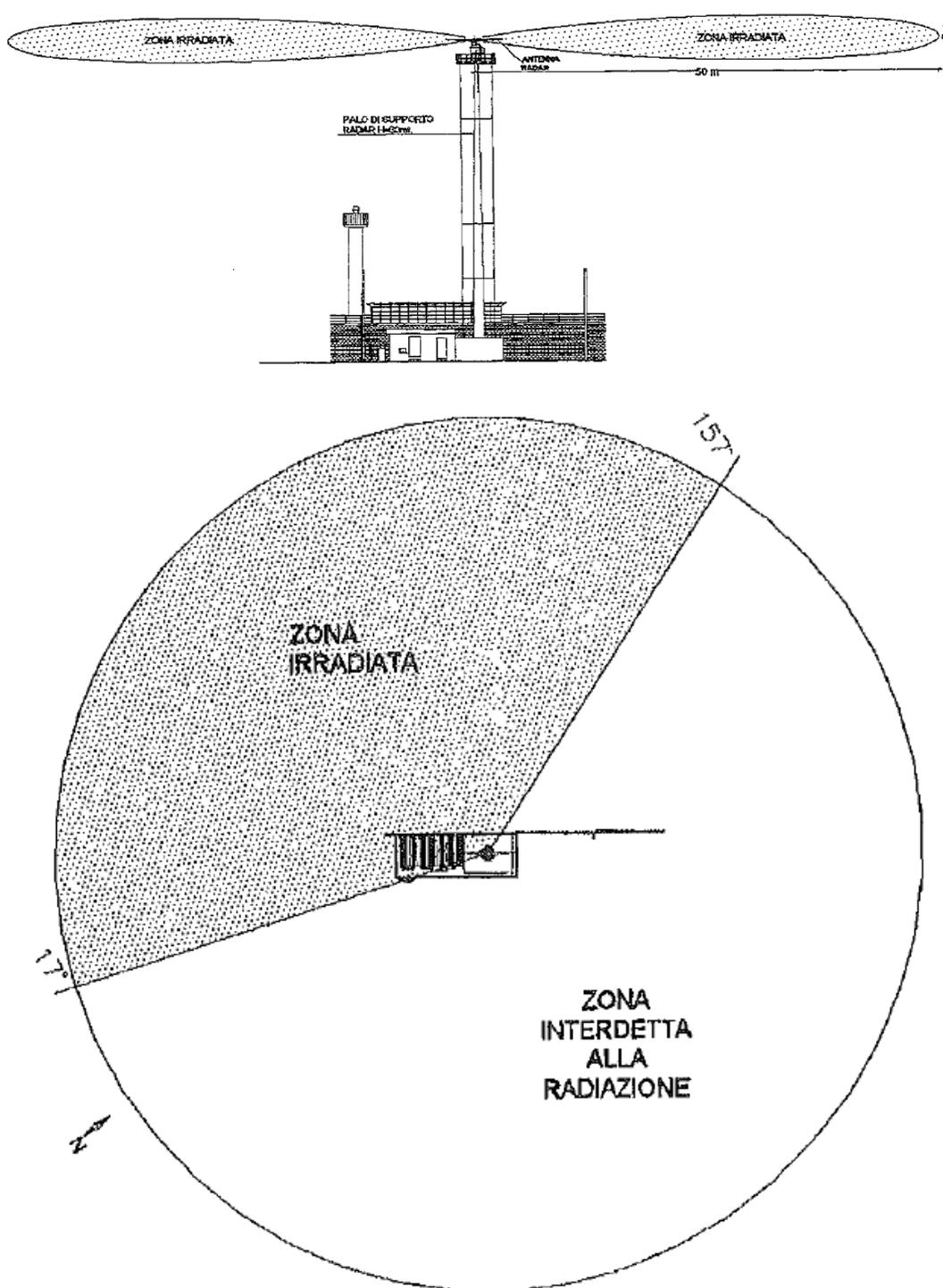


Figura 3.37 – Zone di pericolo del radar di profondità su piano verticale e orizzontale con antenna in rotazione.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center"><b>RELAZIONE GENERALE</b></p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

### 3.2.4.3 Conclusioni

I radar hanno una banda di funzionamento compresa tra  $9230 \pm 30$  MHz e  $9470 \pm 30$  MHz. I valori di attenzione mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di 6 minuti sono espressi nel DPCM 8 luglio 2003 in termine di intensità del campo elettrico E (6 V/m), di intensità di campo magnetico H (0,016 A/m) e di densità di potenza D (0.1 W/m<sup>2</sup>),

I calcoli previsionali documentano che i valori di attenzione non sono mai superati all'esterno di un cilindro di raggio 50 m e altezza 5 m avente il centro coincidente con il centro di fase dell'antenna del radar. La localizzazione prevista per i 4 radar e l'altezza degli edifici residenziali presenti all'interno della corona circolare di diametro 100 m permettono di escludere la presenza di situazioni di esposizione superiori ai valori di attenzione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

### 3.3 Impianti TT previsti dal progetto di supporto alla radio copertura di gallerie stradali e ferroviarie

#### 3.3.1 Premessa

In una analisi di impatto elettromagnetico è necessario essere in possesso di una serie di dati della sorgente e, in particolare, di informazioni di tipo posizionale (localizzazione della sorgente) e di tipo radioelettrico.

Allo stato attuale di sviluppo della progettazione delle opere di attraversamento stabile dello Stretto di Messina queste informazioni, sia per la radio copertura dei tunnel ferroviari sia di quelli stradali, non sono univocamente definibili in considerazione del fatto che solo in sede di Progetto Esecutivo potranno essere attivate le opportune interazioni con i gestori della telefonia mobile. La posizione del sistema di antenne esterne indicata negli elaborati grafici deve pertanto intendersi di massima e potrà essere definita univocamente solo a seguito di specifici accordi con gli Enti interessati alla trasmissione radio in galleria, con l'obiettivo di garantire condizioni di ricezione/trasmisione ottimali in soggezione alle leggi vigenti che regolano l'esposizione ai campi elettromagnetici.

Come conseguenza di quanto precedentemente indicato, il presente lavoro è stato sviluppato:

- analizzando i dati disponibili;
- scegliendo, in base ad i dati analizzati, una tipologia di installazione che possa adattarsi agli stessi dati;
- ipotizzando alcuni parametri radioelettrici dei componenti l'installazione;
- effettuando la simulazione con la tipologia ed i dati radioelettrici ipotizzati.

I sistemi oggetto di valutazione sono essenzialmente due:

#### 1. Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie ferroviarie

Il sistema, da un punto di vista dell'impatto elettromagnetico nei confronti di recettori che stazionino in un determinato punto per un lungo periodo, può essere identificato in una torre (sulla quale verranno installate delle antenne per il servizio GSM/DCS/UMTS) posta in prossimità della galleria ferroviaria da coprire.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>

## 2. Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie stradali

In questo caso è presente sia il sistema telefonico tradizionale, sia i servizi dedicati alle forze di intervento di emergenza (VVF, polizia stradale, 118, sistema Tetra), oltre che una copertura in modulazione di frequenza (FM).

Le antenne saranno presenti sia su una torre nelle vicinanze delle gallerie stradali da coprire, sia sui portali presenti nelle immediate adiacenze delle gallerie stradali stesse.

### 3.3.2 Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie ferroviarie

Il progetto prevede una rete di radiopropagazione in grado di garantire la copertura UMTS/GSM (Global System for Mobile Communications) all'interno delle gallerie ferroviarie della tratta calabra.

Tale sistema di comunicazione è richiesto dal D.M. 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" per tunnel con lunghezza maggiore di 1000 m. Infatti, già con gallerie di lunghezza maggiore di 500m, immediatamente dopo il portale di ingresso si interrompe ogni comunicazione radio.

La prevista rete GSM/UMTS garantirà le comunicazioni con il normale servizio di telefonia cellulare, dei principali gestori del servizio pubblico, all'interno delle gallerie, sia nei confronti dei viaggiatori che per le eventuali squadre di soccorso in caso di incidente. Sullo stesso supporto non verrà invece distribuito il segnale GSM-R, oggetto di diverso impianto di radio-propagazione, come richiesto in specifica RFI TT 597: 2008.

Gli impianti di radiopropagazione GSM/UMTS previsti garantiranno le seguenti performance:

- il livello dei segnali GSM al terminale, con una probabilità del 95 %, sarà sempre superiore a -70 dB, corrispondete a circa 76 dB $\mu$ V/m a 900 Hz (valore superiore rispetto alle richieste di specifica TT582 di 59dB $\mu$ V/m a 900 MHz).
- il livello dei segnali UMTS al terminale, con una probabilità del 95 %, sarà sempre superiore a -80 dB, corrispondete a circa 66 dB $\mu$ V/m a 2.000 MHz.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.3.3 Architettura del sistema

L'impianto GSM è descritto nelle normative specifiche TT 589: 2002 e TT 582: 2003.

Inoltre, come sopra accennato, la nuova specifica RFI TT 597: 2008 prevede per i due sistemi GSM e GSM-R diverse piattaforme tecnologiche, utilizzando sia supporti trasmissivi che supporti di diffusione del segnale sostanzialmente diversificati. Il sistema comprende principalmente:

- stazioni di testa per la ricezione e la trasmissione di segnali GSM/UMTS;
- antenne di rice/trasmissione via etere per segnali GSM/UMTS;
- sistemi di sostegno delle antenne di rice/trasmissione via etere;
- stazioni periferiche per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS su cavo radiante all'interno delle gallerie;
- stazioni periferiche per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS nelle stazioni ferroviarie interrato (definite nella documentazione progettuale degli impianti delle stazioni ferroviarie);
- cavi radianti da 1" 5/8 per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS all'interno delle gallerie;
- antenne radianti per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS all'interno delle stazioni ferroviarie interrato (definite nella documentazione progettuale degli impianti delle stazioni ferroviarie);
- dorsali di comunicazione;
- sistemi di supervisione.

L'impianto GSM/UMTS prevede diversi sistemi di antenne esterne per la ricezione del segnale.

I segnali "catturati" dalle diverse postazioni di antenna (una per ogni operatore telefonico) vengono trasmessi alle stazioni di testa GSM/UMTS che provvedono alla trasmissione del segnale, tramite collegamenti in fibra ottica dedicati, ai vari remotizzatori collocati nelle diverse stazioni periferiche. In ogni stazioni periferica opportuni apparati convertiranno il segnale ottico, proveniente dalle dorsali di comunicazione, in segnali GSM/UMTS, amplificandolo e diffondendolo attraverso cavi radianti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.3.4 Sistema UMTS/GSM

Per garantire la corretta ricezione/diffusione del segnale GSM/UMTS nelle gallerie ferroviarie si prevede la realizzazione di n. 1 stazione di testa. La stazione sarà in grado di distribuire il segnale GSM/UMTS ad appositi sistemi di diffusione previsti all'interno di tutti i rami della galleria Bolano.

La stazione di testa verrà dimensionata per poter supportare tutte le portanti GSM/UMTS, rese disponibili dai Carrier, ai diversi remotizzatori previsti all'interno delle gallerie e/o stazioni interrate ferroviarie. La stazione di testa è infatti prevista in grado di ospitare gli apparati GSM/UMTS dei diversi operatori di servizio pubblico radio mobile (fino ad un massimo di 4 Carrier).

Nelle stazioni di testa i segnali GSM/UMTS verranno amplificati e convertiti in segnali ottici, per essere distribuiti attraverso una specifica rete in fibra ottica ai remotizzatori previsti nelle stazioni interrate ed in galleria. Non è prevista comunque la fornitura degli apparati di controllo/conversione degli operatori pubblici ma la sola predisposizione per gli spazi tecnici necessari alla successiva installazione.

La stazione radio di testa si prevedono le seguenti apparecchiature:

- n. 6 Armadi rack da 19", realizzato in tecnica N3 (in accordo a norme ETSI ETS 300-119), con ognuno 42 U e dimensioni di base 600x600 mm. Di questi, n. 4 saranno dedicati ai Carrier, n. 1 alla stazione di energia e n. 1 al sistema di supervisione e n. 1 alla permutazione ottica, al banching ed al sistema di supervisione;
- predisposizioni per l'alloggiamento di n.4 apparati controllo/conversione degli operatori;
- eventuale combinatore (banching) per la diffusione del segnale, di n. 4 utenze GSM e n. 4 utenze UMTS provenienti dai suddetti apparati controllo/conversione attraverso un cavo radiante in galleria;
- stazione di alimentazione di emergenza, con sezioni a 230Vac - 48Vdc, comprensiva di batterie di accumulatori che garantiscono una autonomia minima di 6 ore per le sezioni a 48V;
- apparati di supervisione della stazione (denominato PLC\_IRG) controllati attraverso la rete dati di emergenza di piazzale;
- pannelli di permutazione per fibre ottiche del cavo di dorsale in fibra ottica, nel seguito definito.

Le apparecchiature sopra elencate saranno posizionate all'interno di un opportuno locale

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center"><b>RELAZIONE GENERALE</b></p>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

telecomunicazioni di edificio cabina MT/bt.

Tutte le stazioni di testa verranno alimentate direttamente dai Q\_BT dalla sezione in continuità assoluta (garantita per mezzo di UPS ridondati).

### 3.3.5 Antenne esterne

Le antenne direzionali da utilizzarsi sulle torri dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- **Altezza** - Le antenne devono essere situate ad una certa altezza in funzione del livello dei segnali disponibili in corrispondenza della torre e delle condizioni di visibilità delle antenne delle celle donatrici.
- **Direttività** - Per evitare il rischio di interferenze rispetto ad altre celle rispetto a quella donatrice, dovranno essere utilizzare antenne ad elevata direttività. Questo comporta anche un guadagno più elevato dell'antenna stessa e, conseguentemente, la necessità di una minore potenza al connettore di antenna a parità di potenza equivalente isotropica irradiata (EIRP). Per queste antenne può essere stimato un guadagno minimo di 16dBi.
- **Disaccoppiamento** - Le antenne dei diversi gestori dovranno essere disaccoppiate, per evitare fenomeni di interferenza. Questo problema viene risolto attraverso la separazione verticale delle antenne, l'adozione di diverse direzioni di orientamento e l'utilizzo di antenne ad elevato "front to back ratio". E' qui altresì da considerare che l'utilizzo del repeater peggiora inevitabilmente il rumore del ricevitore della cella donatrice. Infatti, anche in assenza di segnale generato dai telefoni mobili degli utenti presenti in galleria, c'è comunque del rumore termico che viene amplificato e trasmesso verso la cella donatrice. Questo rumore termico, amplificato e filtrato dai filtri di canale, contribuirà, insieme al rumore intrinseco del ricevitore ed alla sua figura di rumore, ad innalzare la potenza di rumore complessiva presente al ricevitore della cella donatrice, comportando un peggioramento della sensibilità (o, equivalentemente, una riduzione del raggio di copertura). Si comprende quindi l'importanza di evitare che antenne direttive sulla torre irradiano verso altre celle donatrici, diverse da quella di interesse. La **Figura 3.38** visualizza in termini di principio il prelievo del segnale da un ripetitore,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

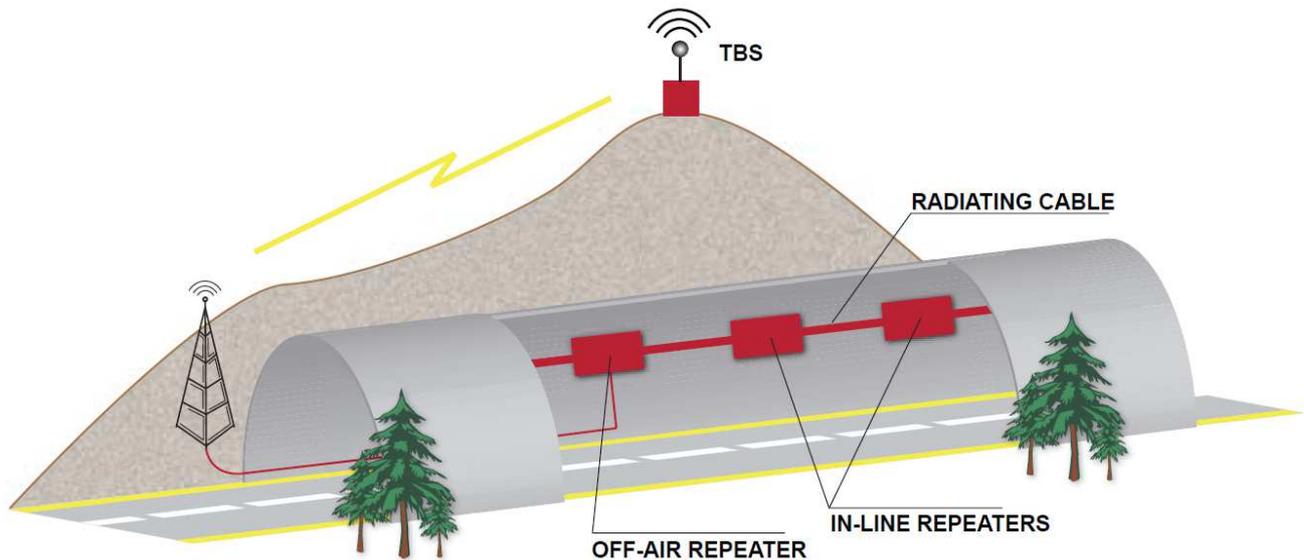


Figura 3.38

Nel caso rappresentato è presente una stazione donatrice, denominata TBS, che copre una certa porzione territoriale. Nell'area coperta da questa stazione donatrice viene inserito il traliccio o torre che, attraverso delle antenne direzionali ivi montate e dirette verso la stazione donatrice, prelevano il segnale RF.

Ora è evidente che una prima condizione perché questa architettura possa avere luogo è che il segnale generato dalla stazione donatrice giunga alle antenne del nostro traliccio con una potenza sufficiente.

Il segnale catturato dalle antenne presenti sulla torre viene inviato agli apparati attivi, presenti nelle immediate adiacenze delle antenne stesse. Questi apparati attivi hanno la funzione di filtrare ed amplificare il segnale catturato dalle antenne. Quindi, questo segnale filtrato ed amplificato, viene diffuso nella galleria, utilizzando (a seconda della tipologia di galleria e valutando i rapporti costi benefici) delle antenne o dei cavi radianti (radiating cable indicati in figura), ossia dei cavi che presentano delle discontinuità nella schermatura attraverso le quali viene irradiato il segnale RF. Il transito dalla stazione donatrice, alle antenne presenti sulla torre, al sistema di diffusione in galleria (costituito da antenne o cavi radianti) ed infine al telefono mobile utilizzato per la comunicazione, viene identificato con il termine "down link".

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Il processo evidenziato è bidirezionale, ossia, il segnale generato dal telefono mobile viene catturato dal sistema di diffusione RF in galleria (antenne o cavi radianti) e portato agli elementi attivi presenti nelle immediate adiacenze della torre. Qui il segnale viene filtrato ed amplificato, quindi viene infine inviato alle antenne presenti sulla torre per essere irradiato verso la stazione donatrice. Questo cammino dal telefono mobile alla stazione donatrice, contrario a quello precedentemente esaminato, viene denominato “up link”.

L'utilizzo del repeater non aumenta la capacità della stazione radiobase, ma rappresenta un prolungamento di essa, nel senso che rende disponibile il suo segnale in aree (come in galleria) dove in sua assenza non potrebbe esistere. Conseguentemente, il traffico (per ogni dato sistema GSM, DCS o UMTS e per ogni dato gestore) generato in galleria, confluirà nel traffico della cella della stazione radio base donatrice, verso la quale sono puntate le antenne presenti sulla torre.

Il sistema di antenne sarà posizionato su torri metalliche di altezza 20 m f.t. previste nei piazzali di emergenza degli imbocchi delle gallerie ferroviarie, nelle vicinanze delle cabine d'alimentazione dei sistemi LFM, ove è prevista la stazione di testa. In particolare:

- n.1 torre presso il piazzale di emergenza P.E. di Galleria S.Agata
- n.1 torre presso il piazzale di emergenza P.E. di Galleria S. Cecilia lato Stazione di Messina.

Le **Figure 3.39-3.40** riportando la localizzazione di massima..

Su questa torre verranno posizionate le antenne dei sistemi GSM/UMTS (790...960 Mhz - 1.800 ... 2170 Mhz) per i servizio degli operatori pubblici (TIM, Vodafone, Wind, H3G).

Le diverse antenne saranno collegate, a mezzo cavi coassiali da 7/8” (uno per ogni antenna), ad appositi connettori previsti nei rack da 19” delle stazioni radio di testa sopra descritte.

La posizione del sistema di antenne esterne sarà in ogni caso fissata in stretto accordo con gli Enti interessati alla trasmissione radio in galleria in maniera da garantire condizioni di ricezione/trasmissione ottimali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

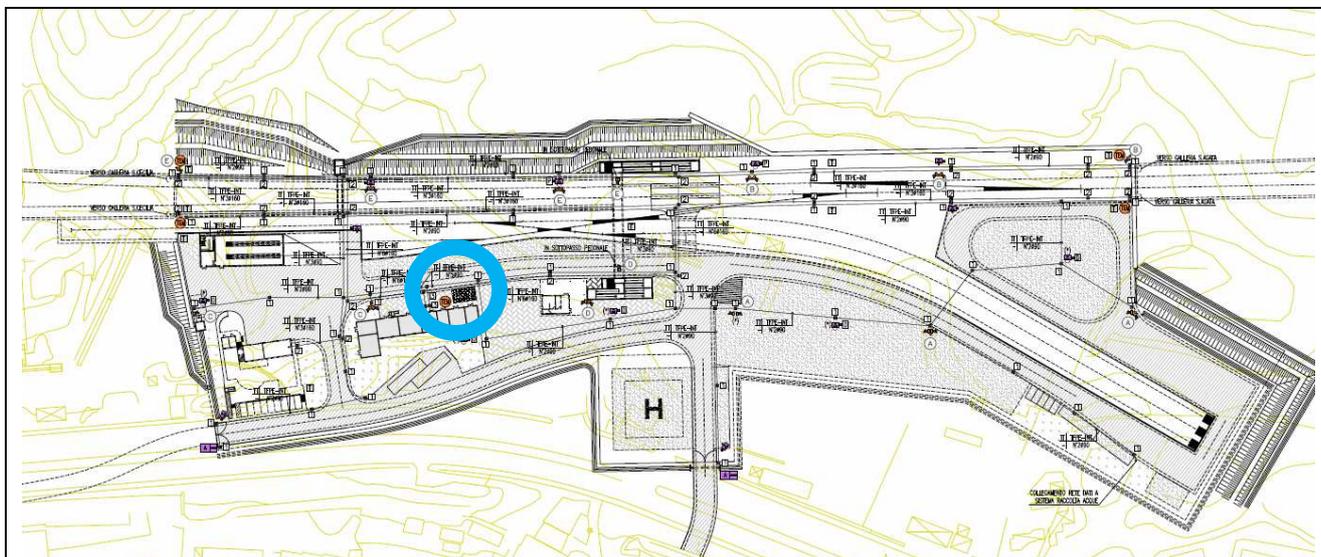


Figura 3.39 – Possibile localizzazione delle antenne UMTS GSM Posto di Manutenzione , piazzale di emergenza P.E. Galleria S. Agata

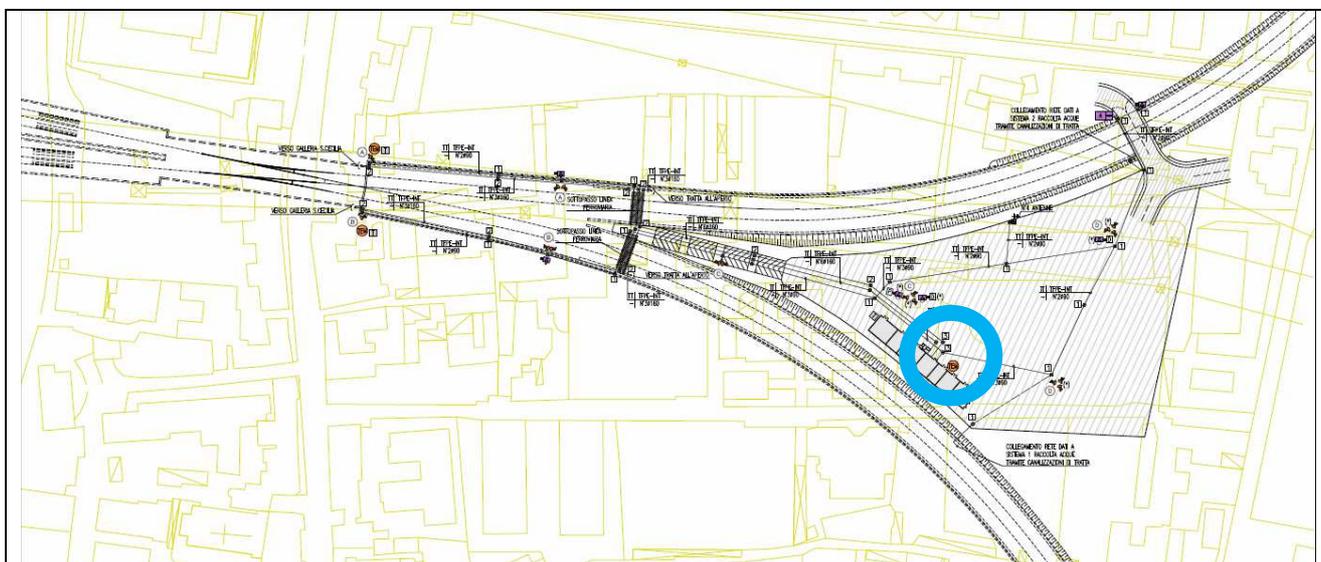


Figura 3.40 – Possibile localizzazione delle antenne UMTS GSM P.E. Stazione di Messina piazzale di emergenza P.E. Galleria S. Cecilia

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i>  AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>

### 3.3.6 Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie stradali

Il progetto di radiopropagazione GSM/UMTS per le gallerie stradali prevede:

- n. 1 torre con n. 11 antenne radio (FM, 118, PS, VVF, n.4 GSM/UMTS, n.3 TETRA) collocata nei pressi della cabina elettrica Panoramica (elaborato SS1021) (**Figura 3.41**), con altezza fuori terra delle torri radio di 20 m.
- n. 4 antenne (PS e n.3 TETRA) sul portale lato RC del tunnel Balena (**Figura 3.42**) (elaborato SS1151)
- n. 4 antenne (PS e n.3 TETRA) sul portale lato ME del tunnel Le Fosse (**Figura 3.43**) (elaborato SS1088)

Le posizioni planimetriche saranno definite con più precisione in sede di Progetto Esecutivo.

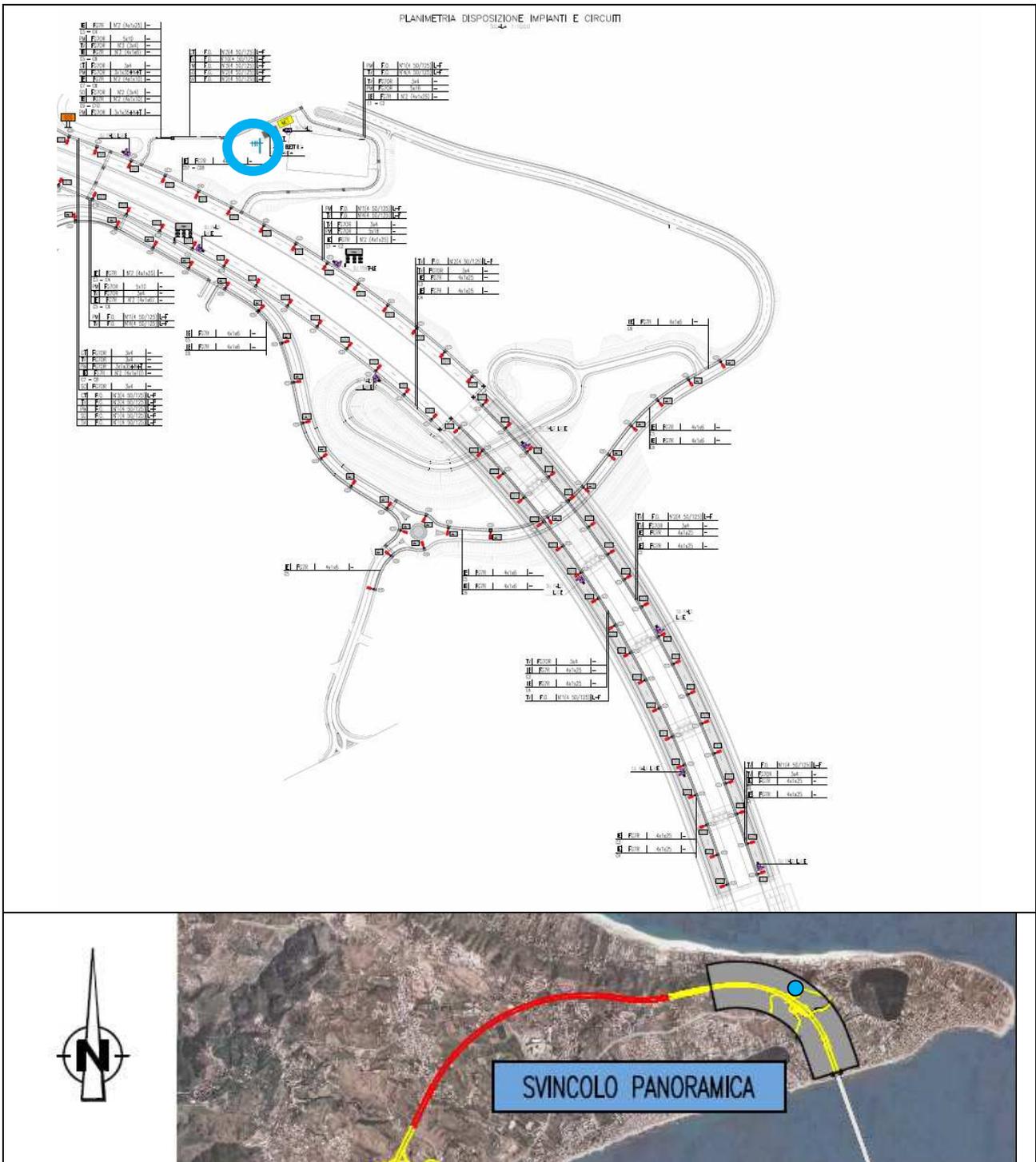


Figura 3.41- Possibile localizzazione (in blu) della torre in corrispondenza della cabina elettrica Panoramica



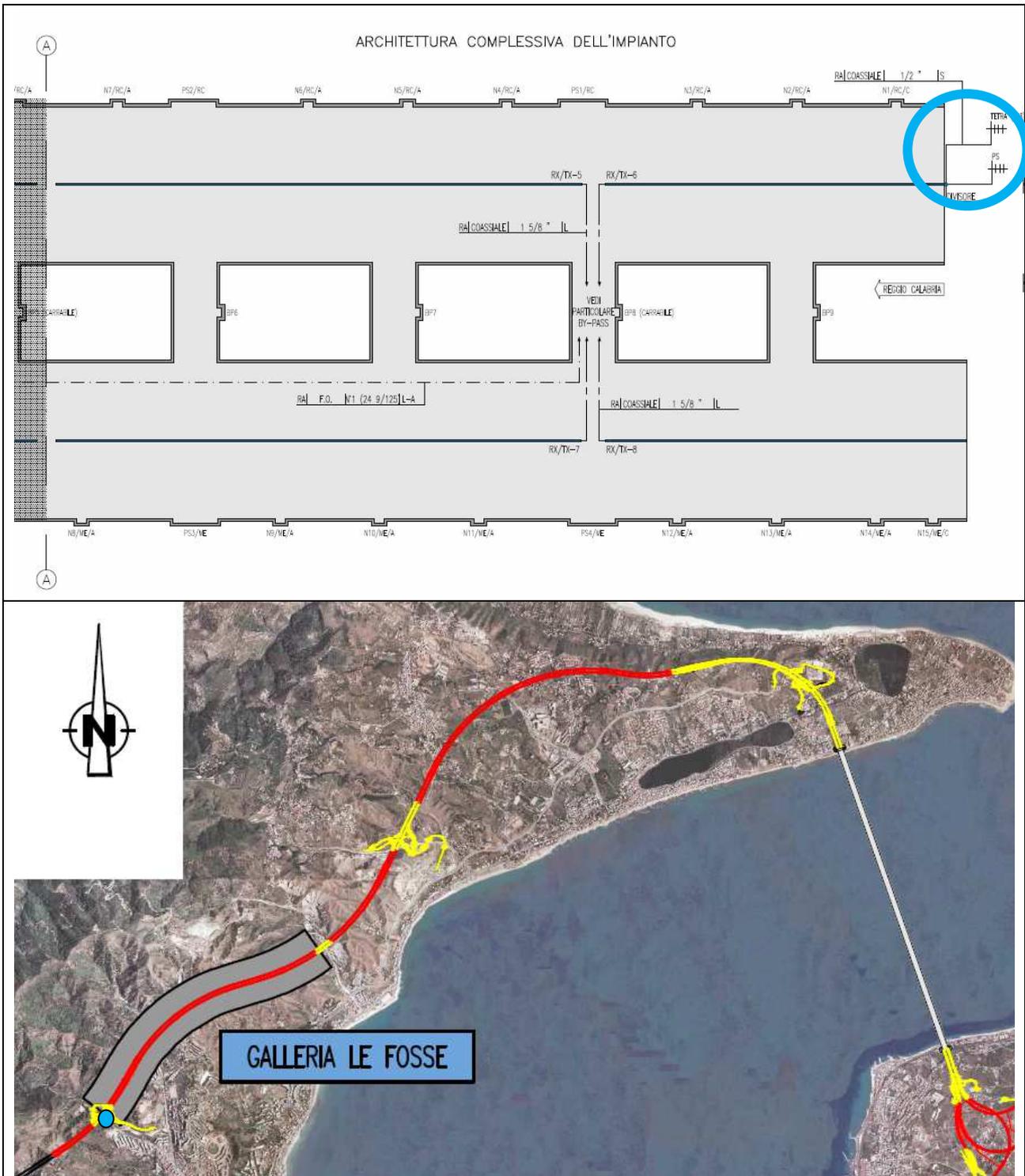


Figura 3.43 - Localizzazione (in blu) sul portale lato ME del tunnel Le Fosse

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.3.7 Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie ferroviarie

L'analisi previsionale di impatto elettromagnetico riguarda le antenne direzionali che, montate sulla torre, saranno dirette verso le celle donatrici.

Considerato che le antenne saranno in trasmissione contemporanea, è necessario analizzare la possibilità che il campo elettrico (e magnetico) in un dato punto dello spazio possa essere dato dal contributo del segnale generato dalle varie antenne dirette verso le celle donatrici dei vari gestori. Considerando inoltre la necessità di disaccoppiare le antenne e di non interessare celle donatrici differenti da quella di destinazione, se ne deriva che può essere ritenuta trascurabile il contributo congiunto di diverse antenne. In altre parole, ogni antenna di un dato gestore può essere considerata indipendentemente dalle altre.

Si ipotizza pertanto che ogni gestore utilizzi una sola antenna per ricetrasmittente, verso la cella donatrice, sia il segnale GSM che quello DCS che quello UMTS. Questa scelta è comunque cautelativa anche nel caso in cui l'affermazione di un'unica antenna multi banda non sia vera, perché corrisponde a considerare le eventuali più antenne come aventi il centro elettrico nello stesso punto e direzionate nello stesso verso. Ossia, nel caso che viene analizzato, c'è un contributo massimo delle antenne nella direzione di massima propagazione.

Il dimensionamento ipotizzato delle potenze per l'antenna del singolo gestore dedicata alla ricetrasmittente dei segnali GSM, DCS e UMTS verso la cella donatrice è il seguente:

GSM = 37dBm = 5 Watt

DCS = 33dBm = 2 Watt

UMTS = 30dBm = 1 Watt

Viene quindi considerata una potenza totale in uscita di 8 Watt, ossia di 39 dBm.

In questo caso, indicando la Potenza di uscita, si è tenuto in conto del contributo di tutti i canali, anche considerando che la somma di canali di pari potenza subisce comunque un decremento di 3 dB per coppia nel momento in cui i canali stessi passano attraverso il branching.

Il guadagno di antenna, che dovrebbe essere maggiore di 16 dBi, viene considerato cautelativamente nelle analisi previsionali pari a 18 dBi.

Effettuando una simulazione di una antenna, con queste caratteristiche di guadagno, potenza in

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

ingresso, e considerando un antenna con un half power beam width (hpbw) di 20° sul piano H e 33° sul piano E, è stata calcolata con il software GHERAP conforme alla Guida DEI 211-10 la posizione dell'isolinea a 6 V/m (valore di attenzione e obiettivo di qualità per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza prolungata) su un piano orizzontale passante per il centro elettrico (**Figura 3.44**)

Qui si può vedere come la distanza dove, lungo la direzione di massima propagazione, viene raggiunto il valore di 6V/m è di 20.51 metri dal centro elettrico dell'antenna.

Per la stessa antenna, l'isolinea a 20 V/m (limite di esposizione per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza non prolungata, identificabile in permanenze minori di 4 ore), su un piano orizzontale passante per il centro elettrico, è rappresentata in **Figura 3.45**.

Qui si può vedere come la distanza dove, lungo la direzione di massima propagazione, viene raggiunto il valore di 20V/m è di 6.16 metri dal centro elettrico dell'antenna.

Le **Figure 3.46-47** mostrano le stesse isolinee a 20 V/m con riferimento ad un piano verticale passante per il centro elettrico dell'antenna e diretto verso la direzione di massima irradiazione dell'antenna stessa. La **Figura 3.48** riporta la visualizzazione 3D delle isolinee 6V/m (linea blu) e 20V/m (linea rossa).

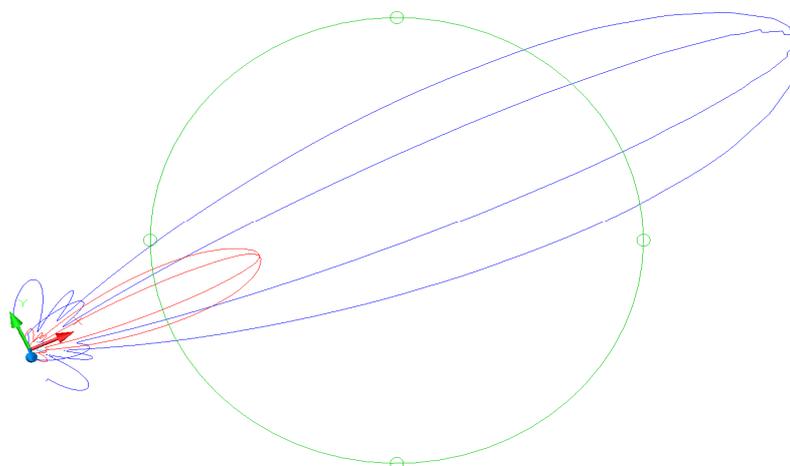


Figura 3.48– 3D isolinee 6V/m (linea blu) e 20V/m (linea rossa)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012

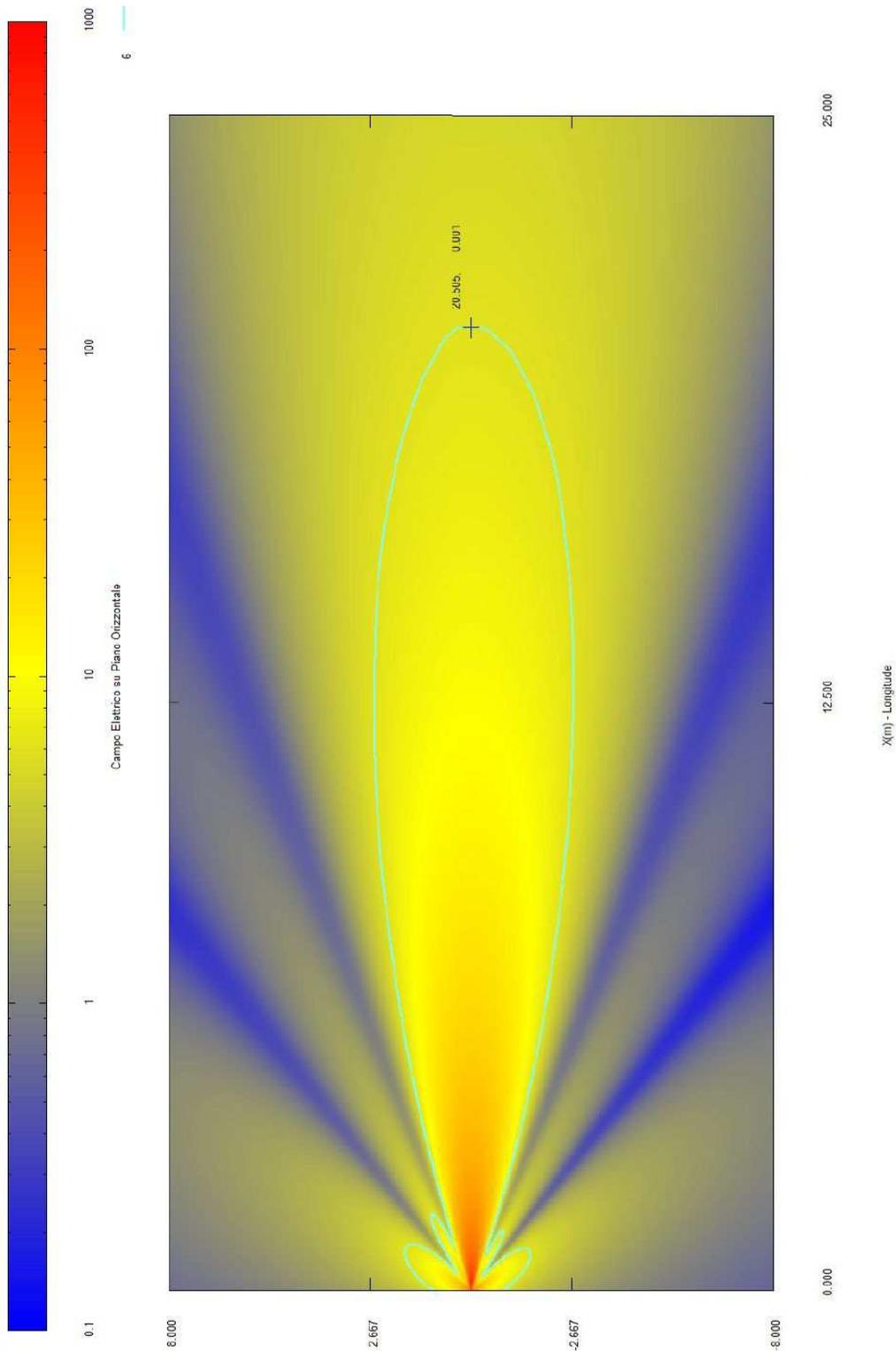


Figura 3.44 – Campo elettrico su piano orizzontale X-Y e isolina 20V/m

 <b>Stretto di Messina</b>		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012

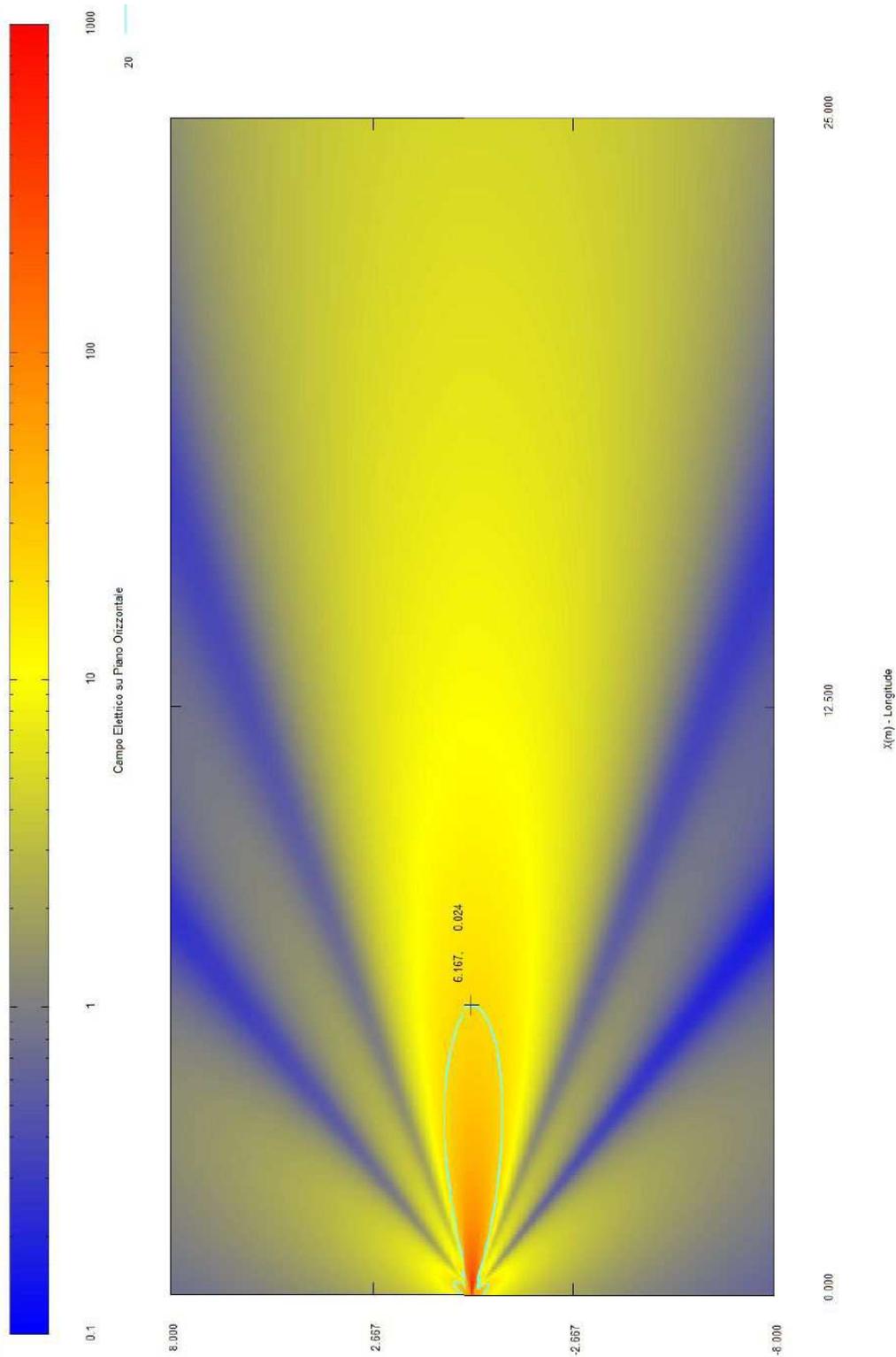


Figura 3.45 – Campo elettrico su piano orizzontale X-Y e isolinea 6V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

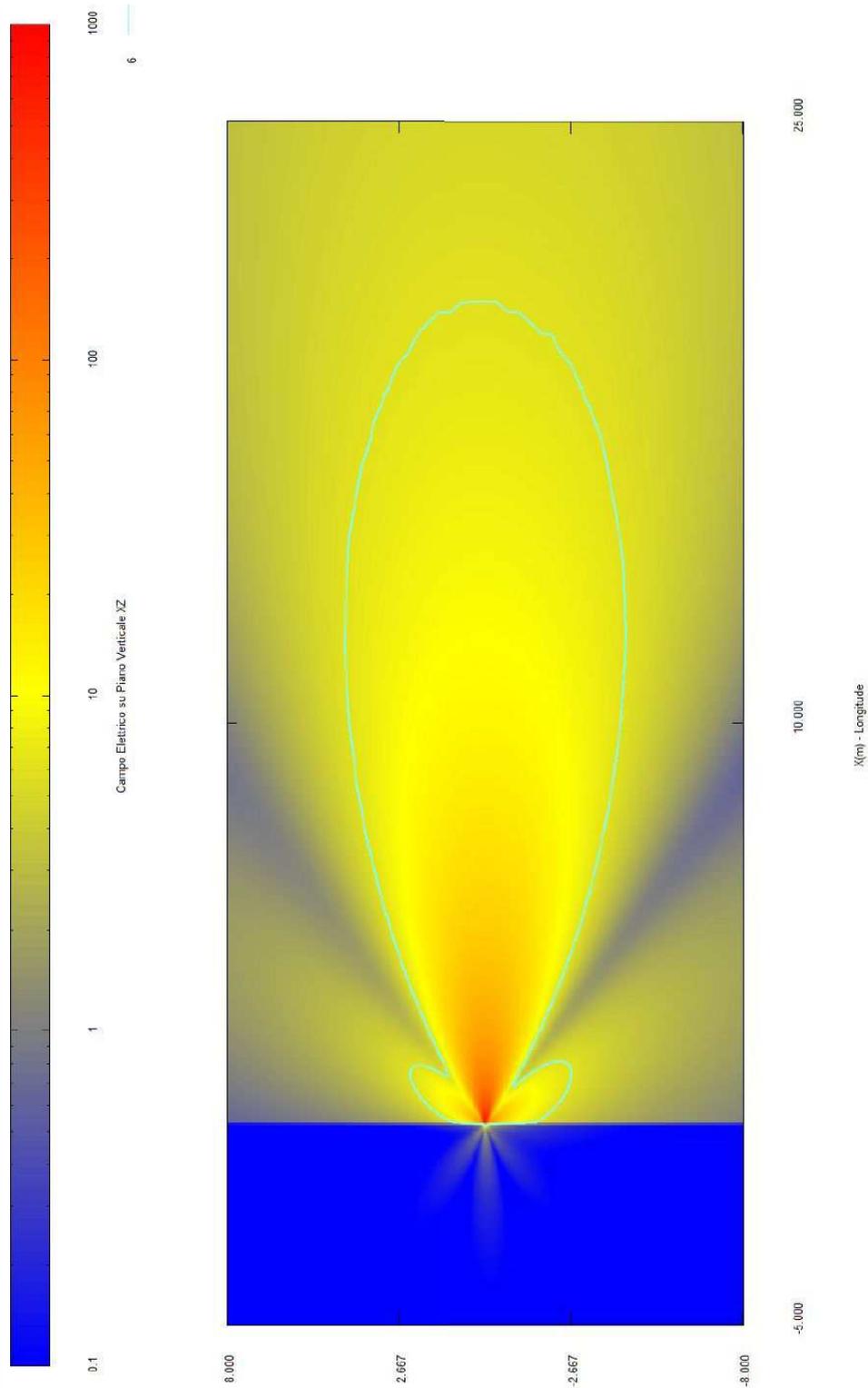


Figura 3.46 – Campo elettrico su piano verticale X-Z e isolina 20V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

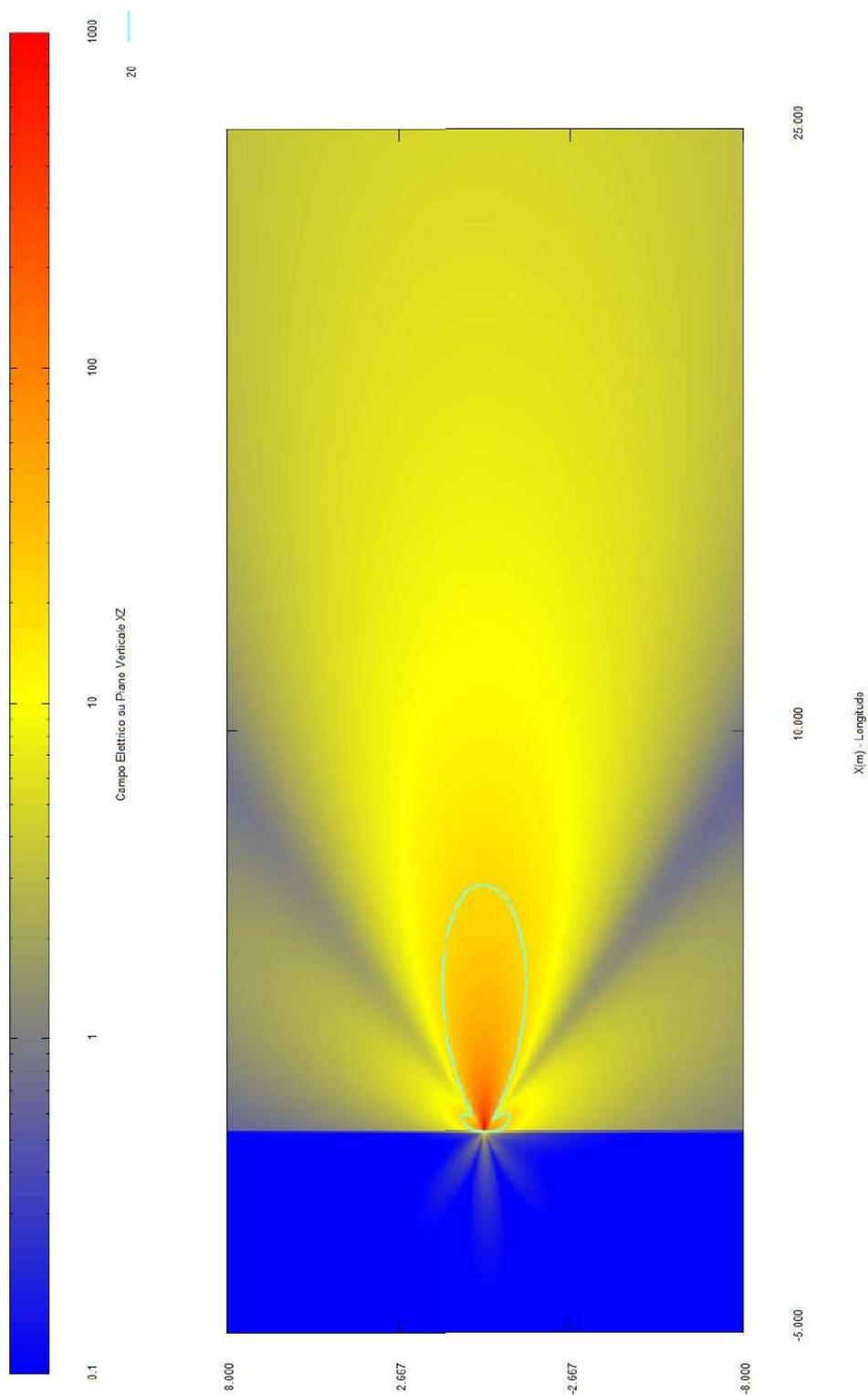


Figura 3.47 – Campo elettrico su piano verticale X-Z e isolina 6V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.3.8 Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie stradali

In analogia alle gallerie ferroviarie, anche l'analisi previsionale preliminari della radiopropagazione GSM/UMTS destinata alle gallerie stradali necessita di ipotesi di lavoro e di informazioni anticipate rispetto a quanto dovrà essere dettagliatamente definito in sede di Progetto Esecutivo.

Tutte le 11 antenne vengono considerate antenne direzionali per prelevare il segnale presente in aria ed instradarlo, dopo il passaggio attraverso gli elementi attivi da ubicarsi in prossimità delle torri stesse, verso le gallerie. Questi segnali, verranno poi elaborati (filtrati, amplificati) e, attraverso un convertitore elettro-ottico, trasferiti su fibra ottica che viaggerà sino alle gallerie.

Qui, oltre ad una serie di cavi radianti (o antenne) opportunamente distanziate all'interno della galleria, verranno situate anche 3 antenne Tetra ed una antenna PS sui portali esterni delle gallerie, al fine di dare copertura (per i segnali Tetra e PS) anche alle aree esterne immediatamente adiacenti l'ingresso delle gallerie.

### 3.3.9 Antenne presenti sulla torre

Per quanto riguarda le 11 antenne sulle torri vengono fatte le seguenti ipotesi:

- 4 antenne GSM/UMTS: valgono le ipotesi fatte al Capitolo 1.4 in merito alla galleria ferroviaria, e cioè che ogni gestore utilizzi una sola antenna per ricetrasmittente, verso la cella donatrice, sia il segnale GSM che quello DCS che quello UMTS. Verranno utilizzati gli stessi parametri, ossia viene ipotizzato che ognuna delle 4 antenne (riservate ai 4 gestori), sia di tipo direzionale e che venga alimentata con una potenza di 8 W, che sia caratterizzata da un guadagno di 18 dB e che abbia un half power beam width (hpbw) di 20° sul piano H e 33° sul piano E.
- 3 antenne Tetra: vengono ipotizzate come dedicate a 3 gestori diversi dei servizi di sicurezza. Ogni antenna viene alimentata al connettore con una potenza di 2W (33dBm) ed ha un guadagno di 12 dB.
- Antenna PS, VVF ed FM: vengono considerate come antenne direttive, con guadagno di 10dB ed alimentate con potenza di 10W.

Per quanto riguarda il contributo congiunto di varie antenne, ai fini del calcolo del campo elettrico

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
		<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0

in un dato punto dello spazio, è da considerare che nel caso della galleria ferroviaria erano presenti antenne funzionanti nelle stesse bande (GSM/UMTS) e, quindi, con l'obbligo di non puntare nella stessa direzione (pena la desensibilizzazione del ricevitore della cella donatrice). Si ipotizza che questa caratteristica possa valere anche per le antenne Tetra, le quali devono puntare in direzioni diverse e, conseguentemente, non è necessario sommare il contributo di due o tre antenne Tetra.

Per quanto riguarda invece le antenne PS, VVF ed FM, queste vengono considerate come funzionanti a frequenze diverse, sia tra di loro che rispetto alle antenne Tetra e GSM/UMTS. Conseguentemente esse possono anche puntare, in termini di principio, nella stessa direzione, perché in questo caso il rumore trasmesso non giungerebbe ai vari ricevitori a causa dell'effetto dei filtri di banda. Allo stesso modo, anche due antenne, una Tetra ed una GSM/UMTS possono puntare (in termini di principio) verso la stessa direzione, perché il divieto è per antenne dello stesso tipo (o tutte Tetra o tutte GSM/UMTS, ma non per una antenna Tetra ed una GSM/UMTS).

E' comunque da ribadire che il puntamento di antenne verso la stessa direzione, e quindi la loro contribuzione congiunta al valore di campo elettrico in un dato punto dello spazio, è una cosa difficilmente verificabile, che in questa sede viene ipotizzata al solo fine di una valutazione cautelativa dell'impatto elettromagnetico. In buona sostanza, il caso peggiore o "worst case" è quello in cui una antenna Tetra, una GSM/UMTS, una PS, una VVF, una 118 ed una FM puntino nella stessa direzione. Al fine di utilizzare nelle simulazioni la stessa antenna con guadagno di 18dB utilizzata nelle simulazioni del precedente caso di radio copertura ferroviaria, vengono modificati i parametri di potenza appena menzionati, al fine di mantenere lo stesso EIRP per una data antenna (**Tabella 3.4**).

	<b>PS</b>	<b>VVF</b>	<b>118</b>	<b>FM</b>	<b>Tetra</b>	<b>GSM/UMTS</b>
Guadagno dell'antenna scelta (dB)	10	10	10	10	12	18
Guadagno dell'antenna scelta	10	10	10	10	15.85	63
Potenza in Ingresso (W)	10	10	10	10	2	8
EIRP	100	100	100	100	31.7	504
Potenza (W) da dare in ingresso ad una antenna con G=18dB per avere lo stesso EIRP (1) calcolato	1.58	1.58	1.58	1.58	0.5	8

(1) EIRP (acronimo di Equivalent Isotropic Radiated Power, ossia potenza isotropica irradiata equivalente), si intende una misura di densità di potenza radio irradiata da un'antenna.

Tabella 3.4 – Sintesi dati "worst case" EIRP

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

Attraverso questo calcolo, la condizione di puntamento delle antenne PS, VVF, 118, FM, 1 Tetra, 1 GSM/UMTS nella stessa direzione, equivale alla situazione in cui una antenna da 18dBi di guadagno venga alimentata con una potenza al suo connettore di ingresso di:

$$1.58 \cdot 4 + 0.5 + 8 = 14.82 \text{ W}$$

Ossia di circa 15 Watt, contro gli 8 W delle torri asservite alla radio copertura ferroviaria

Conseguentemente, la distanza, lungo la direzione di massima irradiazione, per avere un valore uguale a 6V/m, si sposta dal valore di 20.51 m (calcolato nel caso delle torri per la radio copertura ferroviaria) ad un valore di 28.08m, derivante da:

$$20.51 * \sqrt{\frac{15}{8}} = 28.08$$

Allo stesso modo, la distanza, lungo la direzione di massima irradiazione, per avere un valore uguale a 20V/m, si sposta dal valore di 6.16 m (calcolato nel caso delle torri per la radio copertura ferroviaria) ad un valore di 8.44m, derivante da:

$$6.16 * \sqrt{\frac{15}{8}} = 8.44$$

### 3.3.10 Antenne presenti sul portale di ingresso alle gallerie

Le antenne presenti sul portale di ingresso alle gallerie sono 3 antenne tetra ed 1 antenna PS.

In questo caso le antenne tetra possono puntare verso la stessa direzione, non essendoci il vincolo di trasmettere rumore verso celle donatrici (si è infatti ipotizzato che queste antenne abbiano l'unico scopo di coprire radio elettricamente l'area esterna alle gallerie).

Quindi l'analisi previsionale considera in questo caso sia le 3 antenne Tetra che l'antenna PS come dipoli a mezz'onda, ossia come antenne omnidirezionali sul piano orizzontale (con guadagno uguale  $G = 2.14 \text{ dB} = 1.64$ ).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Vengono ipotizzati i seguenti livelli di potenza

Antenna Tetra = 3 x 10W

Antenna PS = 10W

Il sistema è stato considerato nelle simulazioni come un singolo dipolo a mezz'onda alimentato con una potenza di 40W. L'analisi previsionale fornisce le seguenti elaborazioni:

- **Figura 3.49** - Isolinea a 6 V/m su piano orizzontale passante per il centro elettrico dell'antenna
- **Figura 3.50** - Isolinea a 20V/m su piano orizzontale passante per il centro elettrico dell'antenna
- **Figura 3.51** - Isolinea a 6 V/m su piano verticale passante per il centro elettrico dell'antenna
- **Figura 3.52** - Isolinea a 20 V/m su piano verticale passante per il centro elettrico dell'antenna
- **Figura 3.53** - Rappresentazione in ambiente CAD di tutte le isolinee precedenti (quelle a 6V/m sono in blu, quelle a 20V/m sono in rosso). Il centro elettrico dell'antenna è situato nel punto di coordinate  $x,y,z = 0,0,0$

Come è possibile evincere dalle mappature su piano orizzontale e verticale, il limite per il campo elettrico di 6V/m (valore di attenzione e obiettivo di qualità per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza prolungata) lo otteniamo ad una distanza dal centro elettrico dell'antenna di 7.4 metri.

Invece per quanto riguarda il limite di 20 V/m (limite di esposizione per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza non prolungata, identificabile in permanenze minori di 4 ore) lo otteniamo ad una distanza dal centro elettrico dell'antenna di 2.23 metri

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012
Alternative ai siti di deposito				

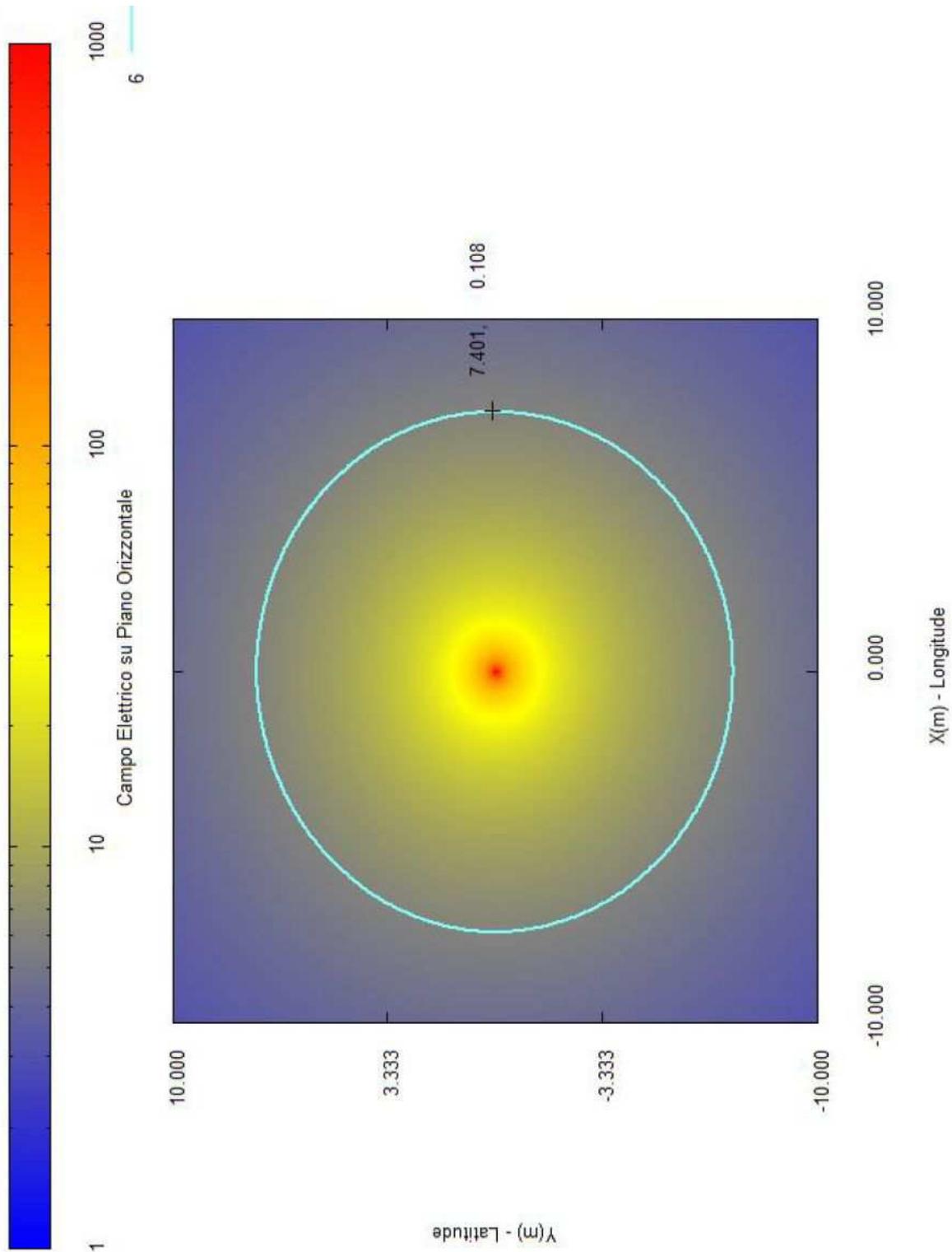


Figura 3.49 – Campo elettrico su piano X-Y e isolina a 6 V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

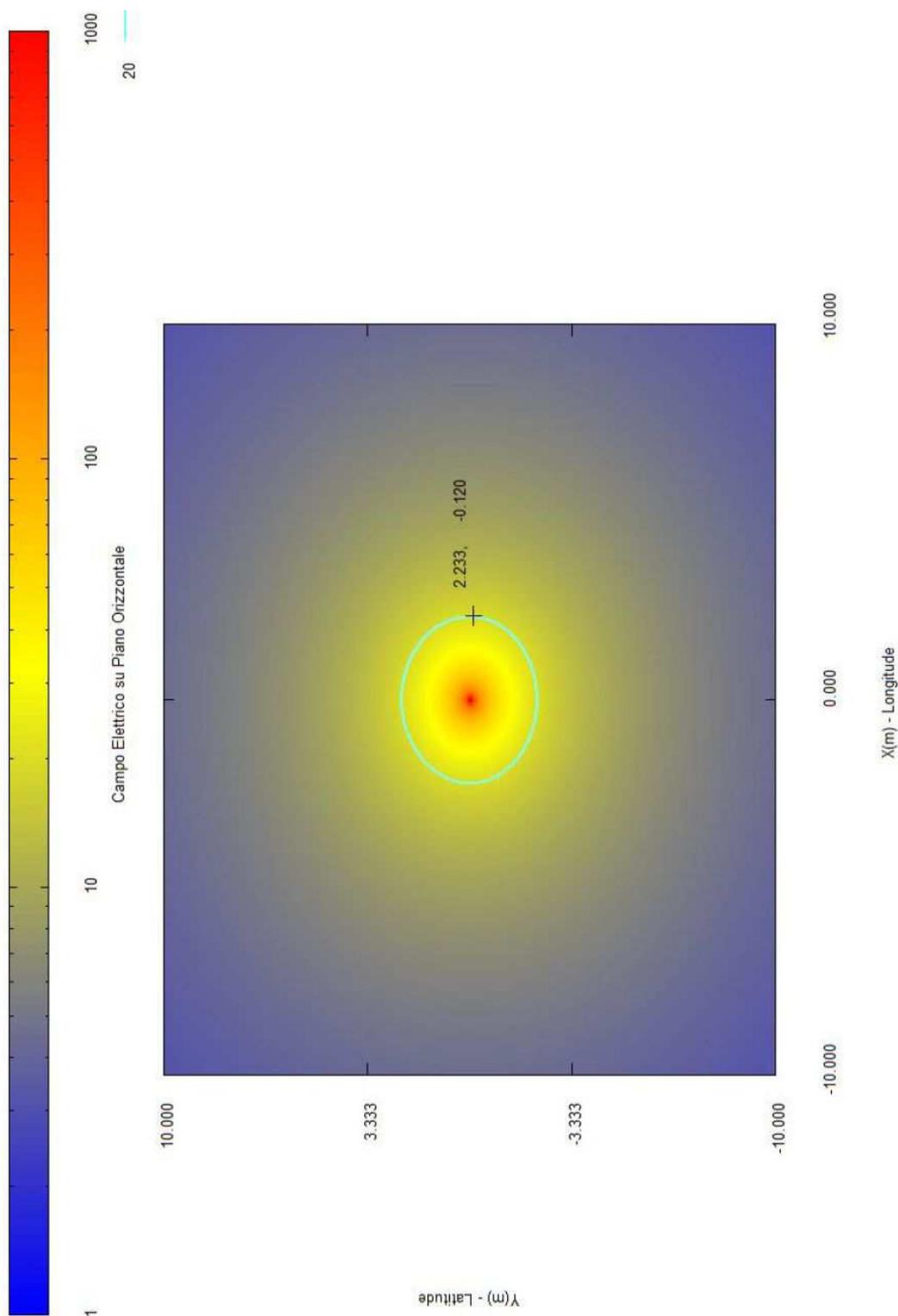


Figura 3.50 – Campo elettrico su piano X-Y e isolinea a 20 V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012
Alternative ai siti di deposito				

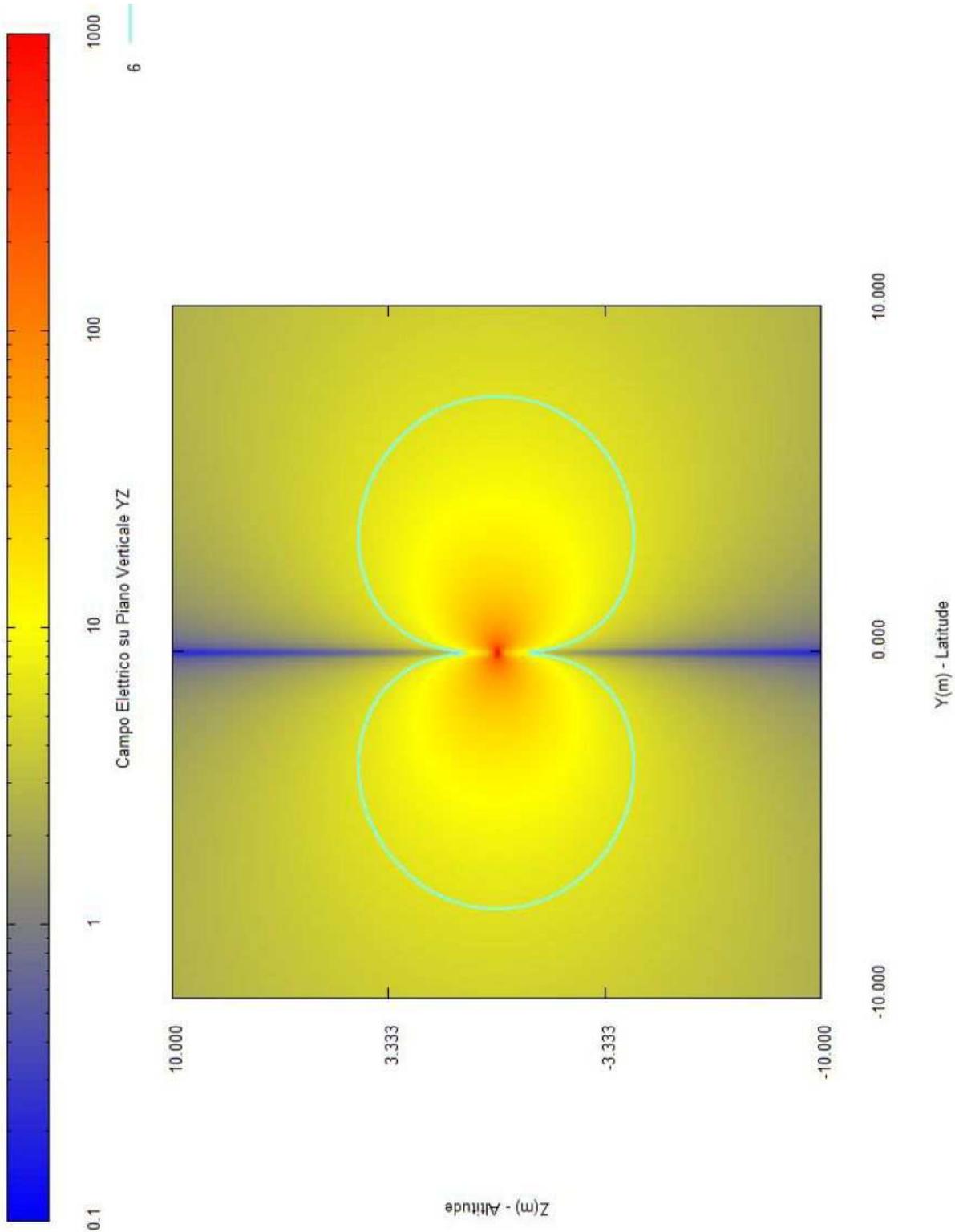


Figura 3.51 - Isolinea a 6 V/m su piano verticale Y-Z

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
		Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

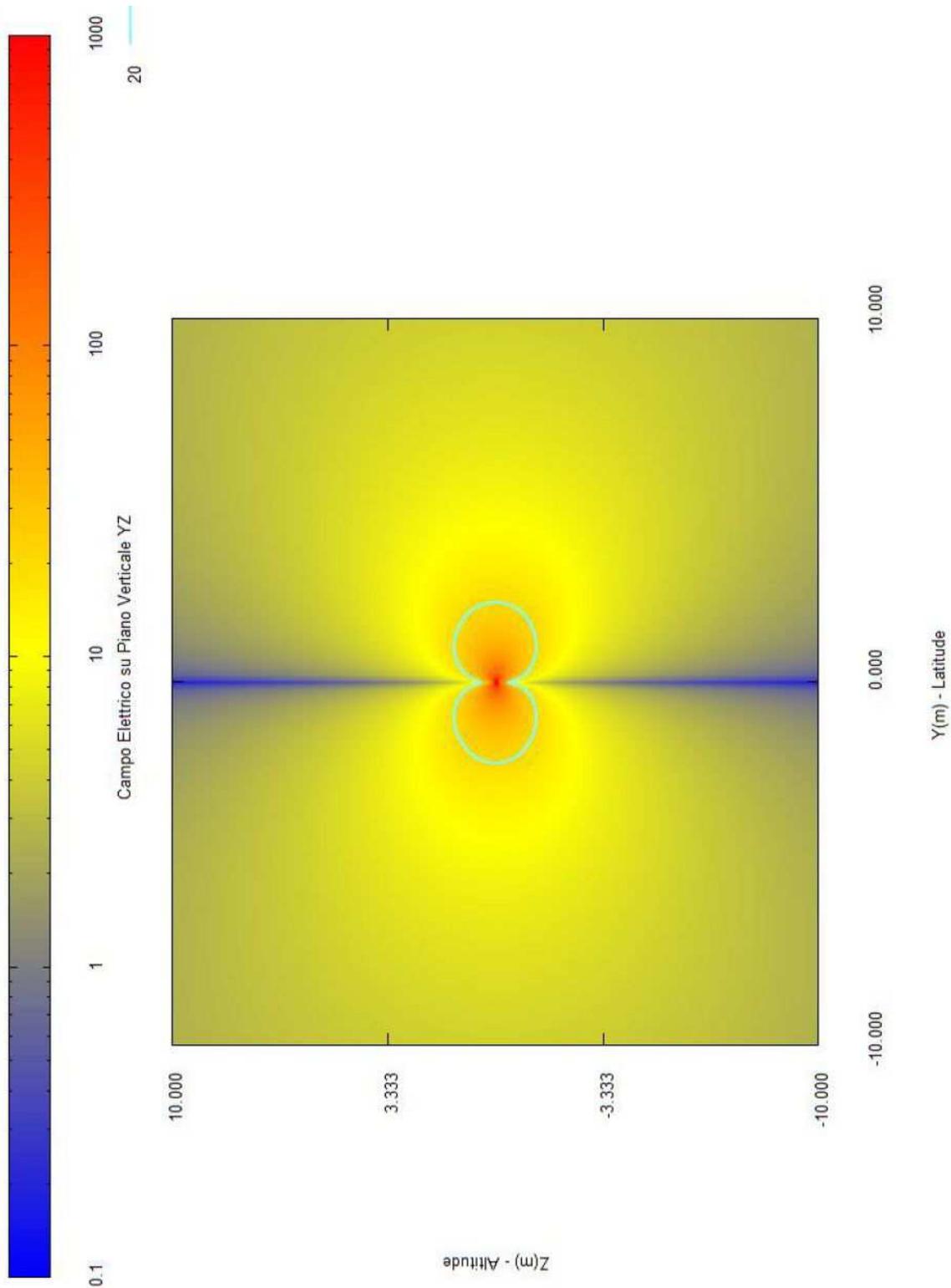


Figura 3.52 - Isolina a 20 V/m su piano verticale Y-Z

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>	

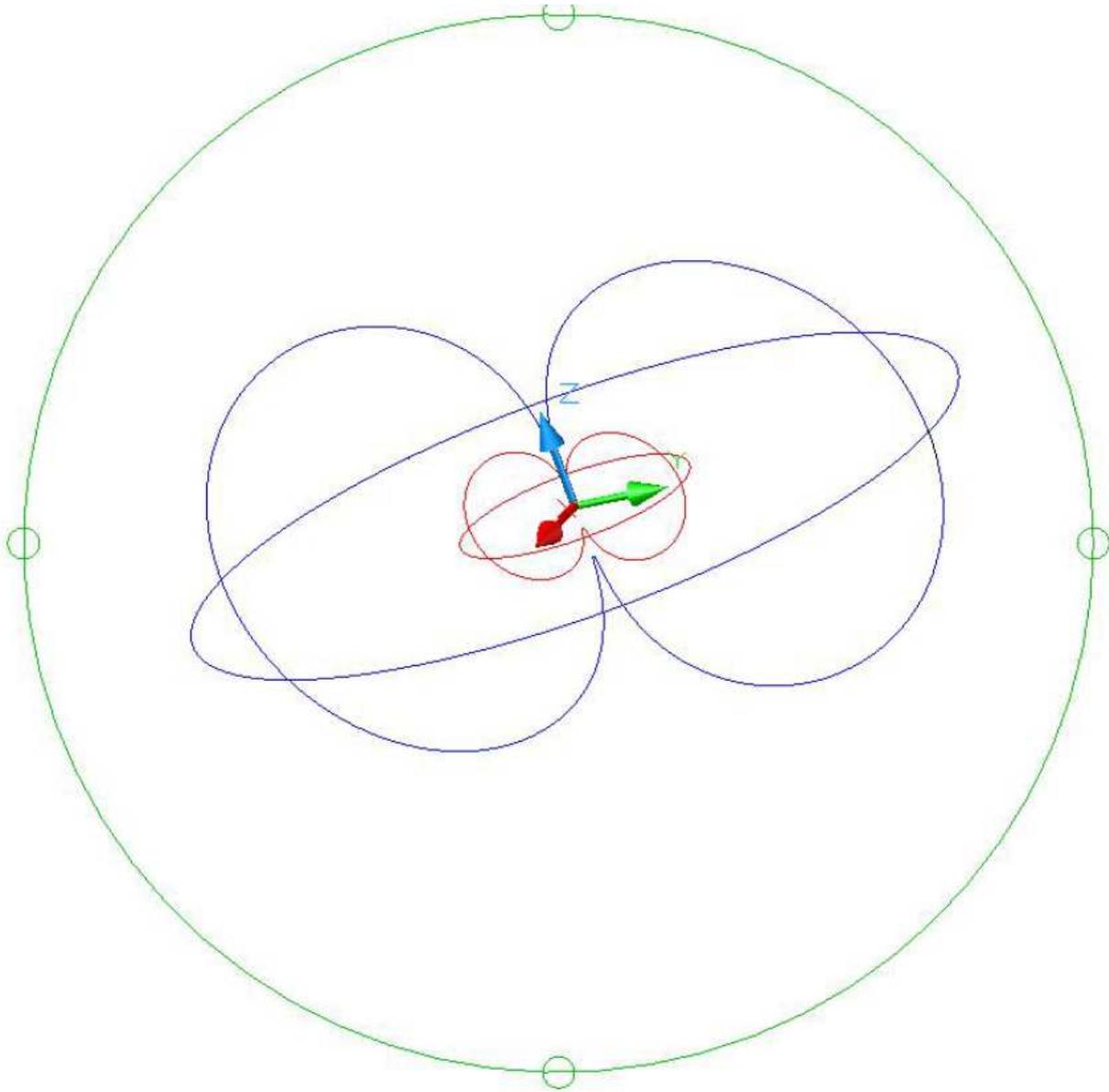


Figura 3.53 - Isolinee a 6V/m in blu e 20V/m rosso

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.3.11 Conclusioni

I sistemi valutati in termini di impatto sul campo elettromagnetico sono due:

- Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie ferroviarie (composto, ai fini dell'impatto elettromagnetico, dalle antenne sulle torri).
- Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie stradali (composto, ai fini dell'impatto elettromagnetico, sia dalle antenne sulle torri che da quelle sui portali in ingresso alle gallerie).

Per ognuno dei sistemi di cui sopra sono state effettuate delle simulazioni di campo elettrico nelle condizioni ipotizzate, del tutto preliminari rispetto a quanto potrà essere definito in sede di Progetto Esecutivo, sia in termini di localizzazione che di architettura.

La posizione del sistema di antenne esterne sarà definito in P.E. in stretto accordo con gli operatori pubblici (TIM, Vodafone, Wind, H3G) interessati alla trasmissione radio in galleria con l'obiettivo di garantire sia condizioni di ricezione/trasmissione ottimali, sia il rispetto dei limiti di esposizione.

L'analisi previsionale ha permesso di anticipare, con un insieme di ipotesi cautelative, le isolinee rappresentanti i valori a 6V/m e 20V/m, rispettivamente valore di attenzione e obiettivo di qualità il primo, e limite di esposizione il secondo, ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001 sulla protezione della popolazione dai possibile effetti derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Le isolinee permettono di definire dei volumi "di rispetto", ossia delle zone di spazio all'esterno delle quali è possibile stazionare, nel caso di isolinea a 20V/m, o permanere prolungatamente (ad esempio abitare), nel caso di isolinea a 6V/m.

Nelle successive fasi di P.E. dovranno essere garantite le aree di rispetto indicate in **Tabella 3.5**.

E' in ogni caso immediato riscontrare che tali distanze massime, dell'ordine di alcune decine di metri, non determinano alcun problema in termini di inserimento delle antenne all'interno del perimetro di pertinenza delle opere in progetto, che potrà avvenire nel pieno rispetto della normativa di settore e del sistema ricevitore ivi presente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

<b>RADIO COPERTURA</b>	<b>Limite di esposizione della popolazione</b>  20V/m  Possibile stazionamento per tempi < 4 ore	<b>Valore di attenzione e obiettivo di qualità</b>  6V/m  Possibile permanenza prolungata
R.C. FERROVIARIA Antenna sulla torre	6,16 m	20,51 m
R.C. STRADALE Antenne sulla torre	8,44 m	28,08 m
Antenne sul portale di ingresso	2,23 m	7,4 m

Tabella 3.5 – Distanze di rispetto per il possibile stazionamento (meno di 4 ore) e per la permanenza

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.4 Valutazione d’impatto dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz, in relazione agli spostamenti e/o adeguamenti degli elettrodotti aerei esistenti interferenti l’opera in progetto

#### 3.4.1 Elettrodotto “Villa San Giovanni Scilla”

Questo capitolo presenta lo studio dell’andamento del campo elettrico e del campo di induzione magnetica relativi alla variante dell’elettrodotto a 150 kV “Villa San Giovanni – Scilla”, ponendo in evidenza i valori di emissione dei campi elettrici e magnetici in prossimità dell’ elettrodotto ed individua le distanze di prima approssimazione (DPA).

Il tracciato della variante (**Figura 3.54**) interesserà un tratto di lunghezza 0,82 km circa. L’interferenza oggetto di studio è individuata nel tratto di elettrodotto compreso tra la CP (Cabina Primaria) Villa San Giovanni ed il sostegno P339G dell’elettrodotto in esame.

Le principali caratteristiche tecniche della variante sono :

- Sostegni tronco piramidali in st;
- Conduttore 31,5 singolo
- Cdg 11,5 in allumowed
- Isolatori catene da 9 elementi tipo J2/2
- Armamenti - Le catene in amarro saranno sempre due in parallelo

Nella figura sono riportati:

- In blu la linea AT 150 kV esistente e che verrà mantenuta.
- In verde a tratteggio la linea AT 150 kV da smantellare
- In rosso a linea continua la linea AT 150 kV futura

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto realizzati da TERNA DE23421C1BFX20001 (Planimetria) e LE23421C1BFX20001 (Profilo).

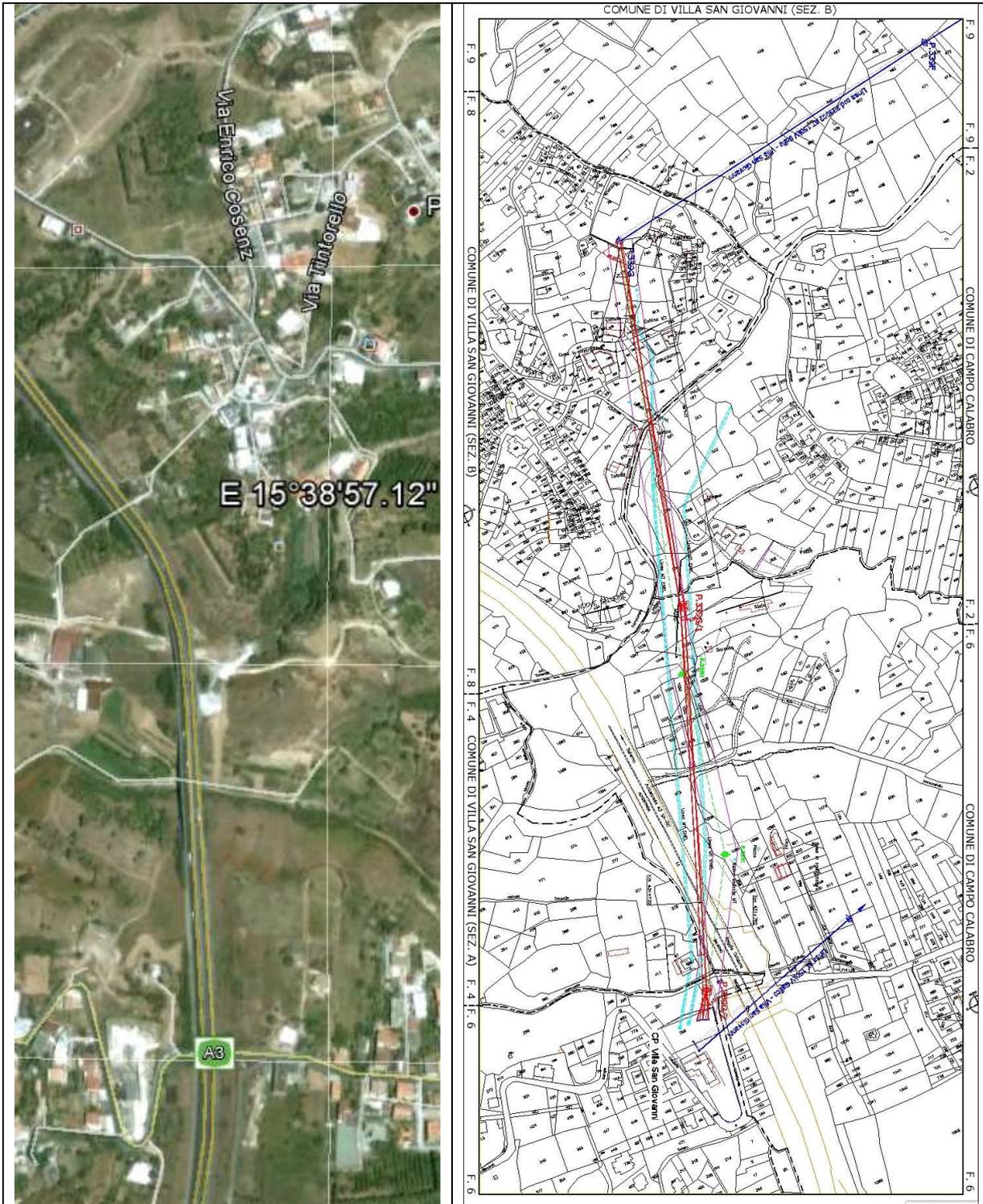


Figura 3.54 Planimetria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

L'elettrodotto, 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 dalla sorgente (conduttore).

Per il calcolo del campo elettrico e magnetico è stato utilizzato il programma di simulazione "EMF Tools 4.0T" ver. Giugno 2008. Il programma è stato sviluppato per Terna dal CESI.

La metodologia di calcolo utilizzata per i calcoli dei campi elettromagnetici, è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°.

I valori restituiti sono illustrati in due diverse modalità:

- I profili laterali visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse, sono espressi in metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in  $\mu\text{T}$  o  $\text{kV/m}$  e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.
- Le mappe verticali rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

In relazione alla scelta del conduttore utilizzato ed a quanto prescritto dalla normativa vigente i valori considerati sono i seguenti:

- Tensione 150 kV
- Corrente 870 A

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## Configurazione esaminata e risultati

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico e del campo magnetico della tratta aerea si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 7,00 m, ipotesi conservativa. La **Figura 3.55** riporta schematicamente la sezione tipica di posa della tratta aerea come simulata dal programma "EMF Tools"; la disposizione è in piano secondo un traliccio di tipo a "pino"; i conduttori sono disposti secondo lo schema riportato nel disegno schematico riportato nella stessa figura seguente; ciascuna fase elettrica presenta un conduttore in corda in alluminio acciaio la cui sezione complessiva è di 585,3 mm<sup>2</sup>, con un diametro di 31,50 mm; la fune di guardia sarà in alluminio del diametro di 11,5 mm. Di fatto le simulazioni sull'andamento dei campi elettrici e magnetici sono state condotte con valori di tensione pari a 150 kV e per portata in corrente in servizio normale con valore pari a 870 A efficace per fase, in regime stazionario simmetrico ed equilibrato a frequenza di 50 Hz.

Nella **Figure 3.56-3.57** e **Figure 3.58-3.59** sono riportate le rappresentazioni relative al calcolo del campo elettrico e del campo magnetico per i punti situati a 1 m di altezza dal piano campagna, al variare della distanza e su sezione verticale, generato dalla linea 150 kV semplice terna presa in considerazione: Dalle Figure riportate in si evincono i valori di campo elettrico e campo di induzione magnetica per la variante in oggetto, in particolare:

- I valori del campo elettrico sono sempre al di sotto dei limiti di legge (<5 kV/m).
- I valori del campo di induzione magnetica evidenziano un profilo laterale che a 30 m di distanza si porta a valori inferiori a 2 µT. L'obiettivo di qualità di 3 µT è conseguito ad una distanza massima di circa 24 m di distanza dall'asse linea, il livello di attenzione di 10 µT ad una distanza massima di circa 10 m dall'asse linea.

**Valori di attenzione:** sono i valori di immissione di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico da non superarsi negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine.

**Obiettivi di qualità:** da conseguirsi mediante l'adozione di: o criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati da leggi regionali; o valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti dallo Stato ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
RELAZIONE GENERALE	Codice documento AMV0546_F0.doc	Rev F0	Data 31/05/2012

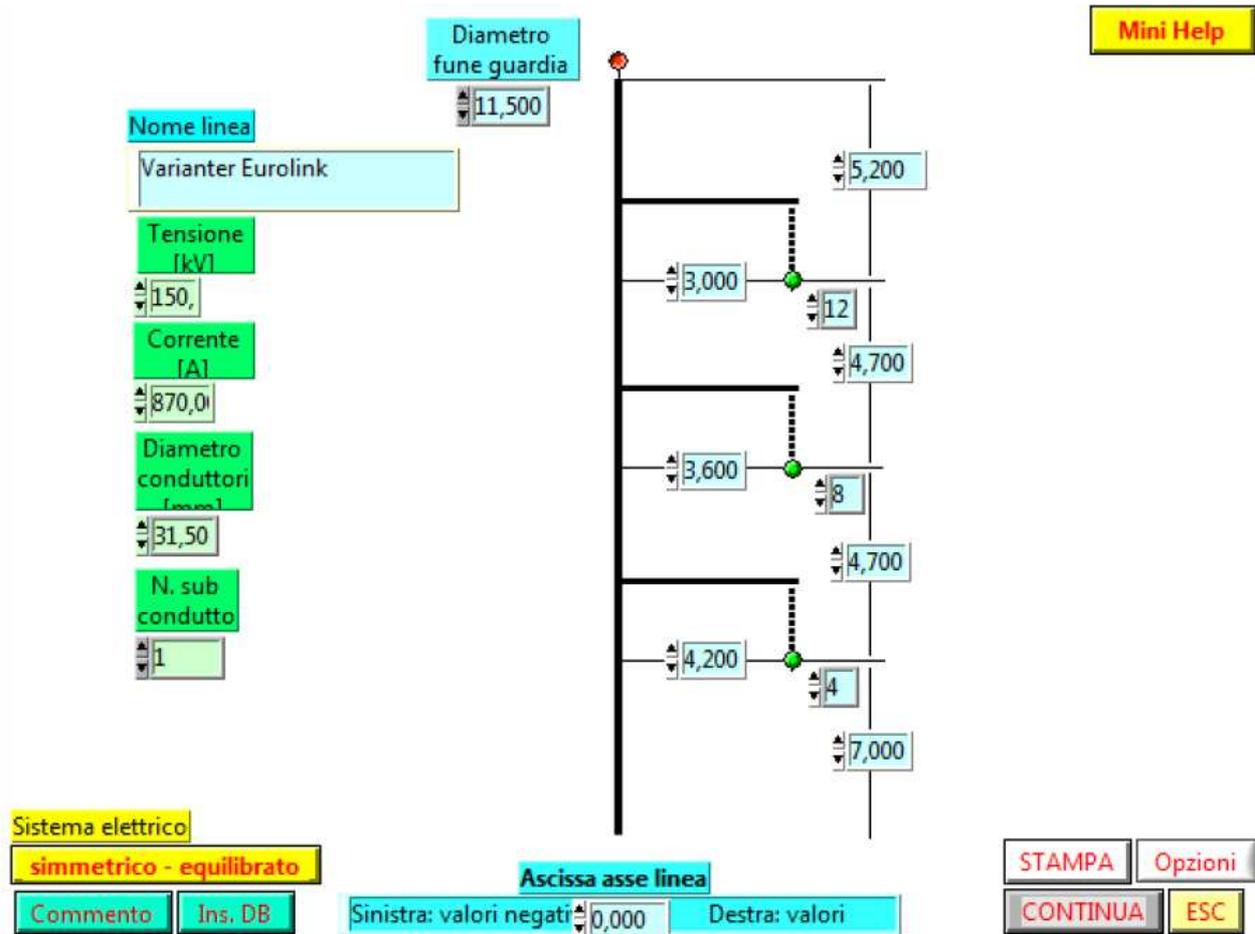


Figura 3.55 – Disposizione attacco dei conduttori al sostegno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	
		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

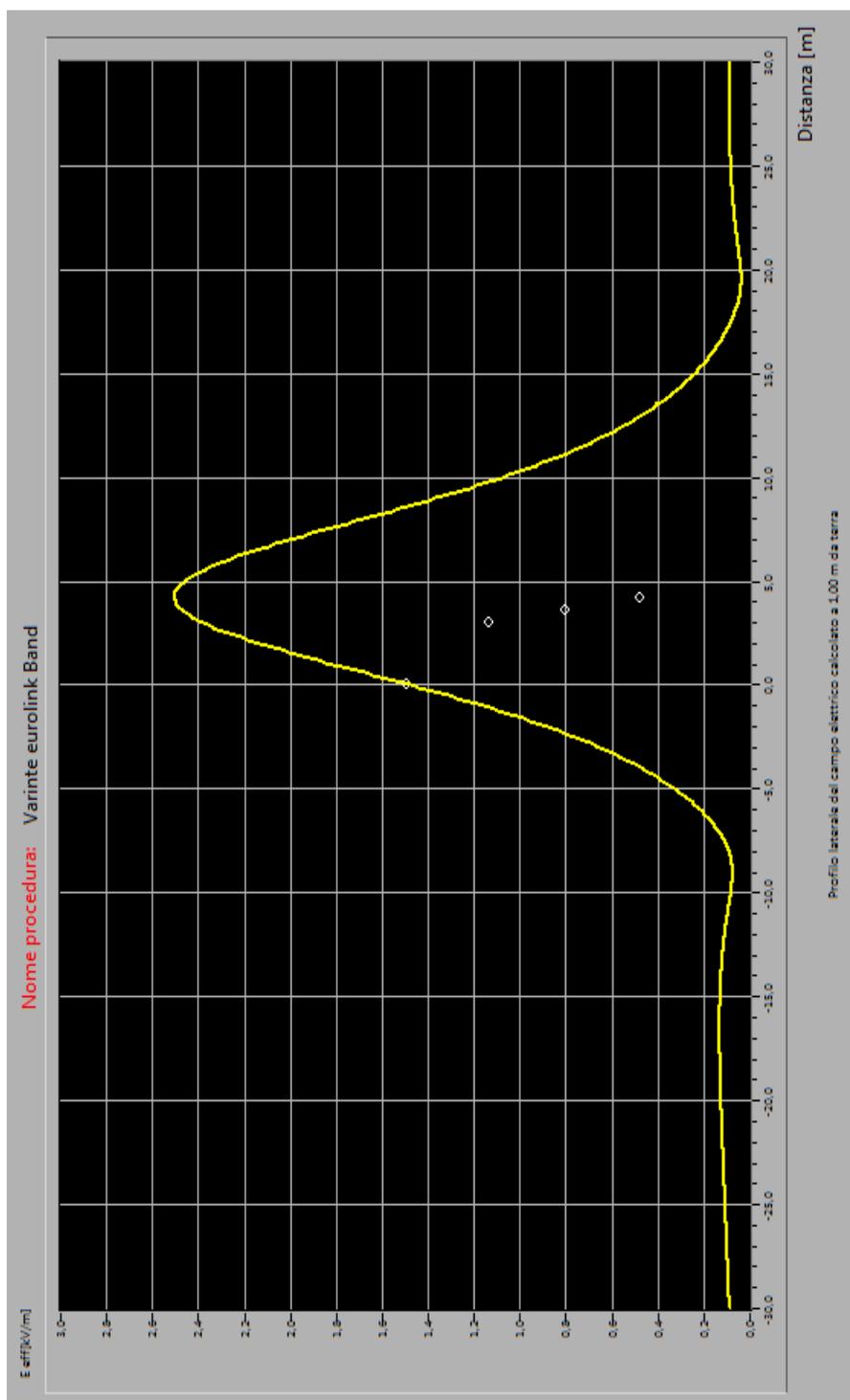


Figura 3.56 – Profilo laterale campo Elettrico (E) per i punti situati ad 1m dal piano di campagna

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> <i>AMV0546_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>Data</i> <i>F0</i> <i>31/05/2012</i>
Alternative ai siti di deposito			

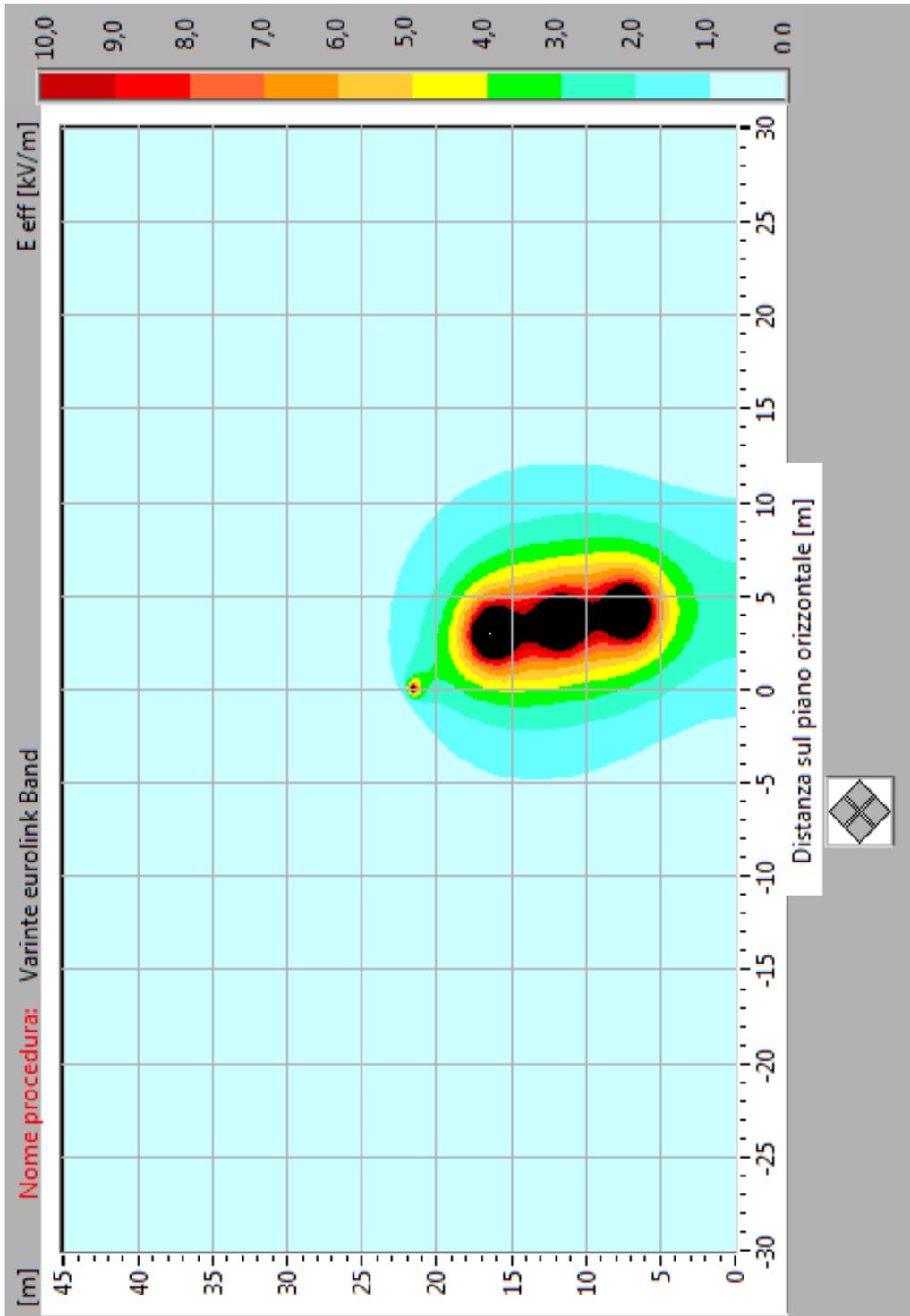


Figura 3.57 – Mappa verticale del campo elettrico (E)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> <i>AMV0546_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>31/05/2012</i>
Alternative ai siti di deposito				

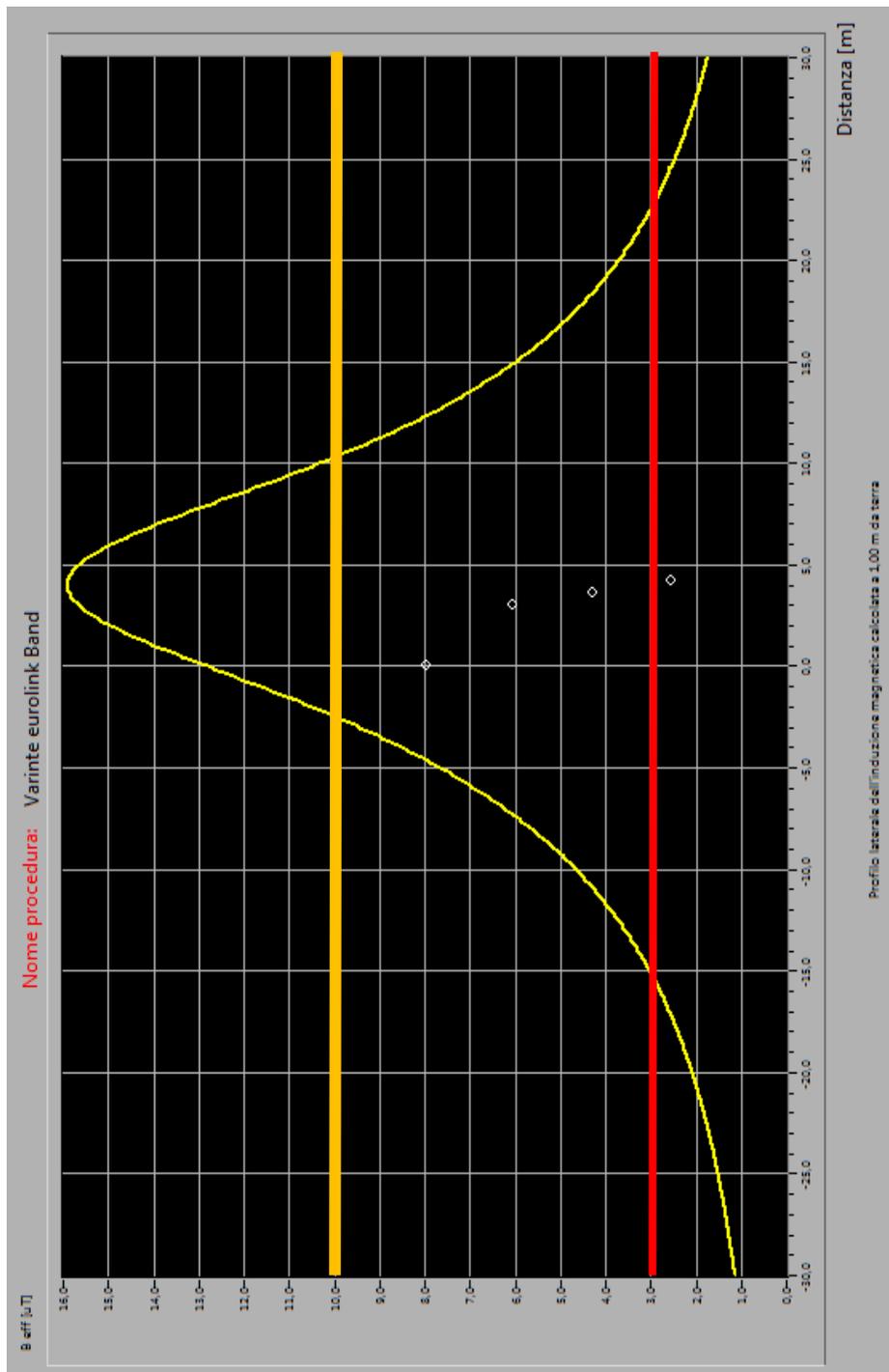


Figura 3.58– Profilo laterale campo di induzione magnetica (B) per i punti situati ad 1m dal piano di campagna. In rosso limite di 3  $\mu\text{T}$ , in arancione limite di 10  $\mu\text{T}$

 <b>Stretto di Messina</b>		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>31/05/2012</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	31/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	31/05/2012						
Alternative ai siti di deposito							

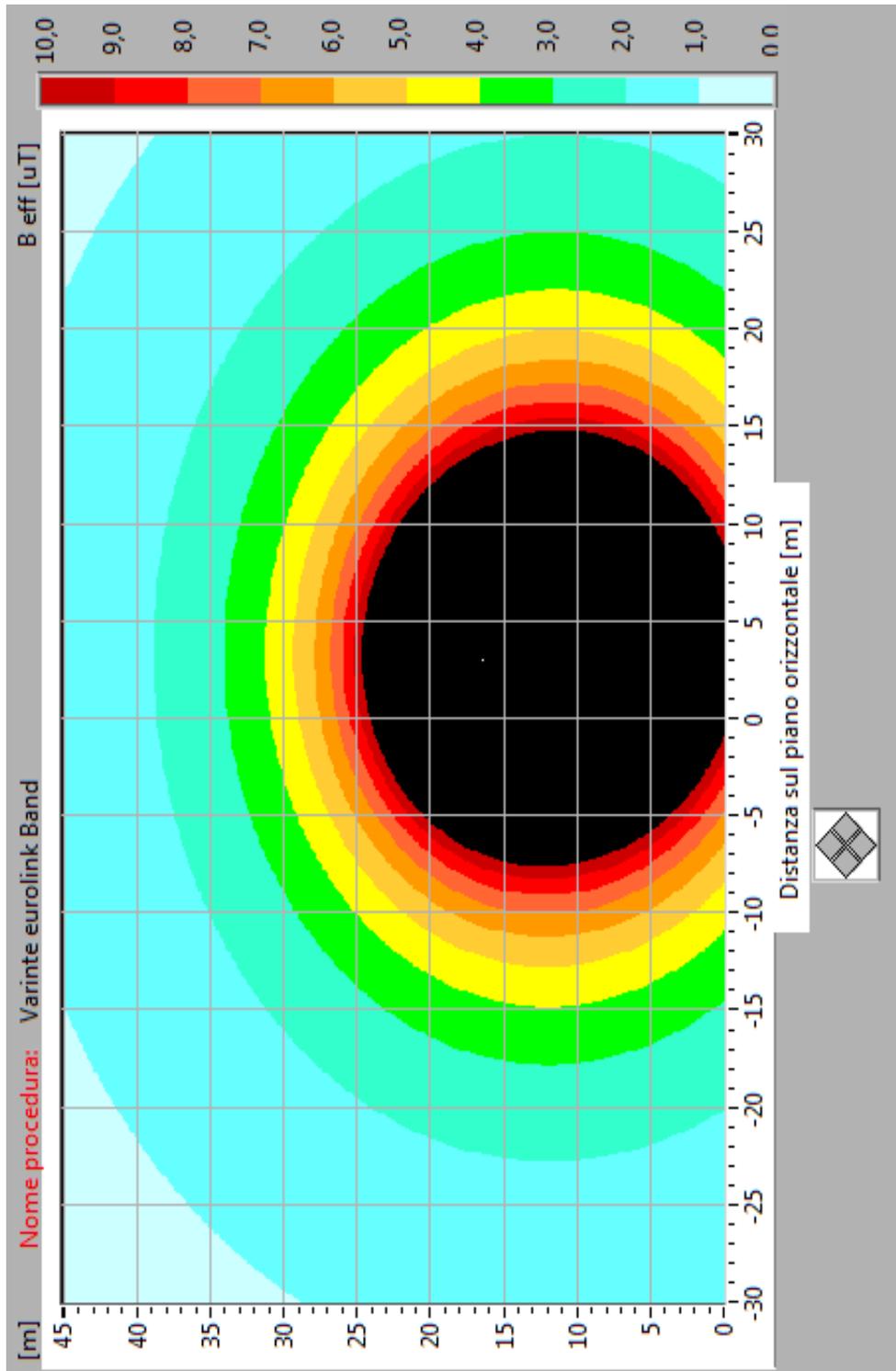


Figura 3.59 – Mappa verticale Induzione Magnetica (B)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### **Distanza di prima approssimazione DPA e ricettori critici**

Si ricorda che, al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto M.ATTM. 29 maggio 2009 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione DPA, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

Con “Fascia di rispetto” si intende lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, si calcola la distanza di prima approssimazione (DPA) che corrisponde alla proiezione al suolo della fascia di rispetto calcolata combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco.

Nel caso in esame la DPA risulta pari a 24 m. Considerando che sulla linea “Villa San Giovanni – Scilla” è installato un conduttore con diametro da 22,80 mm<sup>2</sup>, la cui corrente massima trasportabile è di 570 A e non 870 A, come assunto nei calcoli, la DPA corretta da tenere in considerazione è di 18 m. E' stato verificato che tutti i ricettori si trovano sempre al di fuori della DPA e che pertanto non sono presenti ricettori critici dal punto di vista dell'esposizione.

#### **3.4.2 Cavo 150 kV EPR Contesse-San Cosimo**

Lo studio nel seguito presentato riguarda la regolarizzazione delle interferenze tra l'opera ferroviaria e il cavo 150 kV EPR Contesse-San Cosimo. In questo capitolo viene documentato lo studio dell'andamento del campo di induzione magnetica relativi alla variante in esame dell'elettrodotto semplice terna in cavo a 150 kV “San Cosimo-Contesse” in corrispondenza del km 17+300 dell'Opera Ferroviaria nel versante Sicilia.

Il tracciato della variante (**Figura 3.60**) interessa un tratto di lunghezza 0,67 km circa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito	
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

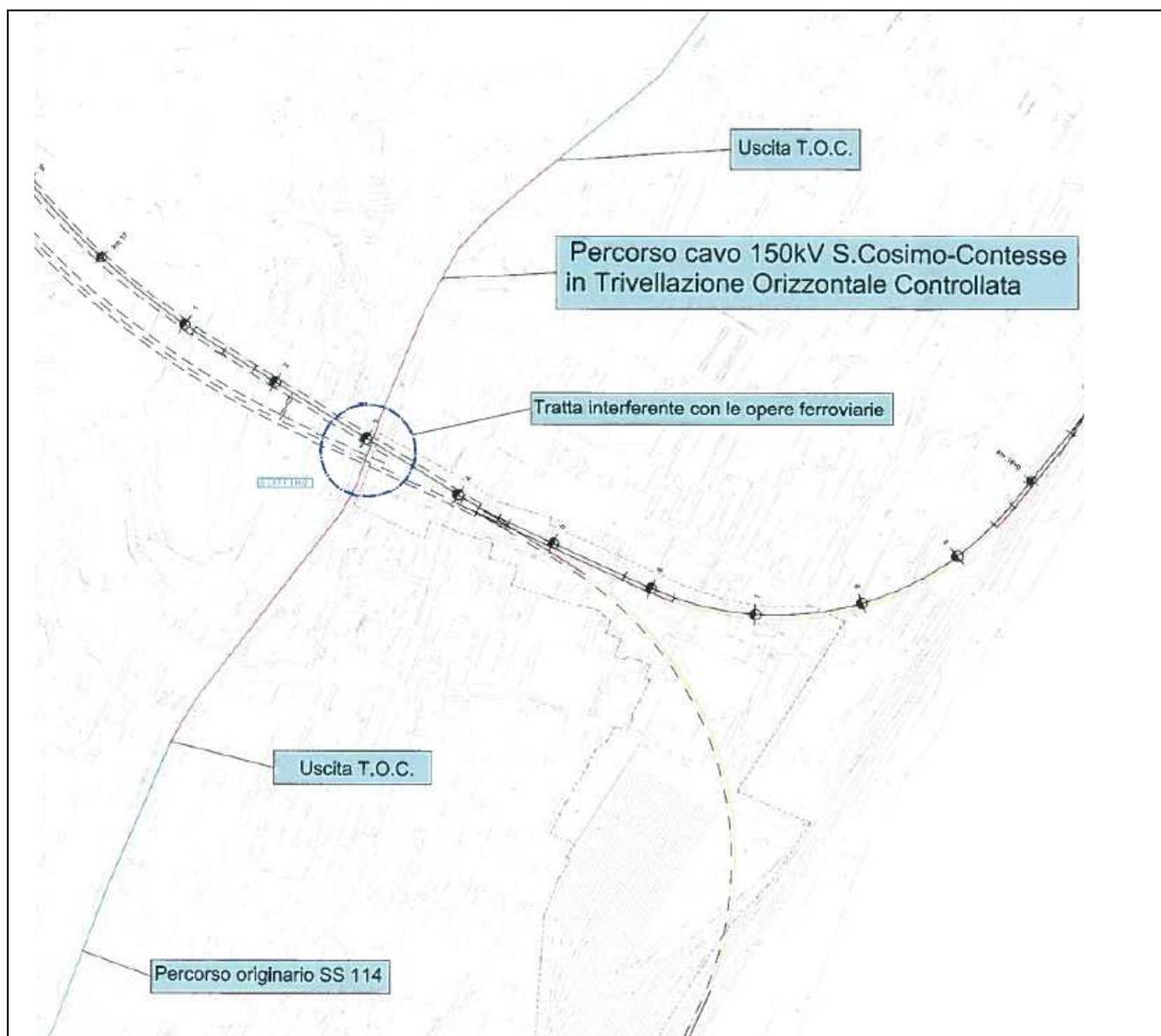


Figura 3.60 – Localizzazione planimetrica dell’interferenza e posizioni di inizio e fine interramento con tecnica TOC del cavo

L’interferenza oggetto di studio è individuata lungo il tracciato della Strada Statale 114 in corrispondenza del punto di imbocco della galleria ferroviaria. Il cavo interrato è attualmente posato ad una profondità variabile tra 1.5 m e 1.7 m, pertanto assolutamente ininterferente con l’opera ferroviaria che, nel punto di interferenza, ha una larghezza di circa 35 m e una profondità di circa 28 m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012	

A seguito dei sopralluoghi effettuati è risultato che l'unica soluzione percorribile consiste nel mantenimento del tracciato planimetrico del cavo lungo la stessa SS114, realizzando una profondità di posa notevolmente maggiore mediante la realizzazione di una trivellazione orizzontale controllata (TOC) di adeguata profondità in maniera tale da superare inferiormente l'opera ferroviaria. La realizzazione della TOC dovrà comportare una profondità massima pari a circa 38 m in corrispondenza del punto di interferenza, in maniera da mantenere un adeguato setto di separazione tra il nuovo tracciato del cavo e la superficie inferiore dell'opera ferroviaria. La **Figura 3.61** riporta una sezione schematica dell'intervento. Per poter realizzare tale profondità massima di posa e consentire un adeguato raggio di curvatura del cavo, i punti di imbocco della TOC dovranno essere posti ad una distanza dal punto di interferenza pari a circa 310 m.

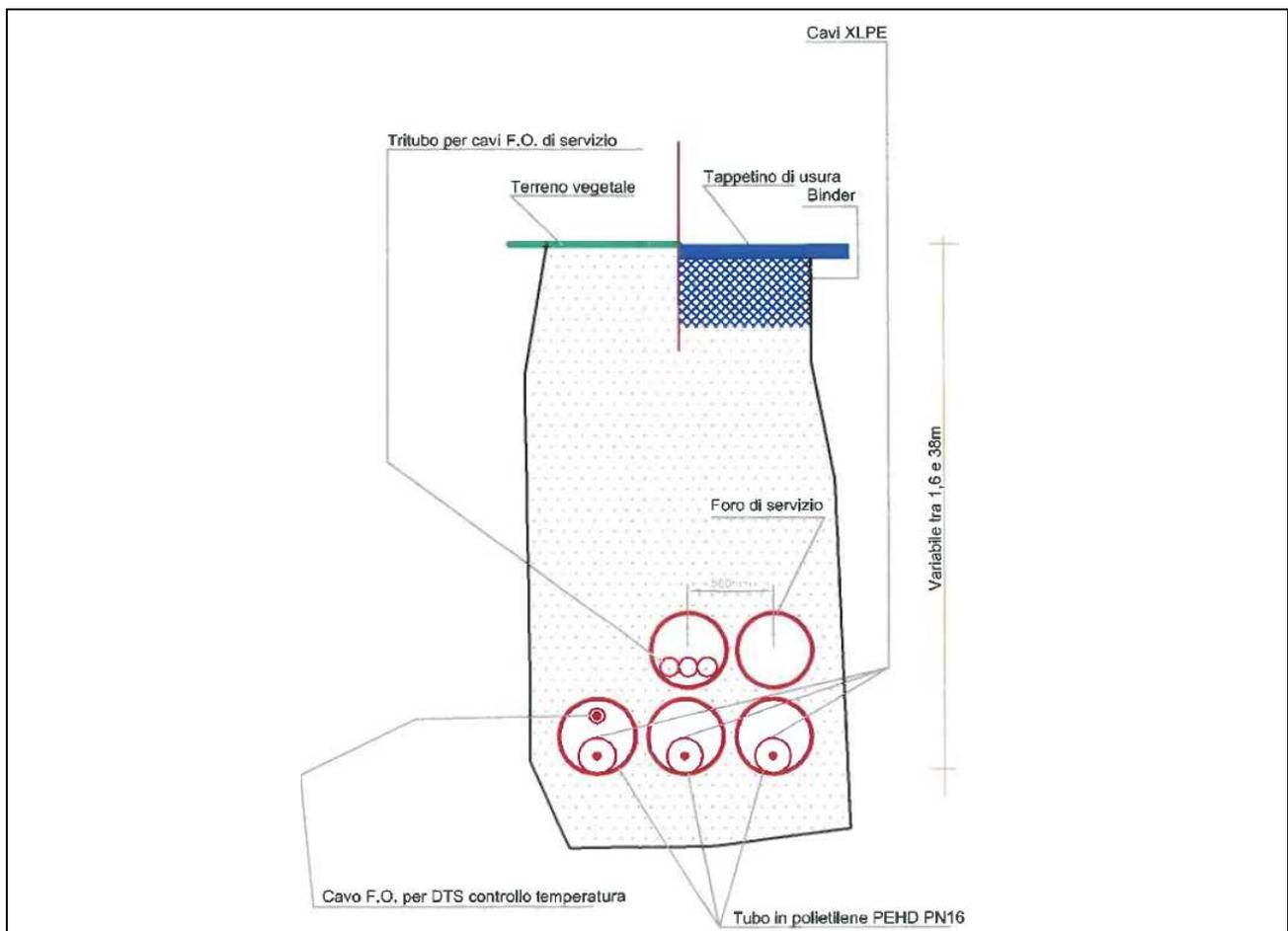


Figura 3.61 – Sezione schematica interrimento cavi con tecnica TOC

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## Configurazione esaminata e risultati

In relazione alla scelta del conduttore utilizzato ed a quanto prescritto dalla normativa vigente i valori considerati sono i seguenti:

- Tensione 150 kV
- Corrente 1000 A

Nel caso in esame, costituito da un elettrodotto in cavo interrato, la presenza della schermatura del cavo stesso comporta che il campo elettrico misurato anche a distanze ridotte dalla sorgente sia di fatto nullo. Analoga situazione si presenta per l'induzione magnetica, a causa dell'elevata profondità di posa e dalla presenza di fasi a distanza ridotta. Nella trattazione che segue si fa in ogni caso riferimento esclusivamente all'induzione magnetica generata dall'elettrodotto stesso.

Per il calcolo delle intensità del campo magnetico della tratta oggetto di variante si sono prese in considerazione due sezioni di posa dei cavi:

- la prima alla profondità di 15 m dal piano campagna ad una distanza di circa 299 m dal punto di interferenza con l'opera ferroviaria;
- la seconda alla profondità di 38 m dal piano di campagna in corrispondenza del punto di interferenza con l'opera ferroviaria che sovrappasserebbe il cavo ad una distanza di circa 10 m.

Tenuto conto della notevole profondità di posa del cavo il campo di induzione magnetica in corrispondenza del piano stradale è praticamente nullo e certamente molto inferiore ai valori di campo attualmente presenti con una profondità di posa di 1.6 m, valori che in ogni caso già ad oggi rispettano la normativa.

Le caratteristiche elettriche dei cavi sono:

- cavo: 1600 mmq in alluminio con isolamento in XLPE
- Tensione nominale: 150 kV
- Corrente Nominale: 1000 A
- Potenza Nominale: 260 MVA

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center"><b>RELAZIONE GENERALE</b></p>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

Nelle **Figure 3.62-3.63-3.64-3.65** sono riportate le rappresentazioni relative al calcolo del campo magnetico generato dalla linea a 150 kV semplice terna presa in considerazione. Sui può concludere che:

- Per una profondità di posa pari a 15 m, i valori di induzione stimati sul piano campagna raggiungono un picco massimo di 0,87  $\mu\text{T}$  sull'asse dei cavi. Il valore di 3  $\mu\text{T}$  fissato dall'obiettivo di qualità si registra ad una profondità di 6.9 m
- Per una profondità di posa pari a 38 m i valori di induzione stimati a -20 m (mezzeria della galleria) raggiungono un picco massimo di 0,6  $\mu\text{T}$  sull'asse dei cavi. Il valore di 3  $\mu\text{T}$  fissato dall'obiettivo di qualità si registra ad una profondità di 30 m

#### **Distanza di prima approssimazione DPA e ricettori critici**

Si ricorda che, al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto M.ATTM. 29 maggio 2009 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione DPA, definita come "la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

Con "Fascia di rispetto" si intende lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, si calcola la distanza di prima approssimazione (DPA) che corrisponde alla proiezione al suolo della fascia di rispetto calcolata combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco.

Nel caso in esame, tenuto conto che i valori di campo magnetico sono notevolmente inferiori all'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$ , la DPA risulta pari a 0 (zero) m.

Non esistono pertanto limitazioni di sorta all'edificabilità e nella realizzazioni di opere per le quali è prevista la permanenza prolungata di persone, ivi compresa la stessa opera ferroviaria.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> <i>AMV0546_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>31/05/2012</i>
Alternative ai siti di deposito				



Figura 3.62 – Profilo laterale campo magnetico per i punti situati sul piano stradale con profondità di posa pari a -15 m

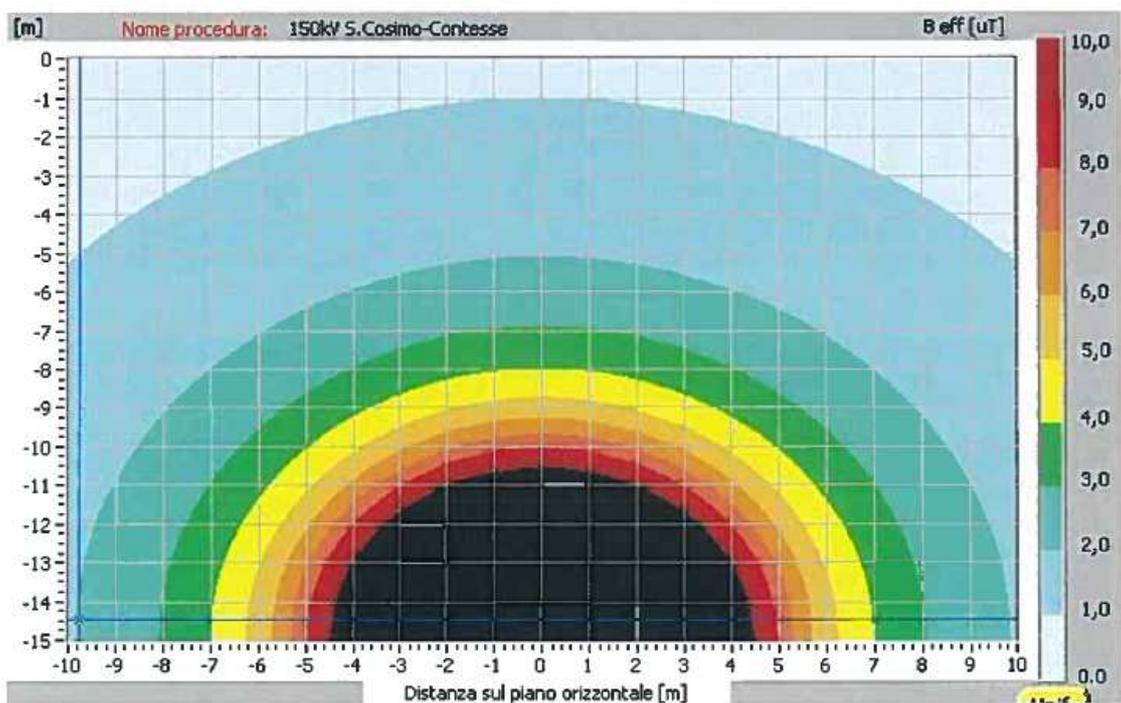


Figura 3.63 – Mappa verticale del campo magnetico per una profondità di posa pari a -15 m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc		<i>Rev</i> F0
				<i>Data</i> 31/05/2012

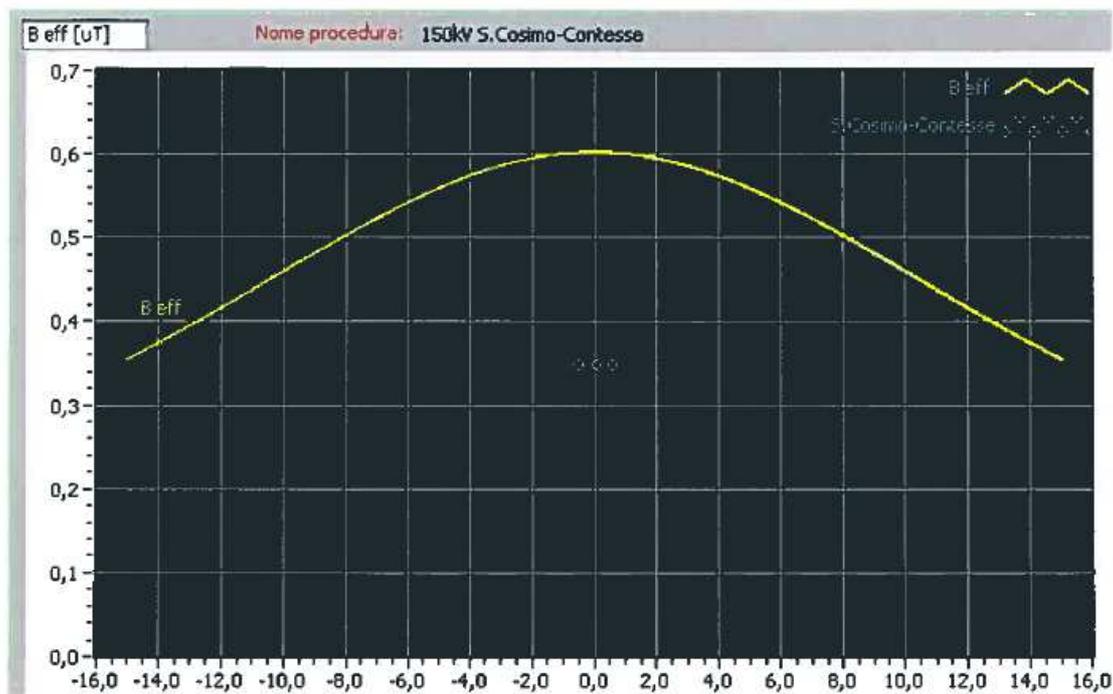


Figura 3.64 – Profilo laterale campo magnetico in corrispondenza dell’opera ferroviaria (- 20 m) con profondità di posa del cavo pari a -38 m

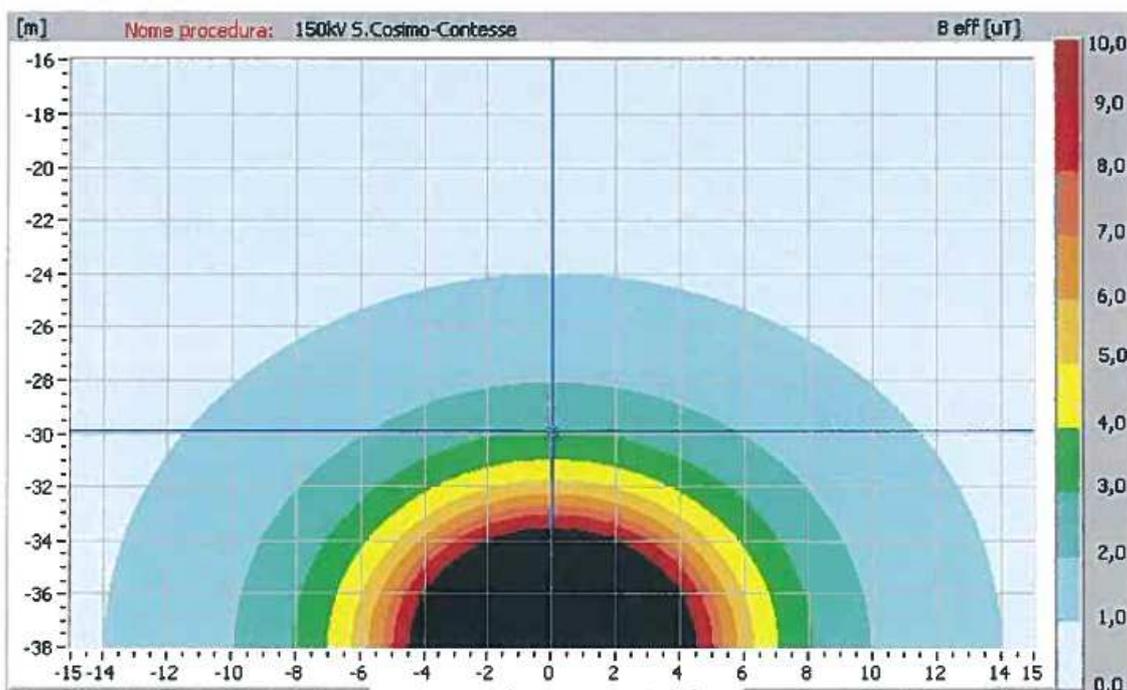


Figura 3.65 – Mappa verticale del campo magnetico per una profondità di posa pari a -38 m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3.5 Note di indirizzo per il PMA

Con l'avvio della cantierizzazione possono determinarsi locali alterazioni di campo elettromagnetico in prossimità delle cabine di trasformazione MT e delle linee elettriche di alimentazione. Si suggerisce pertanto di verificare, in funzione della localizzazione dei punti di monitoraggio, la necessità di svolgere i rilievi di ante operam preventivamente agli interventi previsti dall'Ente Erogatore per la fornitura di energia elettrica ai cantieri, alla posa delle cabine di ricezione e relativo allacciamento mediante linee interrato alla tensione di 20 kV.

Al fine di poter acquisire dati sperimentali in grado di documentare la conformità ai limiti di legge e, al tempo stesso, di disporre di informazioni utili per assicurare la popolazione locale in merito all'esposizione ai campi elettromagnetici, si ritiene che il PMA debba valutare, oltre a quanto già previsto, l'opportunità di inserire dei punti di monitoraggio ante operam e post operam in corrispondenza degli edifici residenziali di Cannitello e di Ganzirri localizzati all'interno del raggio di 50 m dal centro di fase dell'antenna dei radar. I punti di monitoraggio possono in particolare riguardare (cfr. Figura .3.27-3.28):

- Cannitello, radar lato destro ponte.
- Ganzirri, radar lato sinistro ponte.
- Ganzirri, radar lato destro ponte.

Considerando l'elettrodotto "Villa San Giovanni Scilla", in località "Acquavecchia" è localizzata l'area di interazione più significativa con il sistema ricevitore, composto da alcuni edifici in via Campo Piale prossimi al pilone P339G (**Figura 3.66**), a distanza di circa 26 m dalla linea AT 150 kV futura.

In quest'area, a fini cautelari, è consigliato prevedere un punto di monitoraggio ante operam e in fase di esercizio in corrispondenza dell'edificio residenziale evidenziato in verde a linea continua. In opzione, l'edificio evidenziato con linea tratteggiata attualmente in fase di ristrutturazione.

Si fa notare che i fabbricati a minore distanza riportati nello stralcio planimetrico sono tettoie, baracche e capannoni dove si verificano condizioni di esposizione saltuaria.

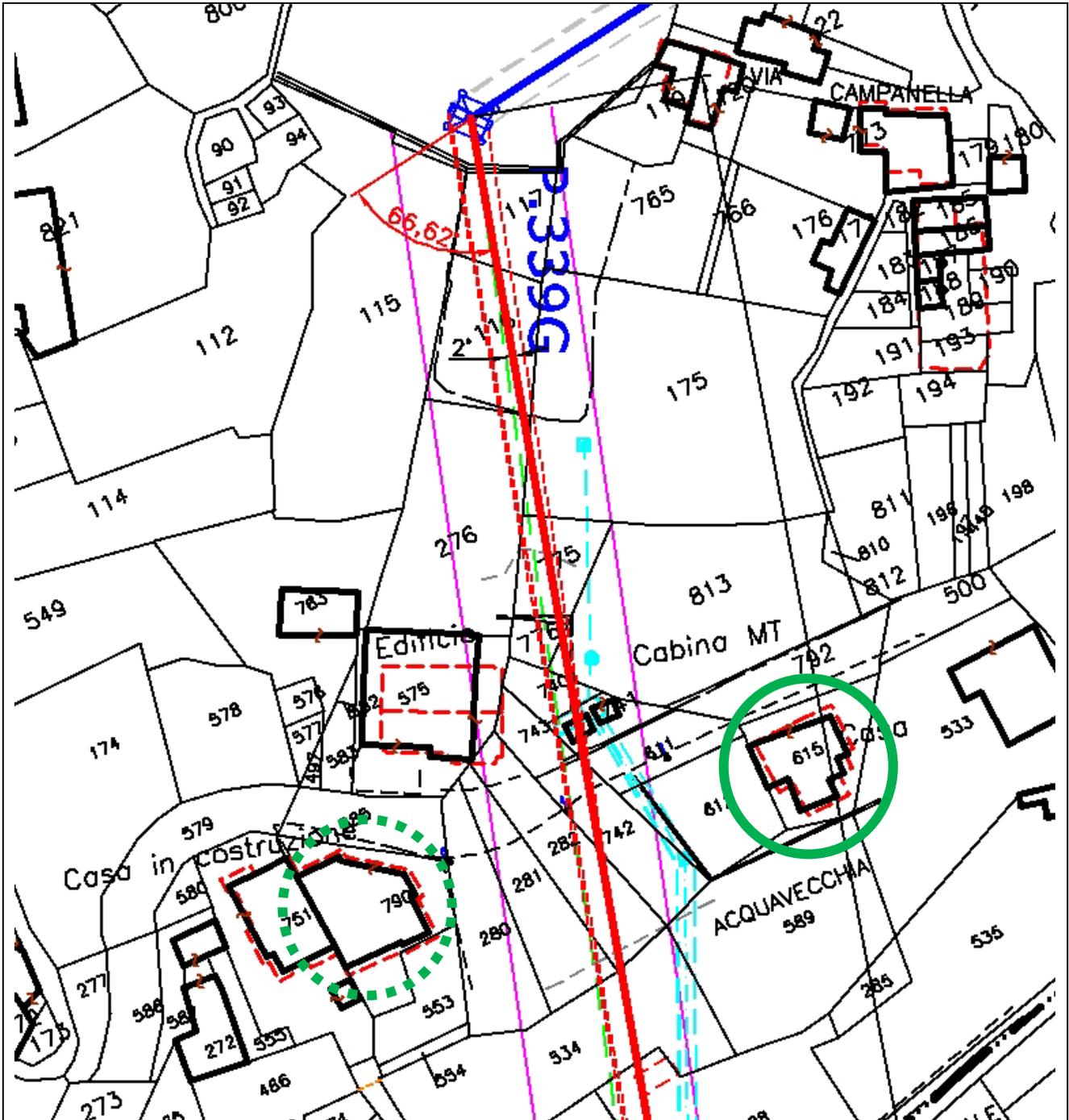


Figura 3.66 – Mappa localizzazione punto di monitoraggio



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Alternative ai siti di deposito		
<b>RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AMV0546_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 31/05/2012

## 4 Bibliografia

- ARPA Friuli Venezia Giulia, “Procedura per l’esecuzione di interventi che richiedono il calcolo di campi magnetici a frequenze estremamente basse (ELF), 2006
- ENEL, “Distanza di Prima Approssimazione DPA da linee e cabine elettriche”
- ARPA Sicilia, “Annuario regionale dei dati ambientali 2009 – Agenti fisici”
- ISPRA Istituto Superiore per la Ricerca e la Ricerca Ambientale (sito web)
- ARPA Calabria “Il monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici in Calabria” 2003-2007
- Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 - “Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz”.
- Risoluzione 2 aprile 2009, n.8/2010 Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 27 maggio 2010, n.137 “Risoluzione del Parlamento europeo del 2 aprile 2009 sulle preoccupazioni per la salute connesse ai campi elettromagnetici (2008/2211(INI))”.
- Il D.M. 16/1/1991 - “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne” (G.U. 16/2/1991, n.40).
- Il D.M. 10/9/1998 n° 381 - “Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”.
- La Legge 36 del 22/02/2001 - “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM dell’ 08/07/2003 – “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”.
- DPCM dell’ 08/07/2003 – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.
- Decreto legislativo 15/03/2010, n. 66 - Codice dell'ordinamento militare - Articolo 366 - Inquinamento elettromagnetico
- Decreto legislativo 04/09/2002, n. 198 – “Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell'articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443”.
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: Decreto ministeriale 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>          Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center"><b>RELAZIONE GENERALE</b></p>		<p><i>Codice documento</i>          AMV0546_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          31/05/2012</p>

elettrodotti”.

- Decreto ministeriale 29/05/2008 – “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica”. Allegato “Procedura di misura e di valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità - Art. 5 DPCM 8/07/03 (GU 200 del 29/08/03)”.
- Legge Regionale n.17 del 24/11/2000, valida per la Calabria
- Assessorato del Territorio e dell’Ambiente, Circolare 17/04/2000, prot. n. 2818 G.U.R.S. 12 maggio 2000, n. 22 Linee guida applicative del "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana" di cui al decreto del Ministero dell'ambiente n. 381 del 10 settembre 1998.
- Assessorato del Territorio e dell’Ambiente, Decreto 27/08/2008 – “Sostituzione dell'allegato A del decreto 21 febbraio 2007, concernente procedura per il risanamento dei siti nei quali viene riscontrato il superamento dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione dei campi elettromagnetici”.
- Normativa sperimentale europea CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica) “Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Bassa frequenza (0-10 kHz)”: Norma ENV 50166-1 (recepita in Italia come norma CEI 111-2 Maggio 1995).
- Documento congiunto ISPESL-ISS, del 29 gennaio 1998, incentrato sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici ed a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.
- CEI 211-6 – Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 KHz, con riferimento all’esposizione umana.
- CEI 211-7 – Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana.