

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

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

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

<p><b>IL PROGETTISTA</b></p>  <p>Dott. Ing. D. Spoglianti          Ordine Ingegneri Milano n° 20953          Dott. Ing. E. Pagani          Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>Project Manager          (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>          Direttore Generale e RUP Validazione          (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>          Amministratore Delegato          (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	--	--

<p><i>Unità Funzionale</i> GENERALE  <i>Tipo di sistema</i> AMBIENTE  <i>Raggruppamento di opere/attività</i> STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE  <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE - RUMORE  <i>Titolo del documento</i> INFRASTRUTTURE – RELAZIONE GENERALE</p>	<p>AM0311_F0</p>
---	------------------

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

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	A. CALEGARI	M. SALOMONE	D.SPOGLIANTI



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
Premessa .....	9
1 Quadro di riferimento normativo.....	11
1.1 Normativa Nazionale.....	11
1.1.1 DPCM 14.11.1997 .....	12
1.1.2 DM 29.11.2000 .....	14
1.1.3 Il D.P.R. 142/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare .....	16
1.1.4 DPR 459/98 .....	21
1.1.5 DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".	23
1.2 Normativa Regionale .....	23
1.2.1 Regione Calabria.....	23
1.2.1.1 Legge regionale 19 ottobre 2009, n. 34 .....	23
1.2.2 Regione Sicilia.....	24
1.2.2.1 XII legislatura - DDL n. 457 (versione del 23.05.97).....	25
1.2.2.2 DECRETO 11 settembre 2007.....	26
1.2.2.3 DECRETO 23 marzo 2007. ....	27
1.2.2.4 DECRETO 10 dicembre 2007.....	27
1.2.2.5 DECRETO 24 settembre 2008.....	27
1.3 Disposizioni comunali .....	28
1.3.1 Regione Calabria.....	28
1.3.2 Regione Sicilia.....	30
2 Quadro di riferimento ambientale .....	35
2.1 Caratteristiche territoriali e insediative .....	35
2.1.1 Censimento dei ricettori .....	35
2.1.1.1 Versante Calabria .....	38
2.1.1.2 Versante Sicilia.....	39
2.1.2 Aree di nuova edificazione.....	40
2.1.2.1 Versante Calabria .....	41
2.1.2.2 Versante Sicilia.....	41

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.1.3	Ricettori sensibili.....	42
2.1.3.1	Versante Calabria .....	42
2.1.3.2	Versante Sicilia .....	42
2.1.4	Sorgenti di rumore stradali e ferroviarie .....	52
2.1.4.1	Versante Calabria .....	52
2.1.4.2	Versante Sicilia .....	53
2.2	Caratteristiche ambientali .....	54
2.2.1	Copertura superficiale del terreno .....	54
2.2.2	Caratteristiche meteorologiche: condizioni favorevoli alla propagazione del rumore .....	58
2.2.2.1	Generalità .....	58
2.2.2.2	Dati meteorologici utilizzati .....	61
2.2.2.3	Definizione delle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore .....	65
2.2.2.4	Risultati delle elaborazioni .....	67
2.2.3	Aree naturalistiche e controllo del rumore .....	68
2.2.3.1	Premessa .....	68
2.2.3.2	Aree sensibili .....	69
	Versante Calabria.....	69
	Versante Sicilia .....	70
2.2.3.3	Produzione di suoni da parte dell'avifauna.....	71
2.2.3.4	Percezione dei suoni .....	72
2.2.3.5	Localizzazione dei suoni .....	74
2.2.3.6	Spazio attivo e rapporto critico.....	74
2.2.4	Aree naturalistiche marine .....	76
2.2.5	Rilievi emissioni stradali e ferroviarie .....	84
2.2.5.1	Versante Calabria .....	85
2.2.5.2	Versante Sicilia .....	88
2.2.6	Rilievi di rumore ambientale.....	91
2.2.6.1	Versante Calabria .....	92
2.2.6.2	Versante Sicilia .....	93
2.2.7	Mappatura di clima acustico.....	104
2.2.7.1	Versante Calabria .....	106
2.2.7.2	Versante Sicilia .....	110

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2.3	Sensibilità ambientale .....	115
3	Quadro di riferimento previsionale .....	117
3.1	Descrizione del modello Soundplan .....	117
3.2	Interfacciamento GIS-Soundplan .....	118
3.3	Metodo di verifica della concorsualità .....	119
3.3.1	Presupposti di riferimento .....	119
3.3.1.1	Ricettori fuori fascia di pertinenza .....	119
3.3.1.2	Ricettori interni alle fasce di pertinenza, in assenza di sorgenti concorsuali....	120
3.3.1.3	Ricettori interni alle fasce di pertinenza in presenza di sorgenti concorsuali ...	120
3.3.2	Applicazione .....	123
3.4	Analisi previsionale rumore stradale .....	124
3.4.1	Il metodo di calcolo NMPB-96 per il rumore stradale .....	124
3.4.2	Interconfronto tra modelli previsionali rumore stradale .....	130
3.4.3	Evoluzione delle emissioni del parco circolante a lungo termine .....	133
3.4.4	Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie.....	135
3.4.5	Previsioni di impatto rumore stradale e mappatura acustica .....	136
3.4.5.1	Il modello geometrico.....	136
3.4.5.2	Caratteristiche di impedenza dei materiali .....	137
3.4.5.3	Dati meteorologici di progetto .....	137
3.4.5.4	Traffico di progetto.....	138
3.4.5.5	Localizzazione dei punti di calcolo .....	139
3.4.5.6	Specifiche di calcolo .....	139
3.4.5.7	Scenari simulati .....	140
3.4.5.8	Mappatura impatto acustica.....	140
3.4.5.9	Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione.....	148
3.4.6	Progettazione interventi di mitigazione.....	151
3.4.6.1	Pavimentazione stradale fonoassorbente .....	152
3.4.6.2	Giunti silenziosi.....	155
3.4.6.3	Barriere antirumore.....	155
3.4.6.4	Insonorizzazione imbocchi gallerie e muri di controripa .....	158
3.4.6.5	Interventi sui ricettori.....	161
3.4.7	Mappatura impatto acustico post operam mitigato .....	162
3.5	Analisi previsionale rumore ferroviario .....	167

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3.5.1	Il metodo di calcolo RMR2002 per il rumore ferroviario.....	167
3.5.2	Interconfronto tra modelli previsionali rumore ferroviario.....	169
3.5.3	Verifica di accuratezza del modello previsionale.....	173
3.5.4	Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie.....	174
3.5.5	Previsioni di impatto rumore ferroviario e mappatura acustica.....	179
3.5.5.1	Ambito di mappatura.....	179
3.5.5.2	Il modello geometrico.....	179
3.5.5.3	Caratteristiche di impedenza dei materiali.....	180
3.5.5.4	Dati meteorologici di progetto.....	180
3.5.5.5	Traffico di progetto.....	181
3.5.5.6	Localizzazione dei punti di calcolo.....	181
3.5.5.7	Specifiche di calcolo.....	182
3.5.5.8	Scenari simulati.....	182
3.5.5.9	Mappatura impatto acustica.....	182
3.5.5.10	Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione.....	190
3.5.6	Progettazione interventi di mitigazione.....	193
3.5.6.1	Barriere antirumore.....	193
3.5.6.2	Interventi sui ricettori.....	196
3.5.7	Mappatura impatto acustico post operam mitigato.....	197
4	Mappatura post operam.....	203
4.1	Impatto mitigato stradale e ferroviario.....	203
4.1.1	Versante Calabria.....	204
4.1.2	Versante Sicilia.....	209
4.2	Definizione livelli di impatto per AMC.....	216
5	Impatto aeroacustico opera di attraversamento.....	219
5.1	Valutazione del vento di riferimento per le analisi aeroacustiche.....	219
5.2	Analisi di sensibilità delle emissioni acustiche sull'elemento strutturale di riferimento...	220
5.2.1	Dominio di calcolo.....	220
5.2.2	Condizioni al contorno.....	221
5.2.3	Risultati.....	222
5.2.4	Campo di moto fluidodinamico.....	223
5.2.5	Emissioni acustiche.....	225
5.3	Analisi fluidodinamica dell'impalcato.....	227

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

5.4	Individuazione degli elementi strutturali potenzialmente rumorosi .....	230
5.5	Analisi Aeroacustica elementi lineari.....	232
5.6	Propagazione acustica mediante ray-tracing .....	232
5.6.1	Impostazione delle simulazioni e scelta delle condizioni di emissione.....	233
5.6.2	Implementazione del modello di calcolo.....	234
5.6.3	Risultati delle simulazioni.....	236
5.6.4	Conclusioni .....	237
6	Punti di attenzione per il PMA .....	239
7	Conclusioni .....	241
8	Bibliografia .....	243



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Premessa

La presente relazione contiene il quadro di riferimento normativo sul rumore applicabile agli interventi oggetto del P.D., il quadro di riferimento ambientale e il quadro di riferimento previsionale, quest'ultimo relativo alla fase di esercizio. Gli studi previsionali relativi alla fase di cantiere sono illustrati nel documento CG0700PRGDGAMIAQ300000012.

Lo studio acustico considera un ambito spaziale di ampiezza complessiva minima 2 km, esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato stradale o dal binario della linea ferroviaria fuori terra in progetto. Il corridoio di studio di area vasta è stato mantenuto invariato in tutte le fasi di mappatura relative al clima acustico, all'impatto ante e post mitigazione delle infrastrutture stradali e ferroviarie e, in ultimo, del dell'impatto mitigato complessivo, permettendo in tal modo di considerare correttamente la sovrapposizione degli effetti e le interazioni mutue tra campo sonoro stradale e ferroviario.

All'interno di questo corridoio sono stati svolti specifici sopralluoghi, indagini ed elaborazioni finalizzati a verificare lo stato fisico dei luoghi (climatologia, morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali, ecc.), sono state caratterizzate le principali sorgenti di rumore e identificati i ricettori per mezzo di un censimento dettagliato. La mosaicatura delle classificazioni acustiche comunali adottate dai Comuni territorialmente interessati dal progetto, delle aree di nuova edificazione indicate dai PRG e delle aree naturali vincolate (SIC, ZPS, ...) ha permesso di definire la sensibilità degli ambienti interessati dal progetto e di identificare gli obiettivi di tutela sonora del territorio.

La mappatura di clima acustico ante operam è stata realizzata utilizzando i risultati delle campagne di monitoraggio predisposte per il P.D., orientate al rilievo delle emissioni di rumore originate dalle principali infrastrutture stradali e ferroviarie, alle quali ha fatto seguito una estensione al continuo con modello previsionale. E' stato in questo modo possibile, nella fase successiva degli studi di impatto delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie in progetto, applicare il criterio della concorsualità in modo analiticamente corretto e definire i livelli di soglia in base alla reale "forza" della sorgente di rumore concorsuale.

I calcoli previsionali di clima acustico stradale e ferroviario sono stati svolti rispettivamente con i modelli ad interim NMPB-Routes-96 (Racc. 2003/613/CE), richiamato dal Dlgs 194/2005 per la

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

mappatura acustica stradale (generalmente adottato nei piani di risanamento acustico delle infrastrutture esistenti e negli studi delle nuove infrastrutture) e con il modello RMR2002.

In considerazioni delle specifiche esigenze del modello previsionale NMPB-96 è stata svolta una analisi meteorologica di area vasta propedeutica all'uso del modello ad interim in base alle informazioni fornite per tutto il territorio italiano dal Servizio IdroMeteoClima della Regione Emilia Romagna. Il data set acquistato da ARPA-SIM, denominato LAMA, è stato prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell) disponibile a copertura nazionale. L'individuazione delle ore in cui si verificano le condizioni favorevoli alla propagazione è stata effettuata applicando il metodo ripreso dalla pubblicazione "Work Package 3.1.1: Road Traffic Noise – Description of the calculation method". In pratica per ognuna delle 8640 ore dell'anno di riferimento, a partire dai dati meteo disponibili, sono state definite le condizioni del campo anemologico ("U") e del profilo verticale della temperatura ("T"), combinando le quali sono state individuate le ore di propagazione favorevole.

Queste valutazioni puntuali, applicate ad una mesh di calcolo a totale copertura dell'ambito di studio delle opere di attraversamento, hanno permesso di identificare delle macro aree caratterizzate da condizioni meteorologiche favorevoli uniformi molto inferiori a quelle consigliate dalla WG-AEN.

Lo studio previsionale di impatto, sebbene differenziato per esigenze modellistiche tra sorgenti autostradali e ferroviarie, ha avuto fasi di inevitabile convergenza determinate dalla necessità di pervenire, nei tratti in affiancamento, ad un sistema di mitigazione unitario ottimizzato, e ad una mappatura finale del campo sonoro risultante dalla combinazione del progetto stradale e ferroviario in presenza di interventi di mitigazione.

L'analisi delle emissioni sonore generate dall'opera di attraversamento investita dal vento, per velocità del vento di 25-30 m/s, ha rappresentato uno specifico studio specialistico sviluppato nell'ambito del PD al quale viene dedicato il capitolo conclusivo del quadro di riferimento previsionale. L'impatto aeroacustico non è stato sommato al campo sonoro determinato dall'esercizio dell'infrastruttura stante la non confrontabilità dei due scenari temporali a cui si riferiscono le stime.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 Quadro di riferimento normativo

### 1.1 Normativa Nazionale

La normativa sul rumore è stata introdotta in Italia a partire dall'inizio degli anni '90 ed attualmente è praticamente giunta al termine l'adozione dei regolamenti di attuazione alla Legge Quadro. In particolare, il contesto giuridico di riferimento è rappresentato da:

- DPCM 1.3.1991
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico"
- DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- DPR 459/98
- Decreto 29.11.2000 "Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- DPR 30 marzo 2004, n. 142
- Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

In data 1 marzo 1991, in attuazione dell'art. 2 comma 14 legge 8.7.1986 n. 349, è stato emanato un D.P.C.M. che consentiva al Ministro dell'Ambiente, di concerto con il Ministro della Sanità, di proporre al Presidente del Consiglio dei Ministri la fissazione di limiti massimi di esposizione al rumore nell'ambiente esterno ed abitativo (di cui all'art. 4 legge 23.12.1978 n. 833). Al DPCM 1.3.1991 è seguita l'emanazione della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995 e, successivamente, il DPCM 14.11.1997 con il quale vengono determinati i valori limite di riferimento, assoluti e differenziali.

Il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1 marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissioni, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea. Il decreto determina i valori limite di emissione,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

i valori limite di immissione, i valori di attenzione, i valori di qualità e i limiti differenziali, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal DPCM 1 marzo 1991.

I limiti stabiliti nella Tabella C del DPCM 14.11.1997 sono applicabili al di fuori delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie in base alla destinazione d'uso del territorio. Alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture non si applicano inoltre le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione.

Viene nel seguito fornita una breve sintesi per i provvedimenti normativi di maggiore rilevanza per lo studio in oggetto.

### **1.1.1 DPCM 14.11.1997**

In ambiente esterno i livelli di rumorosità sono regolati dal DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore» integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1 marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissioni, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal DPCM 1 marzo 1991.

I valori limite di emissione, intesi come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa, come da art. 2, comma 1, lettera e) della legge 26 ottobre 1995 n° 447, sono riferiti alle sorgenti fisse e alle sorgenti mobili.

I valori limite di emissione del rumore delle sorgenti sonore mobili e dei singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono regolamentati dalle norme di omologazione e di certificazione delle stesse.

I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse, riportate in Tabella 1.1 si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti e sono quelli indicati nella Tabella B dello stesso decreto, fino all'emanazione della specifica norma UNI.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	<b>DIURNO</b> <b>6:00+22:00</b>	<b>NOTTURNO</b> <b>22:00+6:00</b>
I Aree particolarmente protette	45	35
II Aree prevalentemente residenziali	50	40
III Aree di tipo misto	55	45
IV Aree di intensa attività umana	60	50
V Aree prevalentemente industriali	65	55
VI Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 1.1 Valori limite di emissione

I valori limite di immissione, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, sono quelli indicati nella Tabella C dello stesso decreto e corrispondono a quelli individuati nel DPCM 1 marzo 1991 (Tabella 1.2).

Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'art. 11, comma 1, legge 26 ottobre 1995 n° 447, i limiti suddetti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di dette fasce, tali sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	<b>DIURNO</b> <b>6:00+22:00</b>	<b>NOTTURNO</b> <b>22:00+6:00</b>
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 1.2 Valori limite di immissione

I valori di attenzione, infine, sono espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata A. Se riferiti ad un'ora i valori di attenzione sono quelli della Tabella C aumentati di 10 dBA per il periodo diurno e di 5 dBA per il periodo notturno; se riferiti ai tempi di riferimento i valori di attenzione sono quelli della Tabella C.

Per l'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, è sufficiente il superamento di uno dei due valori suddetti, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali. I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

Per quanto riguarda l'ambiente abitativo valgono le seguenti considerazioni:

- Il livello sonoro ambientale 6÷22h a finestre chiuse, in periodo diurno, è ritenuto “non disturbante” se inferiore a 35 dB(A). In caso contrario, il rumore è da considerarsi accettabile a condizione che sia garantito un livello differenziale (differenza tra rumore ambientale e rumore residuo) minore di 5 dB(A).
- Il livello sonoro ambientale 22÷6h a finestre chiuse, in periodo notturno è ritenuto “non disturbante” se inferiore a 25 dB(A). In caso contrario, il rumore è da considerarsi accettabile a condizione che sia garantito un livello differenziale minore di 3 dB(A).

#### **1.1.2 DM 29.11.2000**

Il Decreto 29.11.2000 “Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore” ai sensi dell’Art. 10, Comma 5, della Legge 26 ottobre 1995 n. 447 “Legge Quadro sull’inquinamento acustico” stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture hanno l’obbligo di:

- Individuare le aree in cui per effetto delle immissioni delle infrastrutture stesse si abbia superamento dei limiti di immissione previsti;
- Determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti
- Presentare al comune e alla regione o all’autorità da essa indicata, ai sensi art. 10, comma 5, L447/95, il piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall’esercizio delle infrastrutture.

Nel caso di infrastrutture lineari di interesse nazionale o di più regioni, entro 18 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto devono essere individuate, con stime o rilievi, le aree di superamento dei limiti previsti, trasmettendo i dati alle autorità competenti. Entro i successivi 18 mesi la società o l’ente gestore presenta ai comuni interessati, alle regioni o alle autorità da esse indicate, il piano di contenimento ed abbattimento del rumore.

Il Ministero dell’Ambiente, d’intesa con la Conferenza unificata, approva i piani relativi alle infrastrutture di interesse nazionale o di più regioni e provvede alla ripartizione degli

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

accantonamenti e degli oneri su base regionale, tenuto conto delle priorità e dei costi dei risanamenti previsti per ogni regione e del costo complessivo a livello nazionale.

Gli obiettivi di risanamento devono essere conseguiti entro 15 anni dalla data di espressione della regione o dell'autorità da essa indicata. In assenza di parere in materia nei 3 anni successivi all'entrata in vigore del decreto, vale la data di presentazione del piano.

L'ordine di priorità degli interventi di risanamento è stabilito dal valore numerico dell'indice di priorità P la cui procedura di calcolo è indicata nell'Allegato 1 al decreto. Nell'indice di priorità confluiscono il valore limite di immissione, il livello di impatto della sorgente sonora sul ricettore, la popolazione esposta (n. abitanti equivalenti). Ospedali, case di cura e di riposo e le scuole vengono assimilate ad una popolazione residente moltiplicando rispettivamente per 4, 4 e 3 il numero di posti letto e il numero totale degli alunni.

Per le infrastrutture di interesse nazionale o regionale saranno stabiliti ordini di priorità a livello regionale. La regione, d'intesa con i comuni interessati, può stabilire un ordine di priorità diverso da quello derivato dall'applicazione della procedura di calcolo.

Nel caso di più gestori concorrenti al superamento del limite i gestori devono di norma provvedere all'esecuzione congiunta delle attività di risanamento.

Le attività di risanamento devono conseguire il rispetto dei valori limite di rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'Art. 11 della Legge Quadro. Nelle aree in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza il rumore non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento (Art. 5) devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

Gli interventi sul ricettore sono adottati qualora non sia tecnicamente conseguibile il raggiungimento dei valori limite di immissione oppure quando lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale.

Le società e gli enti di gestione dei servizi pubblici di trasporto comunicano entro il 31 marzo di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

ogni anno, e comunque entro 3 mesi dall'entrata in vigore del decreto (Art. 6 – Attività di controllo), al M.A., alle regioni e ai comuni competenti, l'entità dei fondi accantonati annualmente e complessivamente dalla data di entrata in vigore della legge 447/1995 nonché lo stato di avanzamento fisico e finanziario dei singoli interventi previsti, comprensivo anche degli interventi conclusi.

La Tabella 1.3 riporta lo stato di predisposizione dei piani di risanamento acustico nel territorio lato Sicilia e lato Calabria interessato dalle opere del Ponte sullo Stretto di Messina.

DM 29.11.2000 e DPR 142/2004	Regolano i problemi di inquinamento acustico delle infrastrutture stradali e i piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore da parte de gestori	Il <b>Consorzio Autostrade Siciliane</b> è l'unico Gestore che non ha presentato al MA i suddetti piani. <b>Autostrade per l'Italia</b> ha presentato il piano per la A3 Salerno-Reggio Calabria <b>ANAS</b> ha presentato dopo molti solleciti un piano stralcio in cui prevede l'applicazione anticipata di pavimentazioni fonoassorbenti su 5000 km di strade
DM 29.11.2000 e DPR 459/1998	Regolano i problemi di inquinamento acustico delle infrastrutture ferroviarie e i piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore da parte de gestori	Il <b>Comitato Tecnico Operativo Congiunto CTOC</b> discendente da un protocollo di intesa stipulato da M.A.- Gruppo FS ha ottenuto nel 2004 l'intesa in Conferenza Unificata sul primo stralcio quadriennale 2004-2008. Nel 2009 RFI ha presentato l'aggiornamento del piano degli interventi previsti nel 2009-2012. E' stata avviata l'istruttoria tecnica di valutazione da parte del M.A.

Tabella 1.3 Stato predisposizione PRA

### 1.1.3 Il D.P.R. 142/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare

Il DPR 30 marzo 2004, n. 142 predisposto dall'ufficio studi e legislazione del Ministero dei Lavori Pubblici, contiene le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Il decreto definisce le infrastrutture stradali in armonia all'art. 2 del DL 30 aprile 1992 n. 285 e sue successive modifiche e all'Allegato 1 al decreto stesso, con la seguente classificazione:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- A – Autostrade
- B – Strade extraurbane principali
- C – Strade extraurbane secondarie
- D – Strade urbane di scorrimento
- E – Strade urbane di quartiere
- F - Strade locali

Il decreto si applica alle infrastrutture esistenti e a quelle di nuova realizzazione e ribadisce che alle suddette infrastrutture non si applica il disposto degli Art. 2, 6 e 7 del DPCM 14.11.1997 (valori limite di emissione, valori di attenzione e valori di qualità). Da notare che il DPCM 14.11.1997 all'Art. 4 esclude l'applicazione del valore limite differenziale di immissione alle infrastrutture stradali.

Il decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore e, in particolare, fissa i limiti applicabili all'interno e all'esterno della fascia di pertinenza acustica e in ambiente abitativo. I limiti all'esterno devono essere verificati in facciata agli edifici, a 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

L'Art. 1 "Definizioni", puntualizza il significato di alcuni termini "chiave" per lo studio acustico:

- Infrastruttura stradale esistente: quella effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del decreto.
- Infrastruttura stradale di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del decreto o comunque non ricadente nella definizione precedente.
- Confine stradale: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato (in mancanza delle precedenti informazioni il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea).
- Fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale per ciascuna lato dell'infrastruttura a partire dal confine stradale (di dimensione variabile in relazione al tipo di infrastruttura e compresa tra un massimo di 250 m e un minimo di 30 m). Il corridoio progettuale, nel caso di nuove infrastrutture ha una estensione doppia della fascia di pertinenza acustica (500 m per le autostrade).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza delle persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 277/1991.
- Ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa, aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici, ecc.

#### Infrastrutture esistenti

Per le infrastrutture stradali esistenti di tipo A, B e Ca viene proposta una fascia di pertinenza estesa per 250 m dal confine stradale.

Questo ambito territoriale viene suddiviso in una fascia più vicina all'infrastruttura (Fascia A) di ampiezza 100 m e in una fascia più distante di larghezza 150 m (Fascia B). L'impostazione ricalca pertanto il Decreto Attuativo sul rumore ferroviario.

Per strade tipo Cb (tutte le strade extraurbane secondarie con l'esclusione delle strade tipo Ca) viene conservata una Fascia A di 100 m mentre la Fascia B viene ridotta a 50 m.

Le strade urbane di scorrimento Da e Db assumono una fascia unica di ampiezza 100 m mentre le strade urbane di quartiere tipo E e le strade locali di tipo F sono associate ad una fascia di pertinenza di 30 m.

I limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti sono riassunti in Tabella 1.4.

In via prioritaria (Art. 5) l'attività pluriennale di risanamento deve essere attuata all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m nel caso delle autostrade) per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e di riposo, e, per tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia di pertinenza all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura (Fascia A di 100 m nel caso delle autostrade).

All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura (Fascia B estesa per 150 m nel caso delle autostrade) le rimanenti attività di risanamento andranno armonizzate con i piani di cui all'Art. 7 della L. 447/95 (Piani di risanamento acustico).

Al di fuori della fascia di pertinenza acustica (Art. 6) devono essere verificati i valori stabiliti dalla Tabella C del DPCM 14.11.1997, ossia i valori determinati dalla classificazione acustica del territorio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturmo dBA	Diurno dBA	Notturmo dBA
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM del 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6 comma 1 lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				

(\*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 1.4 Limiti infrastrutture stradali esistenti

### Nuove infrastrutture

Per le strade di nuova realizzazione di tipo A, B e C1 viene proposta una fascia di pertinenza estesa per 250 m dal confine stradale. Anche in questo caso l'impostazione ricalca il Decreto Attuativo sul rumore ferroviario.

Per strade tipo C2 è prevista una Fascia di 150 m mentre per quelle urbane di scorrimento la fascia è di 100 m. Nelle strade urbane di quartiere tipo E e le strade locali di tipo F sono associate ad una fascia di pertinenza di 30 m.

Le nuove infrastrutture devono rispettare i limiti indicati in Tabella 1.5 e, in particolare, nel caso di autostrade:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- I limiti fissati all'interno della fascia di pertinenza di 250 m (65/55 dBA)
- I limiti di Classe I (50/40 dBA) per i ricettori all'interno della fascia di studio di 500 m
- I limiti di classificazione acustica del territorio stabiliti dal DPCM 14.11.1997 all'esterno della fascia di pertinenza di 250 m

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (DM 5.11.01 Norme funz. e geom. per la costruz. delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturmo dBA	Diurno dBA	Notturmo dBA
A - autostrada		250	50	40	65	55
B – extraurbana principale		250	50	40	65	55
C – Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D – urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E – urbane di quartiere		30	Definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM del 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6 comma 1 lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				

(\*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 1.5 Limiti infrastrutture stradali di nuova realizzazione

Qualora i valori indicati in Tabella 1.4 e Tabella 1.5 non siano tecnicamente raggiungibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o a carattere ambientale, si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti in ambiente abitativo:

- 35 dBA Leq notturno per ospedali, case di cura e di riposo;
- 40 dBA Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dBA diurno per le scuole.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1.5 m dal pavimento. In caso di infrastrutture stradali esistenti gli interventi per il rispetto dei limiti di fascia e dei limiti in ambiente abitativo sono a carico del titolare della licenza o concessione edilizia, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del decreto.

In caso di infrastrutture di nuova realizzazione gli interventi per il rispetto dei limiti di fascia e dei limiti in ambiente abitativo sono a carico del titolare della licenza o concessione edilizia se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura stradale, per la parte eccedente l'intervento di mitigazione previsto a salvaguardia di eventuali aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali o loro varianti generali vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione dell'infrastruttura.

#### **1.1.4 DPR 459/98**

Le disposizioni del DPR 459/98 «Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario» definiscono i limiti di immissione delle infrastrutture ferroviarie.

Il DPR 459/98 regola il settore dell'inquinamento acustico derivante da infrastrutture di trasporto ferroviarie all'interno di una fascia di pertinenza di 250 m dall'asse del binario.

Al fine della verifica di ammissibilità dei livelli di rumore in fase di esercizio della linea ferroviaria e della progettazione degli interventi di contenimento, all'interno di suddetta fascia possono essere utilizzati i limiti del DPR 459/98 e, all'esterno, i limiti di zonizzazione acustica indicati dal DPCM 14.11.1997 o i valori limite indicati dall'Art.6 del DPCM 1.3.1991 con riferimento a tutto il territorio nazionale, alle zone A e B come precisate dal Decreto Ministeriale 2 aprile 1968, n. 144 e alle zone esclusivamente industriali:

- a. Per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h, è prevista una fascia di pertinenza ferroviaria pari a 250 m per ciascun lato a partire dalla mezzzeria dei binari esterni, all'interno della quale devono essere rispettati i limiti indicati in Tabella 1.6.
- b. Per le nuove linee in affiancamento a linee esistenti, per le infrastrutture esistenti, per le loro varianti e per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto inferiore a 200 km/h, è prevista una fascia di pertinenza ferroviaria pari a 250 m per ciascun lato a partire dalla mezzzeria dei binari esterni. Tale fascia è suddivisa in due parti la prima, più vicina all'infrastruttura ferroviaria della larghezza di 100 m, denominata fascia A, la seconda, più

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

distante dall'infrastruttura ferroviaria della larghezza di 150 m, denominata fascia B. Per tali infrastrutture valgono i limiti indicati in Tabella 1.7.

Tipo di ricettore	Tempi di riferimento	
	(6.00-22.00)	(22.00-6.00)
Ospedali, case di cura e riposo	50	40
Scuole	50	-
Per gli altri ricettori	65	55

Tabella 1.6

Tipo di ricettore	Tempi di riferimento	
	(6.00-22.00)	(22.00-6.00)
Ospedali, case di cura e riposo	50	40
Scuole	50	-
Per gli altri ricettori in fascia A	70	60
Per gli altri ricettori in fascia B	65	55

Tabella 1.7

Al di fuori della fascia di pertinenza devono essere rispettati i limiti di immissioni stabiliti dal DPCM 14/11/97. I limiti indicati devono essere rispettati e verificati a 1 m di distanza dalla facciata ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione. Qualora i limiti individuati non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si evidenzia l'opportunità di procedere a interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei limiti riportati in Tabella 1.8 valutati al centro della stanza più esposta, a finestre chiuse, a 1.5 m di altezza dal pavimento.

Tipo di ricettore	Tempi di riferimento	
	(6.00-22.00)	(22.00-6.00)
Ospedali, case di cura e riposo	-	35
Scuole	45	-
Per gli altri ricettori	-	40

Tabella 1.8

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 1.1.5 DM 16/03/1998 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”.

Il Decreto del Ministero dell’Ambiente stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento da rumore, in attuazione dell’art. 3, comma 1, lettera c), della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Vengono inoltre indicate le caratteristiche degli strumenti di misura e delle catene di misura e le esigenze minime di certificazione della conformità degli strumenti alle specifiche tecniche (taratura).

## 1.2 Normativa Regionale

### 1.2.1 Regione Calabria

#### 1.2.1.1 Legge regionale 19 ottobre 2009, n. 34

Norme in materia di inquinamento acustico per la tutela dell’ambiente nella Regione Calabria. (BUR n. 19 del 16 ottobre 2009, supplemento straordinario n. 4 del 26 ottobre 2009)

Data del Provvedimento: 19/10/2009

Obiettivi: La legge ha come obiettivo la prevenzione, la tutela, la pianificazione e il risanamento dell’ambiente esterno ed abitativo da modificazioni conseguenti all’inquinamento acustico.

Contenuti principali: Le competenze sono iscritte in capo alla Regione, alle Province e ai Comuni, delineando un sistema che attribuisce alla prima un ruolo di direzione, programmazione e regolamentazione; alle Province un ruolo di monitoraggio, di controllo e vigilanza, un potere sostitutivo nei confronti dei Comuni, un potere autorizzatorio tramite l’approvazione di piani; ai Comuni un ruolo di amministrazione attiva e di regolamentazione, nei limiti fissati dalla stessa legge. In particolare, questi ultimi, predispongono la proposta di classificazione acustica e i piani pluriennali di risanamento acustico delle Aree Inquinare Acusticamente (AIA), individuate dai Comuni stessi.

Per porre rimedio a situazioni preesistenti di inquinamento è prevista l’approvazione dei piani di risanamento acustico, nonché l’adozione di: un piano triennale di bonifica acustica predisposto dalla Giunta e approvato dal Consiglio; piani riguardanti le infrastrutture di trasporto di tipo lineare; piani di risanamento delle imprese; piani di prevenzione, conservazione e riqualificazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ambientale.

Limitazioni sono disposte per l'esercizio di attività all'aperto o di attività temporanee che comportano l'emissione di rumore; adempimenti delle imprese e quelli per l'inizio di nuove attività imprenditoriale. È disposta, altresì, la prevenzione dall'inquinamento prodotto da traffico veicolare e dai mezzi di trasporto pubblico e da traffico aereo e la prevenzione dall'inquinamento acustico negli edifici, con i relativi controlli e verifiche.

Per particolari opere è prevista la presentazione della documentazione di impatto acustico, mentre per le aree interessate alla realizzazione di alcune tipologie di insediamenti è necessario compiere una valutazione del clima acustico. Il sistema dei controlli vede protagonisti i Comuni e le Province che si avvalgono dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria - A.R.P.A.CAL.

Con particolare riferimento alle attività all'aperto e temporanee, secondo la Legge Regionale, le emissioni sonore, provenienti da cantieri edili, sono consentite negli intervalli orari 7.00 – 12.00 e 15.00 – 19.00, fatta salva la conformità dei macchinari utilizzati a quanto previsto dalla normativa della Unione Europea e il ricorso a tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo, salvo deroghe autorizzate dal Comune (Art. 13, comma 5).

Le emissioni sonore, in termini di livello equivalente di pressione sonora ponderato (A) [Leq(A)] misurato in facciata dell'edificio più esposto, non possono inoltre superare i 70 dB(A) negli intervalli orari di cui sopra. Il Comune interessato può concedere, limitatamente al tempo strettamente necessario, deroghe su richiesta scritta e motivata, prescrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentita la struttura sanitaria competente (Art. 13 – comma 6).

Il Comune interessato può, su richiesta scritta e motivata, per esigenze locali e per ragioni di pubblica utilità, autorizzare deroghe temporanee a quanto stabilito ai commi 2, 3, 4, 5 e 6, prescrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie per ridurre al minimo il disturbo.

### **1.2.2 Regione Sicilia**

Attualmente sul territorio regionale le possibilità di un'azione incisiva di tutela sono fortemente limitate dalla mancanza della Legge regionale prevista dall'art. 4 della Legge Quadro; provvedimento che secondo il dettato della norma nazionale deve individuare tra l'altro, i criteri sulla base dei quali i comuni possano assolvere all'obbligo della classificazione del territorio comunale, stabilito dall'art. 6 della stessa norma.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Con la legge regionale n. 6/2001, art. 90, viene istituita in Sicilia l'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente, in sigla A.R.P.A., ente strumentale della Regione.

Al comma 3 del precitato art. 90, viene previsto che "la Regione e gli enti pubblici sia singoli che consociati devono avvalersi delle funzioni e dei servizi dell'Agenzia per lo svolgimento dei compiti loro attribuiti dalla legge in materia di prevenzione e di controllo ambientale".

Il comma 1 dell'art. 33 del regolamento dell'ARPA prevede che "La Regione, per l'esercizio delle funzioni di competenza in campo ambientale si avvale del supporto tecnico dell'ARPA Sicilia individuando... le modalità ed i livelli di integrazione fra le politiche sanitarie e ambientali";

Pertanto, nell'agosto del 2002, viene siglato l'accordo di Programma tra l'amministrazione Regionale – Assessorato Regionale Territorio e Ambiente e l'Agenzia Regionale Protezione Ambientale che, in attuazione dell'azione b2 – Attività di controllo e monitoraggio ambientale -, prevedeva:

- ricognizione delle reti e delle strutture operanti sul territorio;
- progettazione del sistema di rilevamento e delle campagne di misura;
- potenziamento dei laboratori con adeguata strumentazione;
- definizione di schema di linee guida per la classificazione in zone acustiche del territorio.

Nel progetto di rete di monitoraggio del rumore, sono stati sviluppati tutti i punti del programma di attuazione redatto dall'ARPA, con particolare e puntuale riferimento a quanto previsto dal suddetto accordo di programma e degli indirizzi indicati dal P.O.R. e dal completamento di programmazione. In allegato alla progettazione della rete di monitoraggio, è stato prodotto un elaborato che individua criteri e procedure per poter consentire ai Comuni di procedere alla classificazione acustica, secondo quanto previsto dalla legge quadro 447/95.

Nella predisposizione del documento sono state utilizzate come base di partenza le "Linee guida per la classificazione acustica del territorio comunale" predisposte dall'ARPAT e adottate dalla Regione Toscana.

#### **1.2.2.1 XII legislatura - DDL n. 457 (versione del 23.05.97)**

Testo presentato Atti parlamentari Assemblea regionale siciliana.

Con il disegno di legge si propone la tutela dell'ambiente abitativo e dell'ambiente esterno dall'inquinamento acustico, a seguito della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Il disegno di legge è

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

improntato alla regolamentazione dell'uso del territorio sin dalla entrata in vigore degli strumenti urbanistici dei comuni. Ciò comporterà la conseguenza che l'istruttoria degli strumenti urbanistici dovrà valutare in relazione all'uso degli ambiti territoriali i limiti di livello sonoro che sono sopportabili; così operando si verificherà un adeguamento della normativa della legge n. 447 alla legislazione regionale.

#### 1.2.2.2 **DECRETO 11 settembre 2007.**

*Linee guida per la classificazione in zone acustiche del territorio dei comuni della Regione siciliana.*

L'allegato tecnico "Linee guida per la classificazione in zone acustiche del territorio dei comuni", facente parte integrante del provvedimento, costituisce l'elaborato tecnico di riferimento per procedere alla classificazione in zone acustiche del territorio dei comuni della Regione siciliana (art. 2).

L'approvazione in zone acustiche del territorio comunale da parte dei comuni comporta l'onere per gli stessi di adottare, ove necessario, apposita variante agli strumenti urbanistici generali ed attuativi da approvarsi da parte dell'Assessorato regionale del territorio e dell'ambiente, dipartimento regionale urbanistica (art. 3). Copia della classificazione in zone acustiche dei territori comunali va trasmessa all'Assessorato regionale del territorio e dell'ambiente, dipartimento regionale territorio e ambiente ed all'ARPA Sicilia (art. 4).

In data 16 novembre 2004 l'ARPA Sicilia ha stipulato un protocollo d'intesa con il Comune di Ragusa finalizzato alla sperimentazione sul campo delle suddette linee guida, il risultato di tale attività sarà da un lato il Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA) del Comune di Ragusa, dall'altro lo sviluppo di un software che consentirà ai tecnici competenti in acustica, nella redazione dei PCCA di potere operare a livello regionale utilizzando dei criteri unitari, tale attività viene condotta in collaborazione con l'ARPA Toscana.

Il raggiungimento di tale obiettivo fornirà alle amministrazioni comunali un metodo operativo per procedere alla classificazione del territorio in aree acusticamente omogenee, passaggio fondamentale del processo di conoscenza e trasformazione del territorio, delle situazioni fuori limite e quindi delle conseguenti azioni di risanamento acustico.

Altra direzione di intervento è quella della predisposizione dei piani degli interventi di abbattimento e contenimento del rumore provocato da servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture; attualmente questa Agenzia ha in corso contatti con le Ferrovie dello Stato e con gli altri Enti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

gestori di infrastrutture di trasporto, al fine di definire dei programmi di intervento per la predisposizione, (nel caso di superamenti dei limiti di legge), dei piani di contenimento ed abbattimento del rumore a cui i gestori sono tenuti ai sensi dell'art. 10 comma 5 della legge quadro sull'inquinamento acustico, e del successivo D.M. 29 novembre 2000. I suddetti piani devono integrarsi con:

- I piani pluriennali nazionali di risanamento delle infrastrutture di trasporto
- (art. 3 comma 1 lettera i L. 447/95);
- I piani triennali regionali di bonifica acustica
- (art. 4 comma 2 L. 447/95);
- I piani di risanamento acustico comunale - dopo la zonizzazione del territorio comunale
- (art. 7 L. 447/95).

#### **1.2.2.3      DECRETO 23 marzo 2007.**

*Individuazione degli agglomerati urbani della Regione in attuazione dell'art. 2 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194.*

In attuazione dell'articolo 2 del decreto legislativo n. 194/2005, sono individuati gli agglomerati urbani della Regione siciliana costituiti dai comuni indicati nell'allegato al presente provvedimento del quale fa parte integrante; l'agglomerato denominato Palermo viene costituito dall'omonimo comune e da quelli indicati nell'allegato facenti parte della provincia di Palermo, l'agglomerato denominato Catania viene costituito dall'omonimo comune e da quelli indicati nell'allegato facenti parte della provincia di Catania, i rimanenti sono costituiti dal comune di Messina e da quello di Siracusa.

#### **1.2.2.4      DECRETO 10 dicembre 2007.**

Modalità per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale

#### **1.2.2.5      DECRETO 24 settembre 2008.**

*Istituzione di una commissione per la valutazione delle prestazioni rese dai richiedenti il riconoscimento di tecnico competente in acustica.*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 1.3 Disposizioni comunali

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale e altresì il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni pianificatorie, di programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

All'esterno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie si applicano i limiti assoluti di immissione definiti in sede di classificazione acustica comunale. Le informazioni in merito allo stato di attuazione del piano di zonizzazione acustica comunale sono state organizzate nell'ambito del P.D. e sono proposte in appositi elaborati di progetto. La documentazione predisposta per il P.D. contiene inoltre tutti i piani di classificazione acustica disponibili al momento della redazione dello studio.

I Regolamenti Acustici Comunali (RAC) e/o le Norme Tecniche di Attuazione (NTA), quando predisposte dalle Amministrazioni comunali, possono fornire indicazioni prescrittive in merito alle modalità di concessione dell'autorizzazione in deroga ai limiti DPCM e informazioni per quanto riguarda i limiti massimi ammessi in deroga per le attività di cantiere o gli orari in cui le attività sono permesse.

#### 1.3.1 Regione Calabria

La Tabella 1.9 riporta l'elenco dei comuni interessati dagli studi sul rumore e lo stato di adozione della classificazione acustica comunale. Emerge che i Piani di Zonizzazione Acustica sono stati adottati solo dal Comune di Villa San Giovanni e di Messina. Le consultazioni dei Comuni territorialmente interessati dalle opere in progetto, finalizzati a verificare la disponibilità di RAC e/o NTA, hanno dato esito negativo.

L'elaborato nel seguito indicato contiene la mosaicatura della classificazione acustica comunale estesa a tutto l'ambito spaziale di studio.

<b>Calabria - Mappatura valori limite applicabili</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td> <td>P</td> <td>P4</td> <td>D</td> <td>G</td> <td>AM</td> <td>IA</td> <td>Q3</td> <td>00</td> <td>00</td> <td>00</td> <td>01</td> </tr> </table>	CG0700	P	P4	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	01
CG0700	P	P4	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	01		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<b>REGIONE CALABRIA/ COMUNE</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE</b>
Reggio Calabria	Non ancora predisposta
Villa San Giovanni	Le deliberazioni di Consiglio Comunale n. 274 del 7/9/2000 per la 1.a e 2.a Fase, n. 165 del 31/5/2001 per la 3.a e 4.a Fase e n. 17 del 14/6/2001 hanno approvato complessivamente il Piano di Disinquinamento Acustico Comunale. Le opere correlate all'attraversamento stabile dello stretto di Messina non sono inserite nella zonizzazione acustica, sebbene la medesima dovrebbe tenere conto dei piani e programmi di lungo periodo e non solo delle previsioni di PRGC. Non sono inoltre indicate le fasce di pertinenza delle sorgenti regolamentate dai decreti di attuazione della Legge Quadro n. 447/95 e, in particolare, del DPR 459/98 sul rumore ferroviario.
Campo Calabro	Non ancora predisposta
Scilla	Non ancora predisposta
Bagnara Calabra	Non ancora predisposta
Melicuccà	Non ancora predisposta

Tabella 1.9 Classificazioni acustiche Regione Calabria

Su una superficie totale di circa 10 kmq compresa nell'ambito di studio, lo 0.56 % è occupato da ricettori inseriti in Classe I (ricettori scolastici, cimiteri) per una superficie totale di poco più di 55.000 mq. La maggior parte del restante territorio è inserita in Classe II con una percentuale del 52%, seguono la Classe III e la Classe IV rispettivamente con il 21% e 23% del territorio (Tabella 1.10 e Figura 1.1).

<b>Classe</b>	<b>Superficie totale [mq]</b>	<b>Superficie totale [kmq]</b>	<b>%</b>
1	55267	0.055	0.56%
2	5193052	5.193	52.41%
3	2109173	2.109	21.29%
4	2254606	2.255	22.76%
5	277183	0.277	2.80%
6	18438	0.018	0.19%
<b>Totale</b>	<b>9907718</b>	<b>9.908</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 1.10 Distribuzione territoriale della classificazione acustica Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

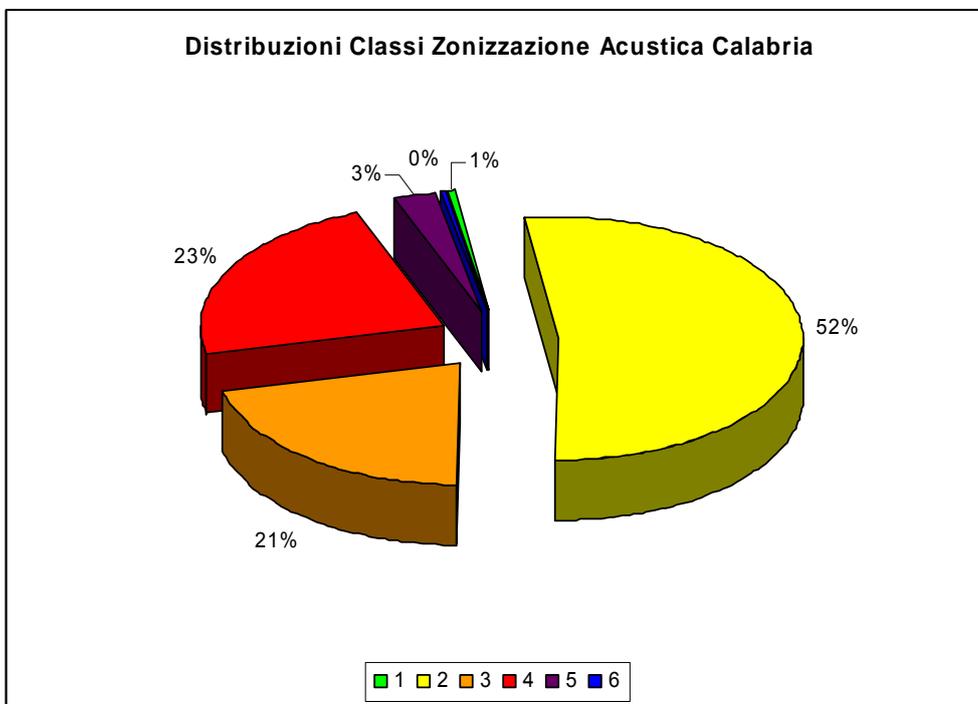


Figura 1.1

### 1.3.2 Regione Sicilia

La Tabella 1.11 riporta l'elenco dei comuni interessati dagli studi sul rumore e lo stato di adozione della classificazione acustica comunale. Emerge che il Piano di Classificazione Acustica del territorio è stato adottato solo dal Comune di Messina.

Gli elaborati nel seguito indicati contengono la mosaicatura della classificazione acustica comunale estesa a tutto l'ambito spaziale di studio.

Sicilia - Mappatura valori limite applicabili - Tavola 1 di 3	CG0700   P   P4   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   02
Sicilia - Mappatura valori limite applicabili - Tavola 2 di 3	CG0700   P   P4   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   03
Sicilia - Mappatura valori limite applicabili - Tavola 3 di 3	CG0700   P   P4   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   04

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

REGIONE SICILIA COMUNE	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA
Messina	E' stata predisposta nell'ambito del Programma Triennale per la Tutela dell'Ambiente 1994-1996 e ultimata nel mese di giugno 2000, con approvazione del Consiglio Comunale di Messina nella seduta del 22 marzo 2001. Il Piano di Zonizzazione Acustica è integrato dal Regolamento Esecutivo, che fissano limiti di zona secondo il DPCM 14.11.97 e i criteri per le autorizzazioni, gli interventi edilizi, le attività rumorose, la realizzazione di infrastrutture, ecc. Le opere correlate all'attraversamento stabile dello stretto di Messina sono inserite nella zonizzazione acustica ma non compaiono le fasce di pertinenza regolamentate dai decreti di attuazione della Legge Quadro n. 447/95.
Venetico	Non ancora predisposta
Spadafora	Non ancora predisposta
Rometta	Non ancora predisposta
Saponara	Non ancora predisposta
Villafranca Tirrena	Non ancora predisposta
Venetico	Non ancora predisposta
Torre Grotta	Non ancora predisposta
Valdina	Non ancora predisposta

Tabella 1.11 Classificazioni acustiche Regione Sicilia

Su una superficie territoriale di 40 kmq compresa nell'ambito di studio, il 13.65% è inserito in Classe I, la percentuale più alta in termini di estensione territoriale è relativo alla Classe III con quasi il 50%, segue la Classe II con poco meno del 30% (Tabella 1.12 e Figura 1.2).

Classe	Superficie totale [mq]	Superficie totale [kmq]	%
1	5539712	5.540	13.65%
2	11714143	11.714	28.87%
3	19671542	19.672	48.48%
4	3459235	3.459	8.53%
5	106280	0.106	0.26%
6	82133	0.082	0.20%
<b>Totale</b>	<b>40573044</b>	<b>40.573</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 1.12 Distribuzione territoriale classi di rumore Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

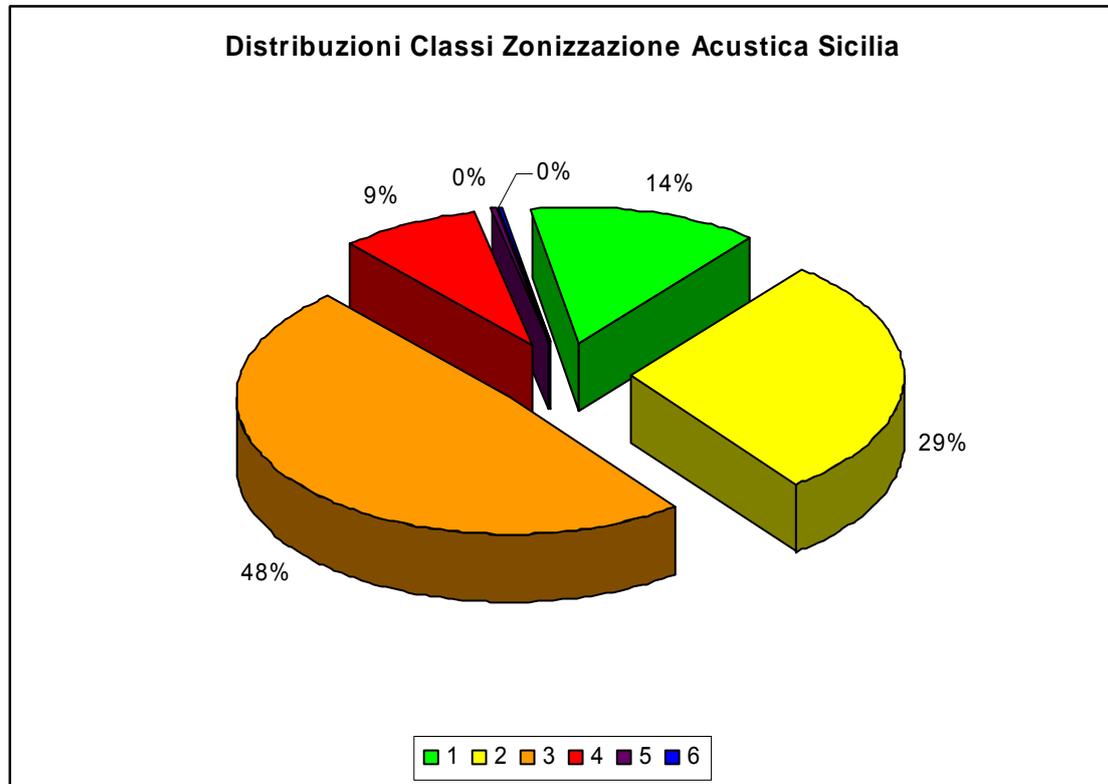


Figura 1.2

Il comune di Messina è dotato di Regolamento Acustico, che regola i seguenti capi:

Capo I - Principi generali

Capo II - Adempimenti preliminari a carico di chi intende effettuare trasformazioni urbanistiche e edilizie od utilizzare il patrimonio Edilizio

Capo III - Esposizione all'inquinamento acustico ed utilizzazione edificatoria dei suoli

Capo IV - Requisiti di fonoisolamento degli edifici di nuova costruzione ed oggetto di interventi di ristrutturazione, restauro, risanamento

Capo V - Disciplina delle attività rumorose

Capo VI - Disciplina delle attività rumorose e temporanee

Capo VII - Ordinanze contingibili ed urgenti

Capo VIII - Sanzioni amministrative

In particolare al capo VI sono prese in considerazione le attività rumorose temporanee, ovvero

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

qualsiasi attività che si esaurisce in periodi di tempo limitati o legata ad ubicazioni variabili e che viene svolta all'aperto o in strutture precarie o comunque al di fuori di edifici o insediamenti aziendali. La documentazione da produrre in sede di presentazione di istanze di autorizzazione in deroga per cantieri edili e per manifestazioni in luogo pubblico od aperto al pubblico deve intendersi compresa rispettivamente nell'istanza di licenza edilizia e/o nella domanda di licenza per spettacoli e intrattenimenti pubblici. Dovrà essere allegata alle suddette istanze una relazione di impatto acustico. L'autorizzazione in deroga per i cantieri edili, stradali ed assimilabili prevista dal IV comma dell'art. 1 del D.P.C.M. 1° marzo 1991 viene rilasciata contestualmente alla licenza edilizia a condizione che l'impiego di attrezzature ed impianti rumorosi avvenga attuando tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno disturbante il loro uso. Gli impianti fissi (motocompressori, betoniere, gruppi elettrogeni, ecc.) dovranno essere opportunamente collocati nei cantieri in modo da risultare schermati rispetto agli edifici residenziali circostanti. Gli schermi potranno essere costituiti da barriere anche provvisorie (ad esempio laterizi di cantiere, cumuli di sabbia ecc.) opportunamente posizionate. Sono comunque vietate tutte le modifiche che comportano una maggiore emissione di rumore (ad esempio la rimozione dei carter dai macchinari). Gli avvisatori acustici potranno essere utilizzati solo se non sostituibili con altri di tipo luminoso e nel rispetto delle norme antinfortunistiche. E' vietato l'inizio dei lavori relativi all'apertura di cantieri edili in aree zonizzate nelle classi I, II, III, IV nell'ambito dei quali si preveda l'uso con carattere non occasionale di attrezzature o macchine rumorose (ad esempio motocompressori, gruppi elettrogeni, martelli demolitori, escavatori, pale cariatrici, betoniere ecc.) in mancanza del preventivo deposito di una relazione di impatto acustico concernente: la descrizione del tipo di macchine ed impianti rumorosi di cui si prevede l'impiego; la loro collocazione all'interno del cantiere e la presenza di eventuali schermature acustiche; la distanza e l'ubicazione degli edifici esposti alla propagazione del rumore; il percorso di accesso e le aree di carico e scarico dei materiali e dei rifiuti.

Nel caso in cui la situazione descritta dovesse far prevedere il superamento del livello equivalente di 70 dB(A) in facciata degli edifici residenziali esposti ovvero di 55dB(A) all'interno delle abitazioni a finestre chiuse potranno essere prescritte limitazioni aggiuntive rispetto a quelle prescritte nel presente paragrafo. Analoga relazione dovrà essere allegata alle comunicazioni di inizio lavori relative agli interventi di cui sopra, restando facoltà dell'amministrazione

comunale disporre la sospensione dei lavori nel caso in cui si accertino le condizioni di esposizione al rumore a carico degli edifici contermini eccedenti quanto descritto al presente articolo.

L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi autorizzati in deroga ai limiti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

fissati dal D.P.C.M. 1° marzo 1991 nei cantieri edili può essere consentita nei giorni feriali, escluso il sabato pomeriggio, dalle ore 8,00 alle ore 12,30 e dalle 16,00 alle ore 18,00 nel periodo in cui vige l'ora solare e dalle ore 7,30 alle ore 12,30 e dalle ore 16,00 alle ore 19,00 nel periodo in cui vige l'ora legale. L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi autorizzati in deroga ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1° marzo 1991 nei cantieri stradali può essere consentita nei giorni feriali dalle ore 7,00 alle ore 20,00. Le attività che non comportano l'impiego di attrezzature che danno luogo al superamento dei limiti di zona sono vietati dopo le ore 20,00 e comunque durante il periodo notturno. Per i cantieri edili e stradali da attivarsi per il ripristino urgente dell'erogazione di servizi pubblici (linee telefoniche ed elettriche, condotte fognarie, di acqua potabile, di gas ecc.) ovvero in situazioni di pericolo per l'incolumità della popolazione è concessa deroga agli orari e agli adempimenti amministrativi previsti dalla presente normativa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 Quadro di riferimento ambientale

### 2.1 Caratteristiche territoriali e insediative

#### 2.1.1 Censimento dei ricettori

L'attività di censimento dei ricettori acustici presenti in adiacenza al futuro sistema di connessione stradale e ferroviario del Ponte sullo Stretto di Messina è stata svolta in forma propedeutica alla mappatura di clima acustico ante operam e di impatto acustico come richiesto dalla specifica tecnica GCG.F.07.02 "Studi e approfondimenti di settore". L'attività è stata effettuata in ottemperanza al D.P.R. 30 Marzo 2004 n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447", del DPR 18 Novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario", del DM 29 Novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore". Il censimento ha riguardato gli ambiti territoriali così definiti:

- a) Fascia di almeno 250 m dal ciglio delle infrastrutture stradali e ferroviarie fuori terra in progetto e dal perimetro delle aree di cantiere, cava e deposito. All'interno dell'ambito di studio così delimitato il censimento esamina tutto il sistema edificato.
- b) Fascia compresa tra 250 m e 500 m dal ciglio delle infrastrutture stradali e ferroviarie fuori terra in progetto e dal perimetro delle aree di cantiere, cava e deposito. Nell'ambito di studio così definito il censimento ha riguardato solo i ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura, ospizi).

L'importanza dell'opera in progetto ha reso necessaria l'individuazione puntuale di tutti i ricettori (residenziali, terziari/commerciali, industriali e sensibili) e la definizione volumetrica (poligono di base e altezza) di tutti gli edifici presenti nell'ambito territoriale di cui al punto a) e dei soli ricettori sensibili per l'ambito territoriale di cui al punto b). Il censimento degli edifici nell'ambito a) è stato articolato secondo due livelli di approfondimento:

- Gli edifici considerati ricettori acustici (edifici residenziali, terziari/commerciali,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

industriali/artigianali e sensibili) sono stati censiti secondo le specifiche nel seguito indicate.

- A tutti gli altri fabbricati non considerati come ricettori acustici (pertinenze, magazzini, serre, box, etc...) è stato assegnato un codice univoco e indicata l'altezza e destinazione d'uso, al fine della corretta definizione volumetrica dello stesso.

Al fine di permettere una corretta considerazione della sensibilità del territorio potenzialmente esposto al rumore e di associare i corretti limiti di legge, le destinazioni d'uso hanno avuto il seguente dettaglio:

#### RICETTORI

- ricettori sensibili (scuole, ospedali, ospizi, case di cura) ;
- edifici residenziali;
- edifici residenziali in fase di costruzione;
- edifici dismessi (ruderi);
- attività commerciali/terziari;
- edifici industriali (includono gli artigiani).

#### ALTRI FABBRICATI

- edifici religiosi non residenziali (chiese, cappelle, cimiteri, ecc.);
- attrezzature sportive;
- pertinenze (box, tettoie, magazzini, ecc.);
- altro.

Le attività sono state restituite mediante elaborazione di un database su piattaforma GIS contenente le seguenti informazioni di base:

- localizzazione del ricettore (identificato tramite poligono);
- codice identificativo del ricettore;
- comune e indirizzo;
- infrastruttura stradale di pertinenza;
- altezza totale;
- numero di piani;
- distanza ed altezza relativa dei ricettori rispetto all'infrastruttura;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- destinazione d'uso;
- classe di zonizzazione acustica (ove presente);
- stato di conservazione del ricettore;
- presenza di ulteriori sorgenti di rumore (aeroporti, ferrovie, aree industriali, ecc.);
- zone di espansione.

Il riepilogo di tutte le destinazioni d'uso e dei codici ricettori a cui sono riferite le verifiche puntuali di impatto nei 500 m dai tracciati è contenuto negli album in A3 CG0700PP6DGAMIAQ300000001 e CG0700PP6DGAMIAQ300000002 rispettivamente per il versante Calabria e per il versante Sicilia. I ricettori per i quali non è stato possibile procedere ad una constatazione diretta, ad esempio per l'impossibilità di accedere alla proprietà, sono stati associati ad un codice distintivo e ad una destinazione d'uso derivata dai layer della cartografia realizzata per il PD.

Le tabelle nel seguito riportate riassumono per il Versante Calabria e per il versante Sicilia il numero di edifici in funzione del n° piani in tre situazioni:

- Considerando tutti i ricettori dell'ambito di studio;
- Considerando solo i ricettori residenziali e sensibili
- Considerando solo i ricettori censiti

Dalle tabelle emerge che l'altezza media dell'edificato all'interno dell'ambito di studio (Tabella 2.1) è di 2 piani. Questa considerazione avvalora la scelta di svolgere una unica mappatura acustica a 4 m di altezza dal p.c. locale, in accordo a quanto richiesto dalla normativa di settore, e di demandare ai calcoli puntuali le verifiche agli altri piani.

<b>Edifici</b>	<b>CALABRIA</b>	<b>SICILIA</b>
1 piano	762	2841
2 piani	563	2118
3 piani	284	923
> 3 piani	238	1062
<b>Media numero piani</b>	<b>2.04</b>	<b>2.2</b>

Tabella 2.1 Tutti i ricettori all'interno dell'ambito di studio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

<b>Edifici</b>	<b>CALABRIA</b>	<b>SICILIA</b>
1 piano	657	2759
2 piani	535	2032
3 piani	275	905
> 3 piani	235	1049
<b>Media numero piani</b>	<b>2.09</b>	<b>2.2</b>

Tabella 2.2 Ricettori residenziali e sensibili all'interno dell'ambito di studio

<b>Edifici</b>	<b>CALABRIA</b>	<b>SICILIA</b>
1 piano	175	544
2 piani	292	1194
3 piani	126	552
> 3 piani	91	625
<b>Media numero piani</b>	<b>2.2</b>	<b>2.6</b>

Tabella 2.3 Ricettori censiti

#### 2.1.1.1 Versante Calabria

Gli edifici censiti considerati dai calcoli previsionali sono complessivamente 987, per il 67.8 % rappresentati da edifici residenziali e percentuali basse o molto basse di edifici industriali, terziari, per il culto. Nella voce "altro", che pesa per il 24%, compaiono prevalentemente destinazioni d'uso quali box, tettoie, magazzini, ecc. che non presentano particolari necessità di protezione acustica (Figura 2.1).

Gli edifici per i quali non è stato possibile predisporre una scheda di censimento dettagliato sono stati in ogni caso associati ad una destinazione d'uso derivata dal rilievo aerofotogrammetrico (Figura 2.2).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0



Figura 2.1 Ripartizione edifici censiti per destinazione d'uso

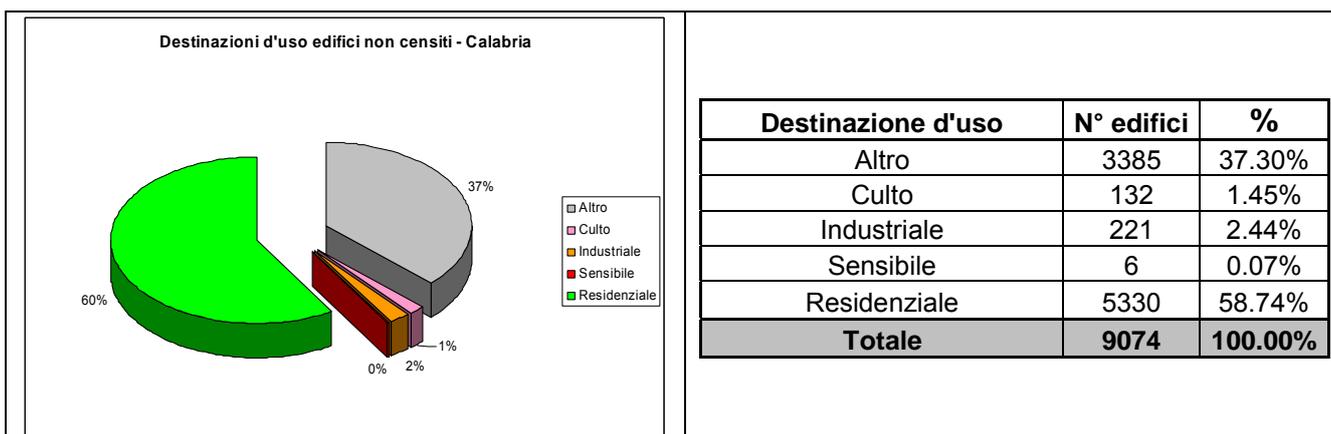


Figura 2.2 Ripartizione edifici NON censiti per destinazione d'uso

Gli edifici censiti non includono l'area di Fascio Bolano, per cui per quest'ambito le informazioni utili come destinazione d'uso e numero di piani sono state desunte dal rilievo aerofotogrammetrico.

### 2.1.1.2 Versante Sicilia

Gli edifici censiti e utilizzati nei modelli di simulazione sono complessivamente 3803, per circa l'85% rappresentati da edifici residenziali e percentuali basse o molto basse di edifici industriali (0,71%), terziari (2,21%), per il culto (0,55%). Nella voce "altro", che pesa per il 7.23 %, compaiono prevalentemente destinazioni d'uso quali box, tettoie, magazzini, ecc. che non presentano particolari necessità di protezione acustica (Figura 2.3). I ricettori sensibili sono presenti in numero significativo costituendo il 3.94% del campione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

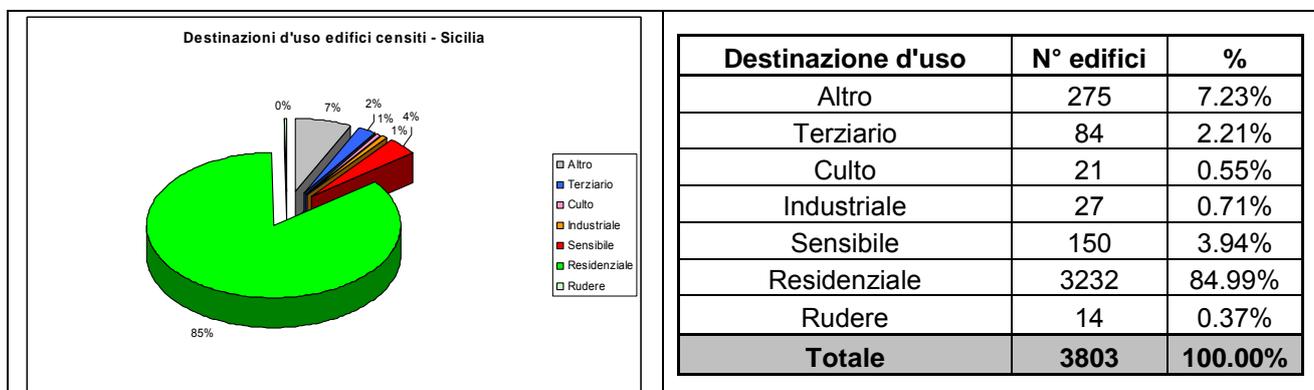


Figura 2.3 Ripartizione edifici censiti per destinazione d'uso

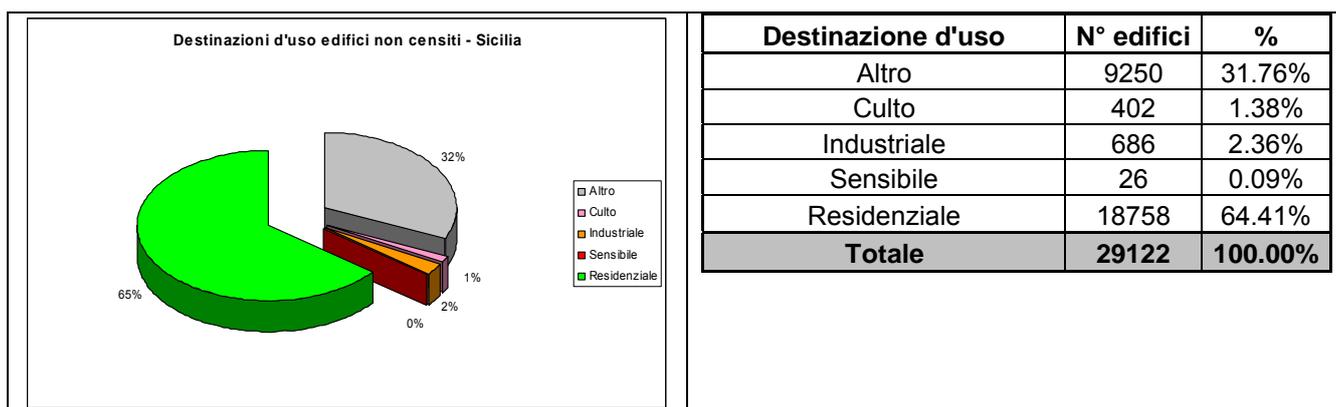


Figura 2.4 Ripartizione edifici NON censiti per destinazione d'uso

### 2.1.2 Aree di nuova edificazione

Costituiscono ricettore le aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle infrastrutture di nuova realizzazione. La consultazione dei Piani Regolatori Generali PRG ha permesso di identificare l'offerta di aree per le diverse destinazioni d'uso:

- aree residenziali di completamento tipo B
- aree residenziali di espansione tipo C
- aree produttive (artigianali e industriali) di completamento e di nuova edificazione tipo D
- aree per attività commerciali, terziarie e polifunzionali di completamento e di espansione tipo D
- aree per attività turistico e ricettive di completamento e di nuova edificazione Tipo D

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- aree per servizi e impianti di interesse generale di completamento e di nuova edificazione tipo F.

Queste informazioni, aggregate in tre categorie:

- aree di espansione residenziali;
- aree di espansione miste;
- aree di espansione industriali;

sono state inserite nelle tavole in scala 1:5000 CG0700PP5DGAMIAQ300000001÷CG0700PP5DGAMIAQ300000003 “Calabria - Tipizzazione ricettori e aree di espansione residenziale PRG” e CG0700PP5DGAMIAQ300000004÷CG0700PP5DGAMIAQ300000009 “Sicilia - Tipizzazione ricettori e aree di espansione residenziale PRG”.

#### 2.1.2.1 Versante Calabria

Vari lotti di espansione residenziali sono previsti dagli strumenti urbanistici tra la zona di costa e la Strada Statale Tirrena Inferiore SS18 Via Nazionale e in particolare, per l’ambito più strettamente interferito dalla realizzazione dell’opera di collegamento, a est dell’opera tra il lungomare Morgana e Via delle Sirene.

Un’altra zona di espansione in zona di costa riguarda il ramo ferroviario di Fascio Bolano di collegamento con lo scalo di Villa S. Giovanni, mentre altre zone sono previste nell’entroterra, per lo più come ambiti di completamento.

#### 2.1.2.2 Versante Sicilia

Sul versante Sicilia gli strumenti urbanistici individuano ampie aree di espansione residenziale a nord del Pantano Grande e anche a nord della Strada Panoramica, essenzialmente in zone già ampiamente edificate. Alcune piccole aree per lo più di completamento sono presenti anche tra i due Pantani.

Zone di espansione significative sono localizzate nell’ambito territoriale a nord dell’Ospedale Papardo in località Faro Superiore, in particolare in area periurbana dove è prevista la realizzazione della Galleria stradale Faro.

Infine come zona di espansione significativa segnaliamo in località Annunziata l’area a nord del

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

tracciato ferroviario in progetto, in buona parte non ancora edificata.

### 2.1.3 Ricettori sensibili

I ricettori sensibili al rumore rappresentano la focalizzazione fisica della sensibilità ambientale massima. La classificazione acustica evidenzia le condizioni di fruizione che richiedono un clima acustico “silenzioso” associando generalmente la Classe I, caratterizzata da limiti di immissione pari a 50 dBA in periodo diurno e 40 dBA in periodo notturno. Nel caso di micro ricettori può tuttavia verificarsi l’inserimento in classe di zona maggiore (II, III,...).

#### 2.1.3.1 Versante Calabria

Il censimento dei ricettori ha permesso l’individuazione di una serie di edifici che accolgono destinazioni d’uso sensibili al rumore. Si tratta in particolare di scuole, asili e cimiteri, la cui fruizione è tipicamente limitata al periodo diurno. Non sono presenti ospedali, case di cura o ospizi. In merito ai cimiteri corre l’obbligo di ricordare che questa destinazione d’uso non è ricompresa dai decreti attuativi DPR 142/2004 e DPR 459/1998 tra i ricettori sensibili ma nulla vieta ai comuni di inserirli nella classificazione acustica in zone acustiche con limiti di Classe I, annoverandole tra le aree in cui la quiete rappresenta un requisito di base per la loro utilizzazione. La Tabella 2.4 fornisce il riepilogo dei ricettori sensibili, alcuni dei quali visualizzati in Figura 2.5.

La verifica in merito alla presenza di ricettori sensibili è stata estesa anche nelle zone non coperte da censimento di Fascio Bolano. A riguardo si segnala che, nell’ambito dell’integrazione al SIA 2002, è stata indicata come area ad elevata sensibilità una comunità in prossimità del ramo diretto verso Villa San Giovanni sulla rampa di accesso all’autostrada.

#### 2.1.3.2 Versante Sicilia

Il censimento dei ricettori ha permesso l’individuazione una serie di edifici che accolgono destinazioni d’uso sensibili al rumore. Si tratta prevalentemente di ricettori scolastici (università scuole, asili), la cui fruizione è tipicamente limitata al periodo diurno, e edifici per la sanità (Ospedale Papardo – Figura 2.6 e Ospedale Piemonte). La Tabella 2.5 fornisce il riepilogo dei ricettori sensibili individuati nell’ambito di studio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
224	VSG193	SCUOLE, ASILI	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA NAZIONALE	DISCRETO
263	VSG223	SCUOLE, ASILI	2	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA NAZIONALE	BUONO
263	VSG223	SCUOLA	2	2	VILLA SAN GIOVANNI	VIA NAZIONALE	DISCRETO
268		SCUOLA	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	V.LE COLUMNNA RHEGINA	DISCRETO
295		CASA DI CURA	1	2	VILLA SAN GIOVANNI	VIA FONTANA VECCHIA	BUONO
303		CASA DI CURA	3	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA FONTANA VECCHIA	BUONO
330		SCUOLA	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA FONTANA VECCHIA	BUONO
332		SCUOLA	2	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA FONTANA VECCHIA	BUONO
335		SCUOLA	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA FONTANA VECCHIA	BUONO
564	VSG512	CIMITERO DI CANNITELLO	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	S.S18	DISCRETO
785	VSG73	SCUOLE, ASILI	1	2	VILLA SAN GIOVANNI	VIA XXIII AGOSTO	DISCRETO
790	VSG74	SCUOLE, ASILI	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA XXIII AGOSTO	DISCRETO
1004	VSG902	SCUOLA	1	2	VILLA SAN GIOVANNI	loc PEZZO INFERIORE	BUONO
1008	VSG901	SCUOLA	3	1	VILLA SAN GIOVANNI	loc PEZZO INFERIORE	DISCRETO
1207	VSG388	SCUOLA	2	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA ALCIDE DE GASPERI	DISCRETO
1208	VSG389	SCUOLA	1	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA ALCIDE DE GASPERI	DISCRETO
1231	VSG392	SCUOLA	1	2	VILLA SAN GIOVANNI	VIA 2 NOVEMBRE	DISCRETO
1356	VSG280	CIMITERO	0	1	VILLA SAN GIOVANNI	VIA CIMITERO, SNC	DISCRETO

Tabella 2.4 Ricettori sensibili Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Istituto Tecnico "Leonida Repaci"



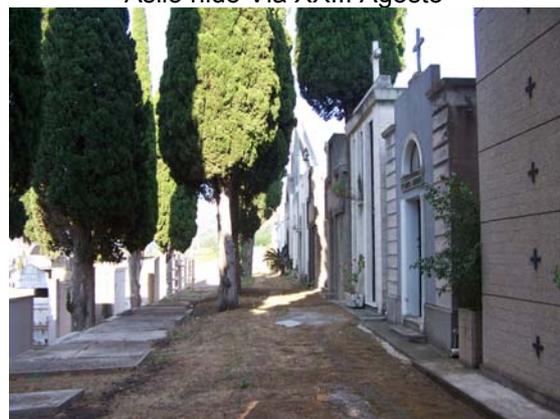
Istituto Tecnico "Leonida Repaci"



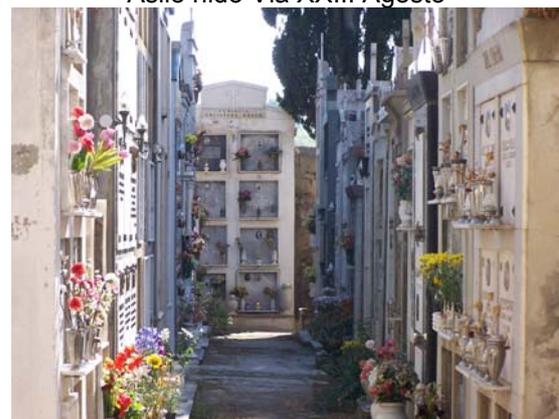
Asilo nido Via XXIII Agosto



Asilo nido Via XXIII Agosto



Cimitero Cannitello



Cimitero Cannitello

Figura 2.5 Ricettori sensibili Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Figura 2.6 Ricettori sensibili Sicilia



Scuola via Pietro Castello



Scuola via Consolare Pompea



Liceo Archimede - Messina



Scuola elementare Speroni



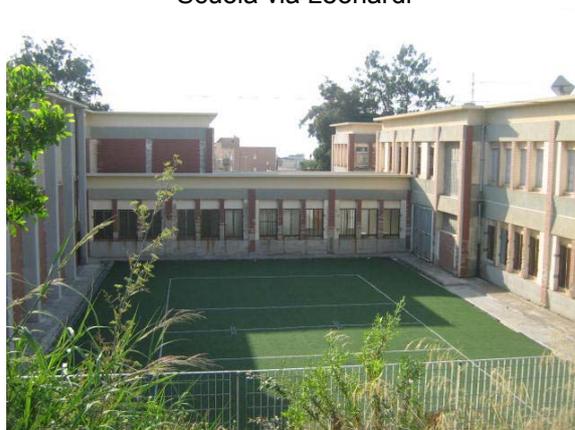
Ospedale Papardo



Scuola via Leonardi



Scuola materna viale Annunziata



Scuola via del Fante

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Asilo Placido di Bella



Scuola via Tracoccia - Valdina

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
	ME1032	SCUOLA	2	1	Messina	VIA P. CASTELLI	BUONO
528	ME104	SCUOLA	1	1	Messina	VIA CONSOLARE POMPEA	BUONO
	ME1222	LICEO SCIENTIFICO STATALE	2	1	Messina	VIA REGINA MARGHERITA	DISCRETO
	ME1224	LICEO ARCHIMEDE	4	3	Messina	VIA REGINA MARGHERITA	BUONO
	ME1299	SCUOLA	1	1	Messina	VIA 37 D	NON AGIBILE
	ME1763	SCUOLA "NINO FERRAU"	2	3	Messina	VIA BENINCASA	BUONO
	ME1828	UNIVERSITA'	3	1	Messina	UNIVERSITA' VETERINARIA	OTTIMO
1983	ME1943	OSPEDALE PAPARDO	3	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1985	ME1944	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1979	ME1945	OSPEDALE PAPARDO	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1773	ME1946	OSPEDALE PAPARDO	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1750	ME1947	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1734	ME1948	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1729	ME1949	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1723	ME1950	OSPEDALE PAPARDO	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1724	ME1951	OSPEDALE PAPARDO	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1721	ME1952	OSPEDALE PAPARDO	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1714	ME1953	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1735	ME1954	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1988	ME1955	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1997	ME1956	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1984	ME1957	OSPEDALE PAPARDO	9	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1989	ME1958	OSPEDALE PAPARDO	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
2004	ME1959	DIREZIONE TEC. OSPEDALE PAPARDO	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
2010	ME1960	DIREZIONE TEC.	3	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
		OSPEDALE PAPARDO					
2008	ME1961	DIREZIONE TEC. OSPEDALE PAPARDO	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
2006	ME1962	DIREZIONE TEC. OSPEDALE PAPARDO	3	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1702	ME1963	DIREZIONE TEC. OSPEDALE PAPARDO	3	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
2001	ME1964	DIREZIONE TEC. OSPEDALE PAPARDO	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1699	ME1965	OSPEDALE PAPARDO	1	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1701	ME1966	EX POLO ONCOLOGICO	4	2	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1692	ME1967	EX POLO ONCOLOGICO	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1708	ME1968	EX POLO ONCOLOGICO	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1719	ME1969	EX POLO ONCOLOGICO	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1959	ME1974	OSPEDALE EDIFICO B	3	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1951	ME1975	OSPEDALE EDIFICO B	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1949	ME1976	OSPEDALE EDIFICO B	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1960	ME1977	OSPEDALE EDIFICO B	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1975	ME1978	OSPEDALE EDIFICO B	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1977	ME1979	OSPEDALE EDIFICO B	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1967	ME1980	OSPEDALE EDIFICO B	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1784	ME1981	OSPEDALE ( IN CORSO DI COSTRUZIONE)	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1771	ME1982	OSPEDALE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1764	ME1983	OSPEDALE	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1745	ME1984	OSPEDALE ( IN CORSO DI COSTRUZIONE)	1	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1768	ME2004	SCUOLA ELEMENTARE SPERONE	2	1	Messina		BUONO
1900	ME2056	UNIVERSITA' - DIPARTIMENTO DI MATEMATICA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	DISCRETO
1914	ME2057	UNIVERSITA' - DIPARTIMENTO DI MATEMATICA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	DISCRETO
1922	ME2058	UNIVERSITA' - DIPARTIMENTO DI MATEMATICA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	DISCRETO
1929	ME2059	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1927	ME2060	UNIVERSITA' - LABORATORIO DI MECCANICA	1	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1917	ME2061	UNIVERSITA' - LABORATORIO DI MECCANICA	1	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1908	ME2062	UNIVERSITA' - CENTRO DI CRIOGENIA	1	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
1896	ME2063	UNIVERSITA' - CENTRO DI CRIOGENIA	1	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1934	ME2064	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1904	ME2065	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1915	ME2066	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1925	ME2067	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1930	ME2068	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1938	ME2069	UNIVERSITA' DI BIOLOGIA	5	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
2011	ME2119	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
2003	ME2120	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1994	ME2121	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
2005	ME2122	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1996	ME2123	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1986	ME2124	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1990	ME2125	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1981	ME2126	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1980	ME2127	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1987	ME2128	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1982	ME2129	UNIVERSITA' - FACOLTA' INGEGNERIA	5	1	Messina	STRADA PANORAMICA DELLO STRETTO	OTTIMO
1969	ME2130	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1966	ME2131	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1963	ME2132	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1961	ME2133	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1955	ME2134	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1952	ME2135	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
1971	ME2136	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1968	ME2137	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1965	ME2138	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1964	ME2139	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1962	ME2140	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1958	ME2141	UNIVERSITA' - SCIENZE BOTANICHE	2	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1953	ME2142	BIBLIOTECA UNIVERSITA'	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1957	ME2143	BIBLIOTECA UNIVERSITA'	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1950	ME2144	BIBLIOTECA UNIVERSITA'	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1954	ME2145	BIBLIOTECA UNIVERSITA'	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
1948	ME2146	BIBLIOTECA UNIVERSITA'	4	1	Messina	VIALE PAPARDO	BUONO
291	ME2307	SCUOLA MATERNA	2	3	Messina	VIA L. POMPEA	BUONO
5036	ME2472	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	VIA CRATI	BUONO
5046	ME2473	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	VIA CRATI	BUONO
5022	ME2474	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	VIA CRATI	DISCRETO
5064	ME2475	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	VIA CRATI	DISCRETO
5079	ME2476	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	VIA CRATI	DISCRETO
5067	ME2834	OSPEDALE CASE DI RIPOSO PIEMONTE	2	1	Messina	V.LE EUROPA	BUONO
5039	ME2836	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	V.LE EUROPA	BUONO
5007	ME2837	OSPEDALE PIEMONTE	3	1	Messina	V.LE EUROPA	BUONO
5990	ME3046	SCUOLA	2	1	Messina	VIA CALISPERA	DISCRETO
3362	ME3244	SCUOLA	3	2	Messina	VIA LEONARDI	OTTIMO
3379	ME3245	SCUOLA	3	2	Messina	VIA LEONARDI	OTTIMO
3372	ME3246	SCUOLA	3	2	Messina	VIA LEONARDI	OTTIMO
3774	ME3308	SCUOLA MATERNA	2	3	Messina	V.LE ANNUNZIATA	BUONO
3775	ME3309	SCUOLA MATERNA	1	3	Messina	V.LE ANNUNZIATA	BUONO
3721	ME3465	SCUOLA ELEMENTARE E DELL'INF.	3	1	Messina	VIA DEL FANTE	BUONO
3703	ME3466	SCUOLA ELEMENTARE E DELL'INF.	2	1	Messina	VIA DEL FANTE	BUONO
3720	ME3467	SCUOLA ELEMENTARE E DELL'INF.	2	1	Messina	VIA DEL FANTE	BUONO
3697	ME3468	SCUOLA	2	1	Messina	VIA DEL FANTE	BUONO
3712	ME3469	SCUOLA	1	1	Messina	VIA DEL FANTE	BUONO
3704	ME3470	SCUOLA	1	1	Messina	VIA DEL FANTE	BUONO
3449	ME3552	SCUOLA	1	3	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO
3445	ME3553	SCUOLA	1	3	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
3935	ME3624	LICEO SUPERIORE "BISAZZA"	3	3	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO
3949	ME3626	ASILO NIDO	3	3	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO
3951	ME3627	ASILI I.I.S.	4	1	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO
3343	ME3628	ASILI I.C.S. MATERNA ED ELEMENTARE	2	1	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO
3332	ME3628A	ASILI I.C.S. MATERNA ED ELEMENTARE	2	1	Messina	VIALE ANNUNZIATA	BUONO
3134	ME3629	UNIVERSITA'	3	1	Messina		BUONO
	ME3630	UNIVERSITA'	7	1	Messina		BUONO
3130	ME3631	UNIVERSITA'	7	1	Messina		BUONO
	ME3632	UNIVERSITA'	1	1	Messina		BUONO
	ME3633	UNIVERSITA'	1	1	Messina		BUONO
3148	ME3634	RESIDENZIALE	7	1	Messina		BUONO
3154	ME3636	SCUOLA	4	1	Messina		BUONO
3151	ME3637	SCUOLA	6	1	Messina		BUONO
3141	ME3638	UNIVERSITA'	5	1	Messina		BUONO
3144	ME3639	UNIVERSITA'	2	1	Messina		BUONO
	ME3640	SCUOLA	6	1	Messina		BUONO
	ME3641	SCUOLA	4	1	Messina		BUONO
5339	ME3642	OSPEDALE	1	1	Messina	POLICLINICO	DISCRETO
	ME3643	OSPEDALE	2	1	Messina	POLICLINICO	DISCRETO
5332	ME3644	OSPEDALE	5	1	Messina	POLICLINICO	DISCRETO
5357	ME3646	SCUOLA "G. LEOPARDI"	3	1	Messina	VIA I CONDOTTIERO	BUONO
5360	ME3647	SCUOLA "G. LEOPARDI"	2	1	Messina	VIA I CONDOTTIERO	BUONO
5358	ME3648	SCUOLA "G. LEOPARDI"	1	1	Messina	VIA I CONDOTTIERO	BUONO
5362	ME3649	SCUOLA "G. LEOPARDI"	2	1	Messina	VIA I CONDOTTIERO	BUONO
5335	ME3650	SCUOLA "G. LEOPARDI"	2	3	Messina	VIA I CONDOTTIERO	BUONO
	ME3651	SCUOLA ELEMENTARE D. GENTILUOMO	2	1	Messina	V.LE EUROPA	DISCRETO
	ME3652	SCUOLA ELEMENTARE D. GENTILUOMO	2	1	Messina	V.LE EUROPA	DISCRETO
	ME3653	SCUOLA ELEMENTARE D. GENTILUOMO	2	1	Messina	V.LE EUROPA	DISCRETO
	ME3654	SCUOLA ELEMENTARE D. GENTILUOMO	2	1	Messina	V.LE EUROPA	DISCRETO
5610	ME604	ALTRO - ISTITUTO	1	1	Messina	VIA MARCO POLO	BUONO
1974	ME880	RESIDENCE PAPARDO	3	1	Messina	VIA TORRENTE PAPARDO	BUONO
1956	ME881	OSPEDALE	3	1	Messina	VIA TORRENTE PAPARDO	BUONO
1935	ME882	OSPEDALE (ACCETTAZIONE)	1	1	Messina	VIA TORRENTE PAPARDO	BUONO
1942	ME883	UNIVERSITA' -	2	1	Messina	VIA TORRENTE PAPARDO	BUONO

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Sigla Edificio	Codice Censimento	Destinazione d'uso	N° piani	Classe Zoniz.	Comune	Indirizzo	Stato di conservazione
1941	ME884	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA UNIVERSITA' - DIPARTIMENTO DI MATEMATICA	2	1	Messina	VIA TORRENTE PAPARDO	BUONO
1936	ME885	UNIVERSITA' - DIPARTIMENTO DI MATEMATICA	2	1	Messina	VIA TORRENTE PAPARDO	BUONO
3626	ME990	ASILO PLACIDO DI BELLA	4	3	Messina	VIA ANNUNZIATA	DISCRETO
3167		SCUOLA	1	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3168		SCUOLA	2	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3169		SCUOLA	4	1	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3170		SCUOLA	6	1	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3200		SCUOLA	1	4	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3210		SCUOLA	1	4	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3209		SCUOLA	1	3	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3192		SCUOLA	1	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3181		SCUOLA	1	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3180		SCUOLA	1	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3179		SCUOLA	2	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3176		SCUOLA	1	2	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
3198		SCUOLA	1	4	Messina	VIA ANTONINO GIUFFRE'	BUONO
6882	VEN177	SCUOLA	2	B	Valdina	VIA TRACOCIA	BUONO

Tabella 2.5

#### 2.1.4 Sorgenti di rumore stradali e ferroviarie

La mappatura di clima acustico, testimonianza dello stato dell'ambiente in relazione alle condizioni di rumorosità determinate dalle sorgenti di rumore presenti all'interno del bacino acustico, richiede il riconoscimento delle principali infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie. Analoga esigenza è determinata dalle verifiche di concorsualità richieste dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto".

##### 2.1.4.1 Versante Calabria

Le principali sorgenti di rumore confluite nella mappatura di clima acustico e nelle analisi di concorsualità (Figura 2.7) sono rappresentate da:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Linea Ferroviaria SR-RC
- Autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria
- Strada Statale SS18

Sorgenti secondarie, caratterizzate da un carico emissivo minore, ma ritenute significative per la mappatura acustica, sono la strada di Lungonare, Via Tre Croci, Svincolo A3, SP6, Via Campo Piale, Via Messina, Via Zona Industriale, Via Fiumara, Via Alcide de Gasperi, Via Nazionale Catona



Figura 2.7

#### 2.1.4.2 Versante Sicilia

Le principali sorgenti di rumore confluite nella mappatura di clima acustico e nelle analisi di concorsualità sono rappresentate da:

- Linea Ferroviaria Messina-Palermo
- Linea Ferroviaria Messina-Catania
- Autostrada A20 Messina-Palermo
- Strada Statale 113 dir
- SP 43 (via Consolare Pompea)
- Strada Provinciale 48 b
- Strada Panoramica dello Stretto

Sorgenti secondarie, caratterizzate da un carico emissivo minore, ma ritenute significative per la mappatura acustica, sono Via Circuito (Loc. Ganzirri), Via Lago Grande, Via Salita Cimitero, Via

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Salita Frantinaro, Via Ospedale Papardo, Strada Privata Puleo, Via Messina, Via Fiumara, Guardia, Via Fiumara Guardia Loc. Pace, Viale Annunziata, Loc. Santissima Annunziata, Via Giuffrè, Viale Giostre, Via S. Bernardo, Salita Sperone Serre, Via S. Leonardi, Via Comunale Camano, Via Santa Maria, Via Consolare Valeria – Via del Carmine.

## 2.2 Caratteristiche ambientali

### 2.2.1 Copertura superficiale del terreno

L'uso suolo è una caratteristica territoriale rilevante al fine degli studi sul rumore in considerazione del fatto che consente di definire un bilancio sintetico in termini di condizioni di potenziali esposizione al rumore all'interno dell'ambito di studio. L'uso suolo è inoltre una informazione che permette l'assegnazione ai modelli previsionali dei coefficienti di assorbimento del terreno.

Al fine di rispondere a queste esigenze è stato ritenuto opportuno riferirsi ai risultati del progetto Image & CORINE Land Cover 2000 (I&CLC2000), un'iniziativa comunitaria sotto il coordinamento tecnico dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e JCR ISPRA.

L'iniziativa Corine Land Cover (CLC) è nata a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela. Coordinata dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA), la prima realizzazione di un progetto CLC risale al 1990 (CLC90). A dieci anni dalla conclusione del CLC90, nel 2001 l'AEA ha lanciato il nuovo progetto Image & Corine Land Cover 2000 (I&CLC2000), con l'obiettivo di aggiornare la base dati CLC e quindi di individuare le principali dinamiche di cambiamento di copertura e uso del territorio.

Le metodologie, le procedure e gli standard per l'aggiornamento del CLC sono state definite sulla base delle esigenze conoscitive espresse principalmente dai decisori politici, dagli amministratori e dalla comunità scientifica. Queste necessità riguardano, ad esempio, la valutazione dell'efficacia delle politiche regionali di sviluppo, la valutazione dell'impatto delle politiche agricole sull'ambiente, l'elaborazione di strategie per una gestione integrata delle aree costiere, l'implementazione delle convenzioni sulla biodiversità e delle direttive sull'habitat e sugli uccelli, la gestione integrata dei bacini idrografici, la valutazione delle emissioni atmosferiche, la misura della qualità dell'aria e la valutazione ambientale strategica delle reti di trasporti.

L'avvio del programma per i paesi europei è avvenuto agli inizi degli anni '80 ed ha portato alla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

realizzazione della base dati CLC 90, che oggi contiene le informazioni relative a 31 paesi Europei e del Nord Africa. Le informazioni sono state ricavate da foto-interpretazione di immagini satellitari ed immagazzinate in un sistema informativo geografico. La precisione del rilievo (intesa come errore quadratico medio) è nell'ordine di 25 m mentre l'unità minima interpretata è di 25 ettari. Il progetto ha permesso di realizzare una cartografia della copertura del suolo alla scala di 1:100.000, con una legenda di 44 voci su 5 livelli gerarchici (Tabella 2.6).

La copertura Corine Land Cover 90 (CLC90) e i suoi successivi aggiornamenti sono riconosciuti a livello europeo quali strumenti di base per la definizione delle politiche territoriali da parte di diversi servizi della Commissione Europea quali la DG-Politiche Regionali (DG-Regional policy), la DG-Ambiente (DG Environment) e la DG Agricoltura (DG Agriculture), oltre all'AEA e ai nodi della rete costituita dai Centri Tematici Europei (European Topic Centres - ETCs). Essa inoltre rappresenta uno strato informativo di base per lo sviluppo di applicazioni o modelli di analisi spaziale su base GIS finalizzati alla produzione d'informazioni complesse utili a supportare le scelte dei decisori politici a livello europeo e nazionale.

Per la restituzione delle coperture relative alle regioni Calabria e Sicilia sono state usate ortofoto acquisite con il satellite Landsat 7 ETM+ tra il 26/05/2000 e il 26/07/2000. Le immagini sono state fotointerpretate tra il 08/03/2003 e il 20/02/2004 (Figura 2.8). Nel 2006 il progetto Corine è stato ripreso e i dati esistenti sono stati comparati e aggiornati con immagini satellitari Spot-4 HVIR e IRS P6 LISS III riprese tra il marzo 2005 e novembre 2006.

Per quanto riguarda le caratteristiche di impedenza della copertura del terreno, la WG-AEN's Good Practice Guide, Toolkit 13 "Ground surface type" al Tool 13.1 precisa che la classificazione degli usi del suolo può essere orientata alla necessità di associare nel modello previsionale il più opportuno fattore di assorbimento. Gli usi del suolo di riferimento sono relativi a:

- Foresta
- Aree agricole
- Parchi
- Brughiera (vegetazione bassa con arbusti e cespugli)
- Aree pavimentate
- Aree urbane

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Aree industriali
- Corpi d'acqua
- Aree residenziali

In termini di impedenza acustica ( $G$  = Ground Absorption Coefficient) queste tipologie di uso suolo possono essere raggruppate nelle seguenti tre categorie:

- Foresta, aree agricole, parchi, brughiera ( $G=1$ )
- Aree residenziali con tessuto urbano discontinuo ( $G=0,5$ )
- Aree pavimentate, aree urbane, aree industriali, corpi d'acqua ( $G=0$ )

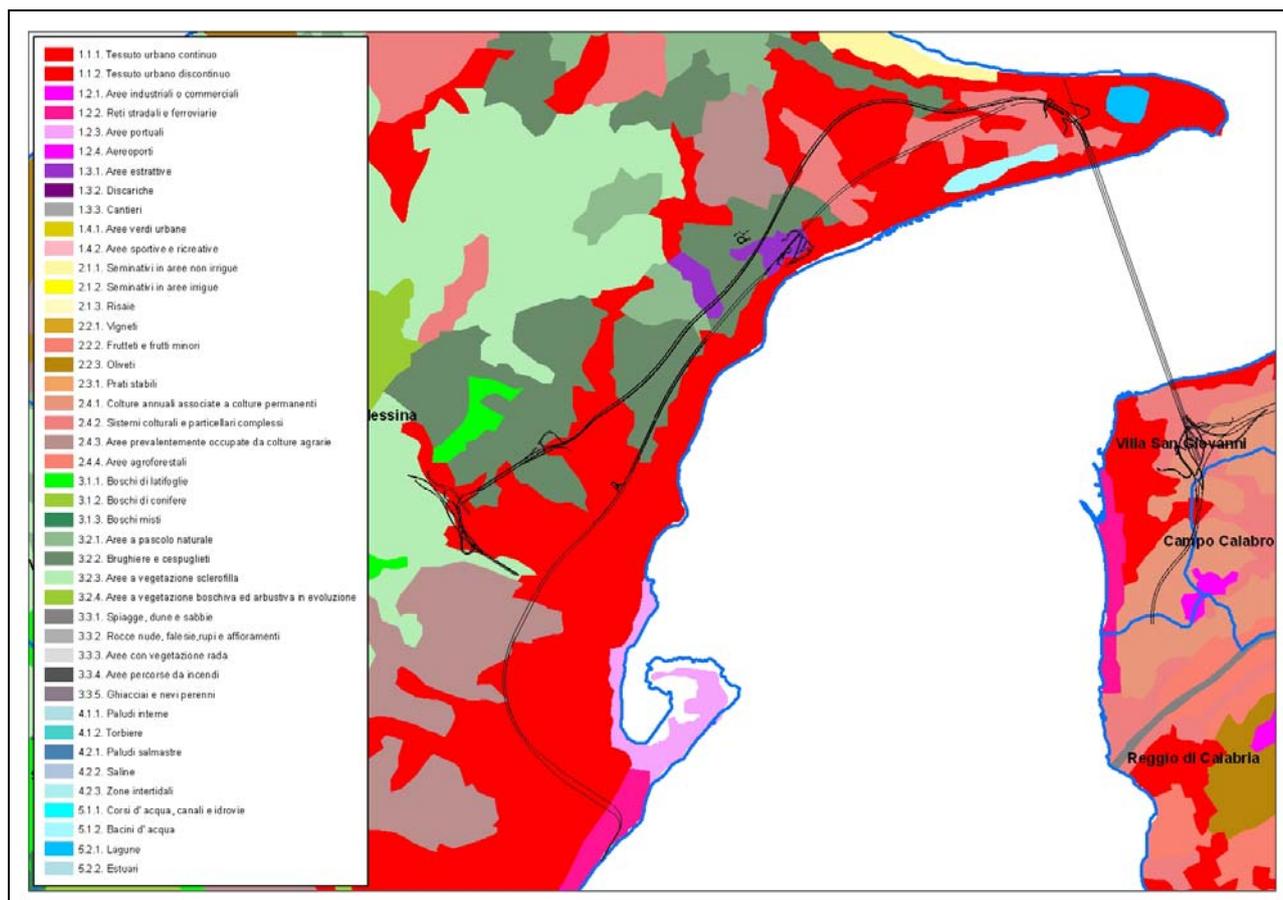


Figura 2.8

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1. Superfici artificiali	1.1.Zone urbanizzate di tipo residenziale	1.1.1.Zone residenziali a tessuto continuo
		1.1.2.Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
		1.2.1.Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
		1.2.2.Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
	1.2.Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1.2.3.Aree portuali
		1.2.4. Aeroporti
		1.3.1.Aree estrattive
		1.3.2. Discariche
	1.3.Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	1.3.3 Cantieri
		1.4.1.Aree verdi urbane
1.4.2.Aree ricreative e sportive		
1.4.Zone verdi artificiali non agricole		
2. Superfici agricole utilizzate	2.1.Seminativi	2.1.1.Seminativi in aree non irrigue
		2.1.2.Seminativi in aree irrigue
		2.1.3 Risaie
	2.2.Colture permanenti	2.2.1.Vigneti
		2.2.2.Frutteti e frutti minori
		2.2.3. Oliveti
	2.3.Prati stabili (foraggiere permanenti)	2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
	2.4.Zone agricole eterogenee	2.4.1.Colture temporanee associate a colture permanenti
		2.4.2.Sistemi colturali e particellari complessi
		2.4.3.Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
2.4.4.Aree agroforestali		
3. Territori boscati e ambienti seminaturali	3.1.Zone boscate	3.1.1 Boschi di latifoglie
		3.1.2 Boschi di conifere
		3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
	3.2.Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.2.1.Aree a pascolo naturale e praterie
		3.2.2.Brughiere e cespuglieti
		3.2.3.Aree a vegetazione sclerofilla
		3.2.4 Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
	3.3.Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3.1.Spiagge, dune e sabbie
		3.3.2.Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
		3.3.3.Aree con vegetazione rada
3.3.4.Aree percorse da incendi		
3.3.5.Ghiacciai e nevi perenni		
4. Zone umide	4.1.Zone umide interne	4.1.1.Paludi interne
		4.1.2. Torbiere
	4.2.Zone umide marittime	4.2.1.Paludi salmastre
		4.2.2.Saline
		4.2.3.Zone intertidali
5. Corpi idrici	5.1.Acque continentali	5.1.1.Corsi d'acqua, canali e idrovie
		5.1.2 Bacini d'acqua
	5.2.Acque marittime	5.2.1.Lagune
		5.2.2.Estuari
		5.2.3.Mari e oceani

Tabella 2.6 Sistema di nomenclatura Corine Land Cover

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2.2.2 Caratteristiche meteorologiche: condizioni favorevoli alla propagazione del rumore

### 2.2.2.1 Generalità

L'influenza delle caratteristiche meteorologiche sui fenomeni di propagazione acustica è determinata, prioritariamente, dagli effetti rifrattivi prodotti sull'onda sonora mentre attraversa una atmosfera non omogenea. Ragionando in termini di raggi sonori, in analogia a quanto avviene nel campo dell'ottica per i raggi luminosi, la traiettoria del raggio sonoro risulta influenzata dalla variazione della velocità di trasmissione dell'onda nel mezzo. Tale velocità ( $c$ ) in atmosfera è funzione della Temperatura ( $T$ ) e della proiezione della velocità del vento ( $u$ ) lungo l'asse  $x$  (direzione parallela al suolo) secondo la formula:

$$c = 20.5\sqrt{T} + u \cos \theta$$

in cui  $\theta$  è l'angolo compreso tra la direzione del vento e la direzione di propagazione.

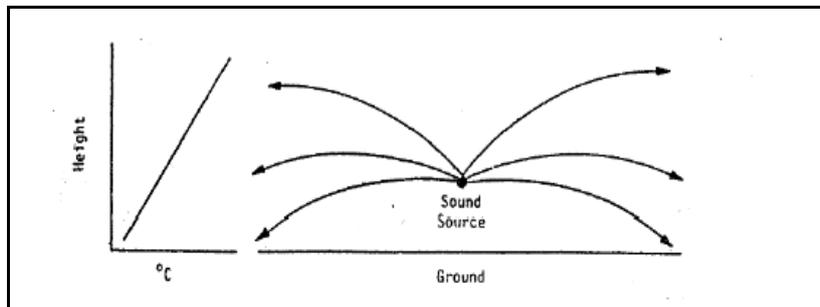
In considerazione del fatto che i normali processi meteorologici, soprattutto nelle prime decine di metri dell'atmosfera a contatto con il suolo, creano gradienti verticali di temperatura e velocità del vento, appare evidente che si instaurino dei gradienti verticali della velocità del suono. Tali gradienti determinano dei profili di velocità che possono risultare costanti, decrescenti o crescenti. In assenza di gradiente, ossia nel caso di profilo costante, i raggi sonori procedono seguendo traiettorie lineari. In presenza di un gradiente positivo i raggi curvano verso il basso. In presenza di un gradiente negativo, viceversa, i raggi curvano verso l'alto determinando, ad adeguate distanze dalla sorgente, zone di ombra acustica.

Analizzando più nel dettaglio l'influenza della temperatura dell'aria sulla propagazione del rumore si osserva che se questa aumenta con l'altezza si instaura un gradiente di velocità di propagazione positivo. Una situazione del genere si verifica in presenza di superficie del suolo fredda in quanto innevata/ghiacciata oppure semplicemente non scaldata dal sole come avviene nelle ore notturne o, ancora, al tramonto di giornate molto limpide quando il suolo si raffredda molto rapidamente per radiazione verso il cielo. Inoltre, la presenza di un gradiente di temperatura positivo può essere anche determinata dai fenomeni di schermatura della radiazione solare causati da uno strato di nubi fitte e basse. Viceversa in presenza di una riduzione della temperatura con la quota, situazione che normalmente caratterizza i bassi stati dell'atmosfera, il gradiente della velocità di

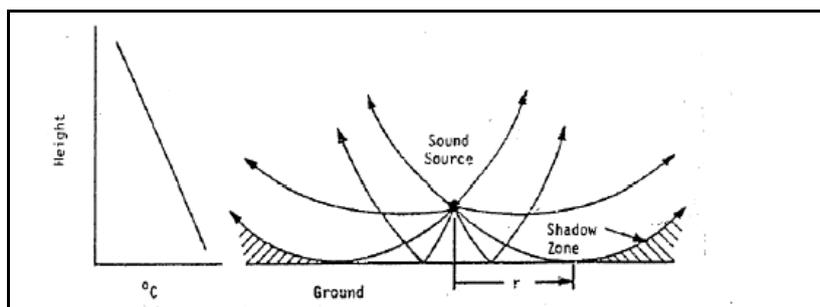
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

propagazione del suono risulta negativo.

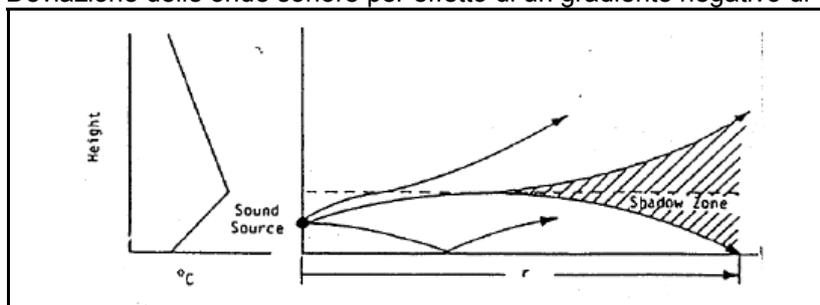
Gli effetti determinati dal vento sull'onda sonora, la cui velocità di norma aumenta con l'altezza dal piano campagna, possono essere diversi a seconda della posizione relativa sorgente-ricettore. Se il ricettore è localizzato sotto vento, la propagazione dell'onda sonora e il vento si sommano vettorialmente determinando un incremento della velocità di propagazione del suono con l'aumento della quota. Il fenomeno è di segno opposto, ossia consistente nella riduzione della velocità di propagazione all'aumentare dell'altezza, nelle situazioni in cui il ricettore è localizzato sopravvento. I fenomeni fin qui descritti sono graficamente esemplificati in Figura 2.9.



Deviazione delle onde sonore per effetto di un gradiente positivo di T

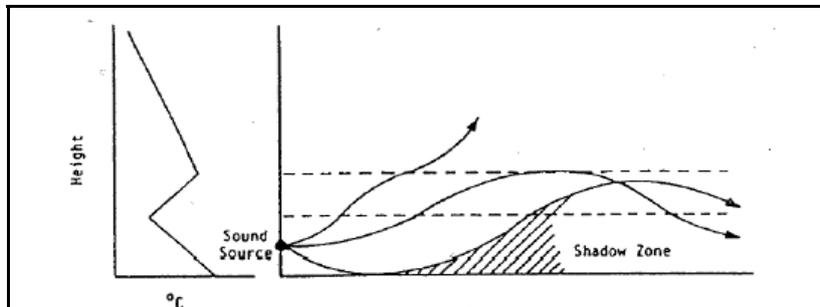


Deviazione delle onde sonore per effetto di un gradiente negativo di T

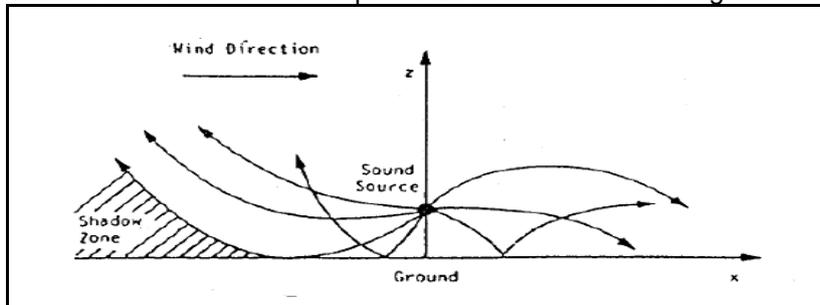


Deviazione delle onde sonore in presenza di un'inversione del gradiente di T

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Deviazione delle onde sonore in presenza di un'inversione del gradiente di T



Effetto congiunto vento e gradiente di temperatura sulla deviazione delle onde sonore

Figura 2.9

Il primo riferimento normativo che sottolinea la necessità di considerare gli effetti sulla propagazione del suono dovuti alle condizioni meteorologiche è la Direttiva Europea 2002/49/CE. In particolare, nella definizione dell'indicatore armonizzato  $L_{den}$ , si specifica che deve essere valutato per un "anno medio sotto il profilo meteorologico". L'indicazione di anno medio non è tuttavia precisata da un punto di vista tecnico nella Direttiva Europea, e neppure nel suo recepimento nazionale attuato con il D.Lgs. 194/2005.

Un'indicazione di metodo è fornita dalla "Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure" prodotto dal WG-AEN (Working Group - Assessment of Exposure to Noise) della Commissione Europea, che costituisce il principale supporto per la produzione di mappe di rumore in accordo con la Direttiva 2002/49/CE. Tale linea guida indica di valutare le condizioni meteorologiche da un punto di vista acustico, adattando quanto riportato nella ISO 1996-2:1987, ed impiegando quindi la definizione di quadro meteorologico favorevole alla propagazione. La sua valutazione si basa principalmente sulla disponibilità di informazioni non sempre disponibili, ovvero: la misura diretta dei gradienti di temperatura e della velocità del vento per mezzo di torri meteo, oppure la loro valutazione tramite le relazioni di micro-meteorologia le quali, a loro volta, necessitano di particolari acquisizioni svolte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

con l'ausilio di anemometri tridimensionali ad ultrasuoni.

In assenza di dati meteo in grado di fornire informazioni sulle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore, la Linea Guida WG-AEN (Final Draft - Version 2, 13th January 2006) suggerisce l'utilizzo delle seguenti condizioni (Toolkit 17):

- day (06:00- 22:00)                      condizioni favorevoli 50%
- night (22:00 – 06:00)                condizioni favorevoli 100%.

L'esperienza tratta da attività di monitoraggio finalizzate alla taratura di modelli previsionali evidenzia che tale assunzione, nella maggioranza dei casi, risulta fortemente cautelativa.

Al fine di poter comporre un quadro previsionale corretto sia in termini di indicatori di rumore sia di dimensionamento acustico degli interventi di riduzione del rumore, si è pertanto ritenuto opportuno verificare la possibilità di utilizzare a fini acustici i dati meteorologici sitospecifici generalmente impiegati per la trattazione dei fenomeni di dispersione in atmosfera degli inquinanti, individuando una metodologia in grado di determinare la percentuale di condizioni favorevoli alla propagazione delle onde sonore.

#### **2.2.2.2      Dati meteoroclimatici utilizzati**

Una delle fonti più autorevoli che gestisce gli archivi dei dati meteorologici italiani e che è in grado di rispondere alle esigenze dei principali modelli simulazione è il Servizio IdroMeteoClima della Regione Emilia Romagna. L'ARPA-SIM può fornire dati provenienti da due Dataset indipendenti:

- Calmet-SIM: prodotto utilizzando il post-processore meteorologico Calmet; copre il Nord Italia e dispone di dati a partire dal 1/1/2000;
- LAMA: prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell); copre tutta l'Italia e ha dati a partire dal 1/4/2003.

Per la caratterizzazione meteoroclimatica dell'area di studio si è ritenuto opportuno utilizzare in dati forniti dal modello LAMA e, in particolare, far riferimento alla condizione di fornitura che prevede la restituzione degli andamenti dei parametri oggetti di ricostruzione modellistica in una griglia di punti equispaziati. L'ubicazione dei punti analizzati è riportata nella Figura 2.10.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

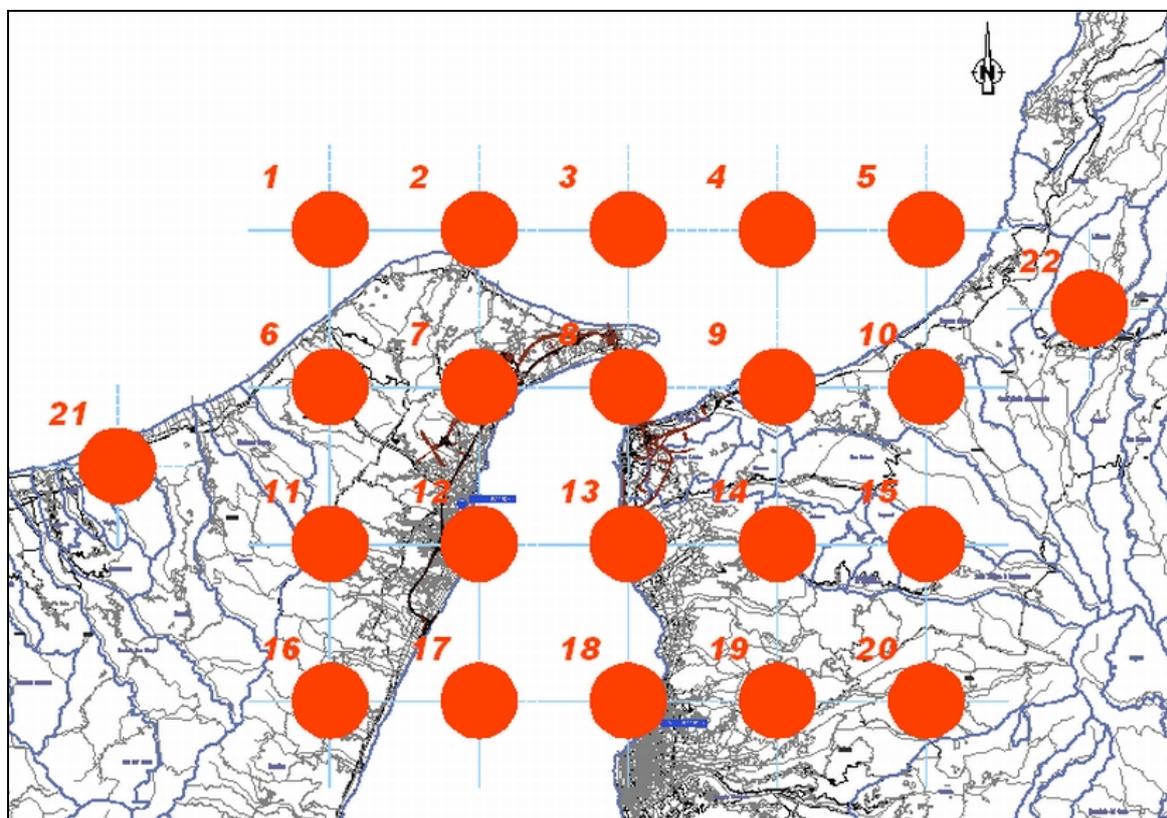


Figura 2.10 Mesh definizione meteorologica LAMA

I dati forniti riguardano la ricostruzione dell'anno 2009 e si riferiscono ai parametri riportati nella Tabella 2.7.

Le Figura 2.11, Figura 2.12, Figura 2.13 riportano a titolo di esempio, per il nodo n. 8 della mesh, le sintesi dei principali indicatori meteorologici:

- andamento delle temperatura oraria in gradi Kelvin;
- distribuzione delle classi di stabilità atmosferica su base annuale e stagionale;
- altezza di rimescolamento [m] su base annuale e stagionale;
- rosa delle direzioni di provenienza del vento;
- classi di velocità del vento su base stagionale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Parametro	Livelli	Unità di misura	Abbreviazione
Temperatura	2m, 3D	K	Temp
Direzione del vento	3D	Gradi	Dir-wind
Velocità del vento	3D	m/s	Mod-wind
Copertura nuvolosa totale	Superficie	%	Tcc
Radiazione visibile netta	Superficie	W/m <sup>2</sup>	SW_Budg
Radiazione infrarossa netta	Superficie	W/m <sup>2</sup>	LW_Budg
Flusso di calore latente	Superficie	W/m <sup>2</sup>	LHF
Flusso di calore sensibile	Superficie	W/m <sup>2</sup>	SHF
Lunghezza Monin-Obukov (calcolo analitico)	Superficie	m	Molm
Classe di stabilità	Superficie	-	lpgtlm
Velocità d'attrito (Diagmet)	Superficie	m/s	Usatardia
Altezza di rimescolamento (Diagmet)	Superficie	m	Hmixdia

Quote di riferimento per i valori forniti su più livelli di altezza dal suolo (3D): 10 m - 34 m - 69 m - 116 m - 178 m - 258 m - 356 m - 475 m - 616 m - 779 m - 967 m - 1178 m - 1415 m - 1677 m - 1966 m - 2282 m - 2624 m - 2995 m - 3394 m - 3821 m

Tabella 2.7 Dati meteoroclimatici forniti dal modello LAMA

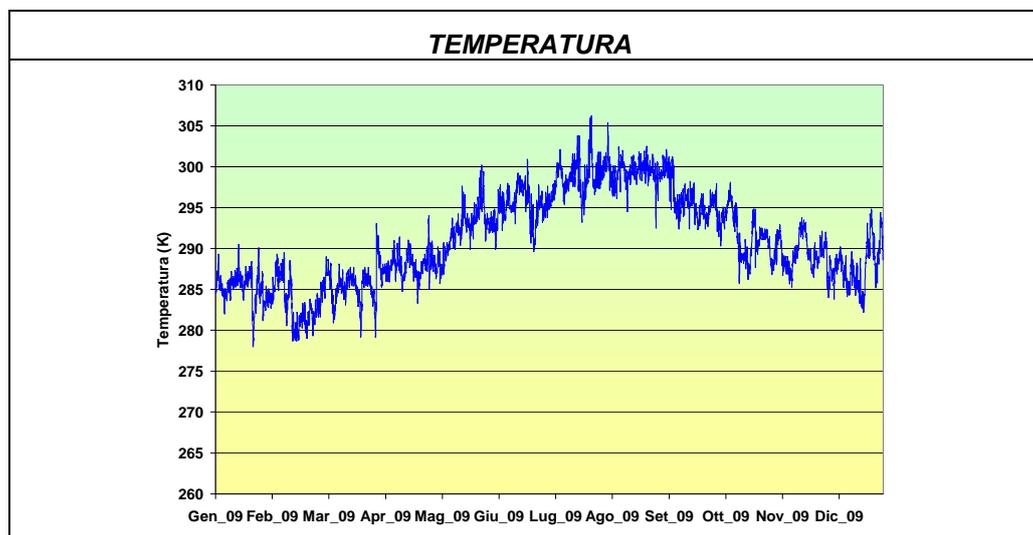


Figura 2.11

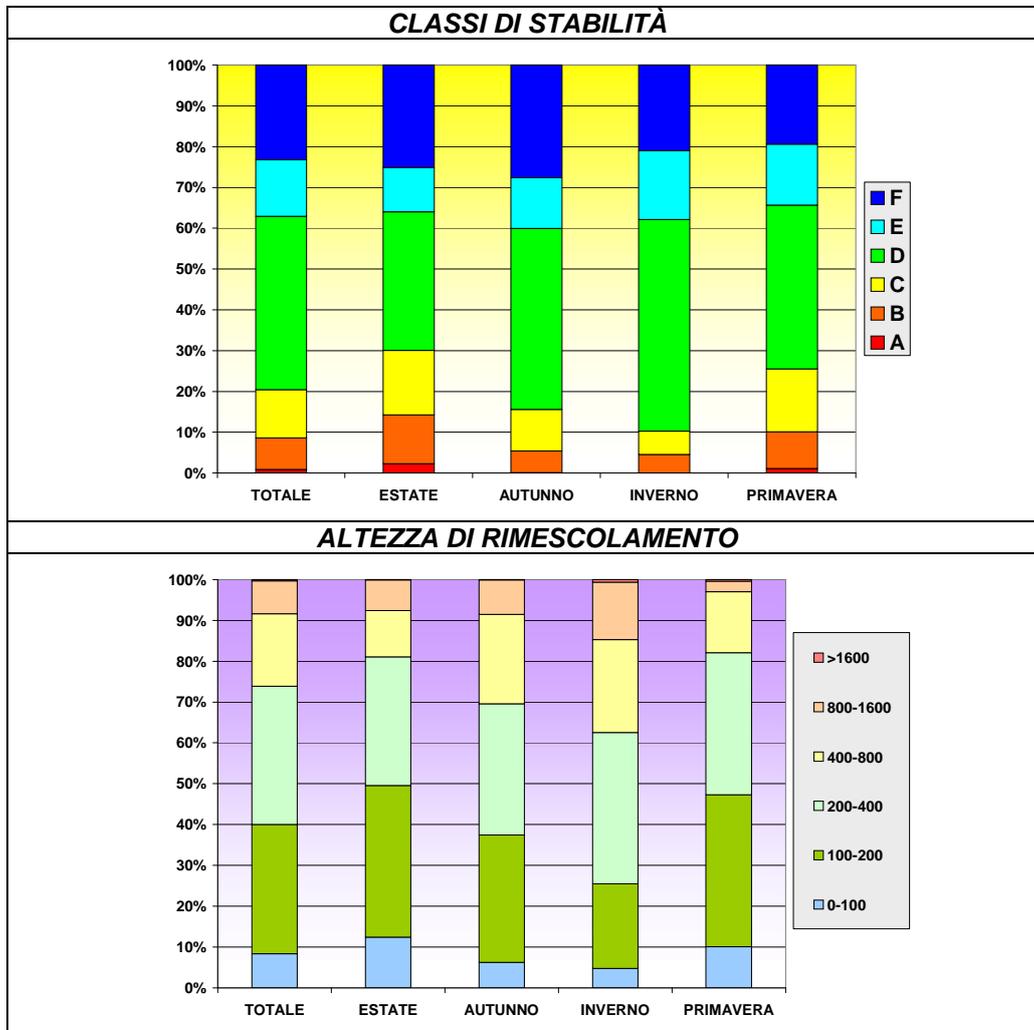


Figura 2.12

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

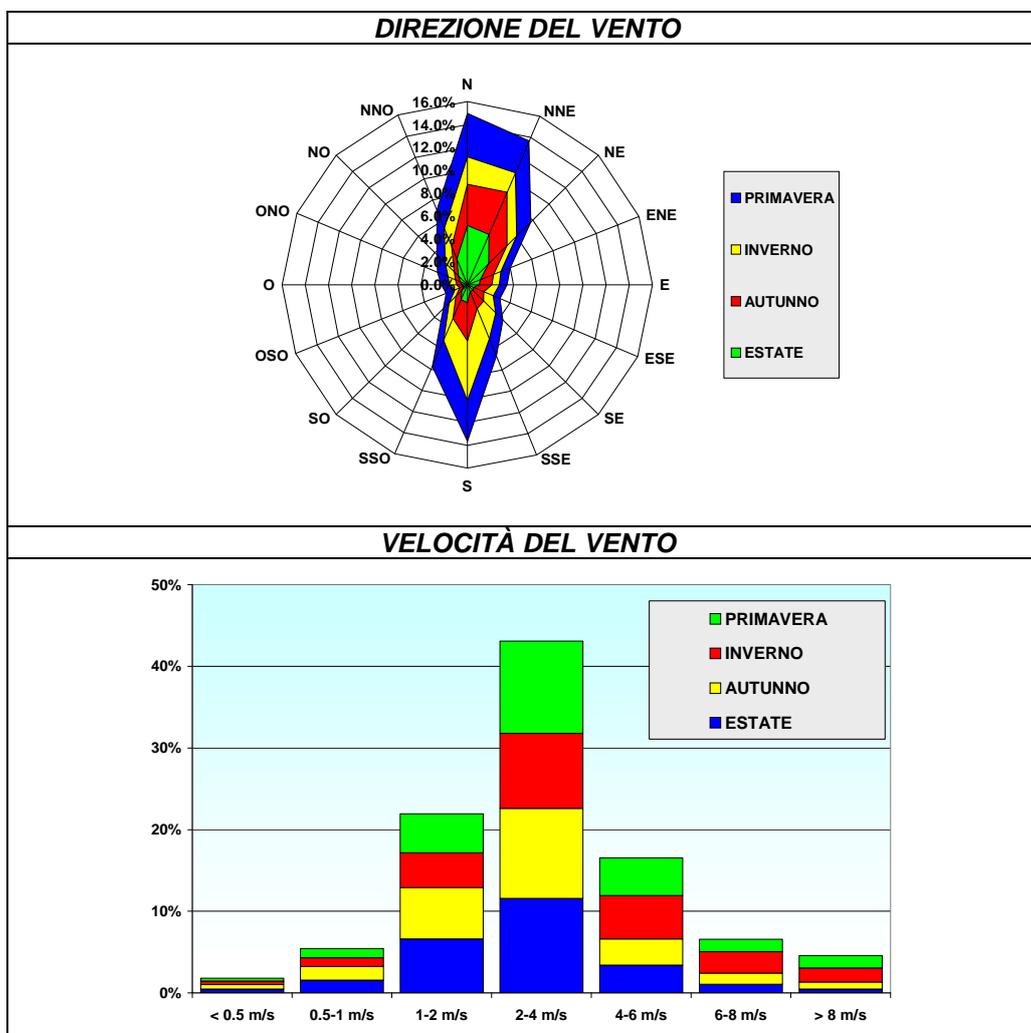


Figura 2.13

### 2.2.2.3 Definizione delle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore

L'obiettivo operativo posto alla base delle analisi svolte sui dati meteorologici descritti nel capitolo precedente è quello di individuare, per le diverse porzioni di territorio attraversato dalla infrastruttura in progetto, la percentuale su base annuale delle ore in cui si verificano condizioni favorevoli alla propagazione della onde sonore. Tale informazione consente, infatti, di applicare in modo rigoroso il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96 (indicato dalla Direttiva

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Europea 2002/49/CE e dal decreto di recepimento della stessa nella normativa italiana come metodo di riferimento per lo studio del rumore determinato dalle infrastrutture stradali).

Il metodo prevede il calcolo dei livelli sonori equivalenti su lunghi tempi di osservazione considerando due condizioni convenzionali di propagazione: situazione omogenea e situazione favorevole. Il valore finale del livello di pressione sonora viene valutato come media ponderata delle due condizioni. Le frequenze di accadimento della situazione favorevoli devono essere fornite separatamente per il periodo diurno e il periodo notturno e per le differenti direzioni sorgente-ricettore, discretizzate in 18 settori angolari di ampiezza pari a 20°.

L'individuazione delle ore in cui si verificano le condizioni favorevoli alla propagazione è stata effettuata, in prima istanza, applicando il metodo sintetizzato nella Tabella 2.8 e ripreso dalla pubblicazione "Work Package 3.1.1: Road Traffic Noise – Description of the calculation method". In pratica per ognuna delle 8640 ore dell'anno di riferimento, a partire dai dati meteo disponibili, sono state definite le condizioni del campo anemologico ("U") e del profilo verticale della temperatura ("T"), combinando le quali sono state individuate le ore di propagazione favorevole.

In considerazione del fatto che le condizioni "T" hanno semplicemente lo scopo di individuare, a partire da dati meteorologici normalmente disponibili, l'andamento della temperatura all'aumentare della quota, si è verificata la possibilità di individuare la condizione di riferimento non in base a quanto indicato dal metodo ma semplicemente in base al  $\Delta T$  tra i dati a 2 m e a 10 m. In base al campo di variabilità e attraverso una lettura sinottica dei vari parametri è stata introdotta la seguente classificazione:

T1:  $\Delta T < -1.5$       T2:  $-1.5 \leq \Delta T < 0$       T3:  $\Delta T = 0$       T4:  $0 < \Delta T \leq 1.5$       T5:  $\Delta T > 1.5$

Dal confronto tra i due metodi, effettuato in alcuni punti, è emerso un accordo superiore al 60%, inoltre la classificazione proposta è risultata essere quella in grado di massimizzare la coerenza tra i due metodi. In ragione del buon accordo tra i due metodi e, soprattutto, del fatto che il parametro fisico che governa la propagazione delle onde è proprio il  $\Delta T$  al variare della quota si è optato per l'implementazione su tutti i punti del secondo metodo, ossia dell'individuazione delle condizioni "T" in funzione del  $\Delta T$ .

I risultati riportati sono rappresentati attraverso rose di percentuale dei casi favorevoli alla propagazione delle onde sonore in periodo diurno 6-22 e notturno 22-6.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

U1	Vento forte (> 3m/s) e ricettore sopravento	T1	Giorno, forte radiazione, superficie secca, calma di vento
U2	Vento di media intensità (1÷3 m/s) e ricettore sopravento Vento forte e ricettore leggermente sopravento	T2	3 della 4 condizioni della situazione T1
U3	Assenza di vento Vento parallelo alla sorgente stradale	T3	Alba o tramonto Cielo coperto, presenza di vento e superficie non troppo umida
U4	Vento di media intensità (1÷3 m/s) e ricettore leggermente sottovento Vento forte e ricettore parzialmente sottovento	T4	Notte nuvoloso Notte presenza di vento
U5	Ricettore sottovento	T5	Notte, cielo libero, calma di vento

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

--	Raggi sonori fortemente curvati verso l'alto in grado di determinare una significativa attenuazione dei livelli sonori (situazione sfavorevole)
-	Raggi sonori curvati verso l'alto in grado di determinare una parziale attenuazione dei livelli sonori (situazione sfavorevole)
Z	Raggi sonori che si propagano in linea retta, assenza di fenomeni meteorologici in grado di interferire con la propagazione del suono (situazione omogenea)
+	Raggi sonori curvati verso il basso in grado di determinare un parziale incremento dei livelli sonori (situazione favorevole)
++	Raggi sonori fortemente curvati verso il basso in grado di determinare un significativo incremento dei livelli sonori (situazione favorevole)

Tabella 2.8 Tabella a doppia entrata per la determinazione degli effetti meteorologici sulla propagazione delle onde sonore a partire da fattori meteo direttamente osservabili

#### 2.2.2.4 Risultati delle elaborazioni

Le elaborazioni svolte hanno permesso di calcolare in corrispondenza di ogni nodo della mesh la percentuale delle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore al variare della direzione del

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

vento, pervenendo a delle rose di condizioni favorevoli alla propagazione che sono state graficizzate in scala 1:50.000 nella tavola:

CG0700	P	P2	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	01
--------	---	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----

La Figura 2.14 riporta un esempio di rosa di condizioni favorevoli alla propagazione in periodo diurno (rosso) e periodo notturno (blu). Si può notare che in periodo notturno la percentuale massima di condizioni favorevoli si verifica nel settore Est/Sud-Est dove arriva rispettivamente a circa l'80% e al 40% con significative contrazioni nei quadranti ovest, nord-ovest e sud-ovest.

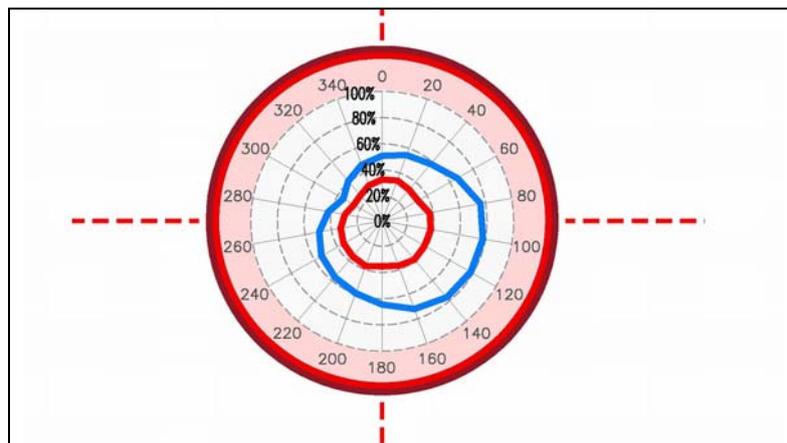


Figura 2.14 Rosa condizioni favorevoli alla propagazione

## 2.2.3 Aree naturalistiche e controllo del rumore

### 2.2.3.1 Premessa

La normativa italiana ed europea sul rumore sottolinea la necessità di assumere provvedimenti per la difesa degli ambienti sonori delle aree naturali. Le prescrizioni normative in termini di limiti ammissibili, le mappature sullo stato dei luoghi e le conseguenti azioni di risanamento o di tutela sono tuttavia ad oggi esclusivamente basate su una visione antropocentrica dell'ambiente, che mal sia adatta a considerare comportamenti e risposte non umane.

Ciò emerge chiaramente dal tipo di indicatori di rumore utilizzati dal DPCM 14.11.1997 (livelli equivalenti continui di rumore, scala di pesatura A, periodi di riferimento giorno/notte, ecc.) o dalla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Direttiva EU 2002/49/CE (livelli equivalenti di rumore  $L_{den}$ ,  $L_{night}$ ) nonché dalla assoluta mancanza di riferimenti ai fenomeni di disturbo arrecabili alle componenti biotiche dell'ambiente o all'interferenza e alterazione del paesaggio sonoro naturale. Le sorgenti di suoni naturali biotici e abiotici possono inoltre essere, in certe situazioni, prevalenti sulle sorgenti antropiche.

Prevale in sostanza la visione dell'uomo potenziale fruitore nel tempo libero degli spazi naturali, al quale garantire la possibilità di contemplare la natura, con la minima intrusione di rumori disturbanti, rispetto a quella dell'uomo attento a non modificare gli equilibri naturali preesistenti. I limiti di Classe I, 50 dBA nel periodo diurno e 40 dBA nel periodo notturno, rappresentano ad oggi il "target" di qualità sonora generalmente adottato per le aree naturali dalle classificazioni acustiche del territorio comunale.

Gli animali comunicano tra di loro, "parlano" con i loro simili e con animali di altre specie. Sono segnali di pericolo, grida di sfida, richiami amorosi, ecc. La vita nei boschi è spesso una vita che esalta la fruizione notturna del territorio, con periodi come l'alba o il tramonto in cui i suoni naturali sono al massimo della loro intensità.

Gli animali ascoltano i suoni immessi nell'ambiente naturale con organi che svolgono funzioni uditive o con veri e propri organi timpanici, sensibili ad una ampissima gamma di suoni. Setole sensitive tegumentali possono avere una funzione mista, tattile e uditiva, che rendono ad esempio sensibili i grilli a frequenze dell'ordine di 30 Hz, mentre alcune specie di tettigonidi possono percepire suoni fino a 90 kHz. Esiste pertanto una ampia differenziazione nella capacità uditiva e nella produzione di suoni da parte delle specie biotiche.

### **2.2.3.2 Aree sensibili**

#### **Versante Calabria**

L'ambito di studio non interagisce con i siti di importanza comunitaria più vicini (aree SIC IT9350177 e IT99350183) appartenenti alla Rete Natura 2000, ai sensi della Direttiva 92/43/CEE concernente la conservazione degli habitat naturali ed è solo parzialmente interessata nel settore nord orientale dalla Zona di Protezione Speciale (ZPS IT9350300 Costa Viola), ai sensi della Direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Versante Sicilia

L'ambito di studio interagisce con siti di importanza comunitaria (area SIC ITA030008 Capo Peloro – Laghi di Ganzirri) appartenente alla Rete Natura 2000, ai sensi della Direttiva 92/43/CEE concernente la conservazione degli habitat naturali e con la Zona di Protezione Speciale (ZPS ITA030042 Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello Stretto di Messina), ai sensi della Direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici. I Pantani di Ganzirri e Faro sono "Beni d'interesse etno-antropologico" (provvedimento declaratorio 1342/88) in quanto sedi di attività lavorative e produttive tradizionali connesse alla molluschicoltura (mitilicoltura e tellinicoltura). La Laguna di Capo Peloro è anche Riserva Naturale Orientata, istituita dalla Regione Siciliana con D.A. 21/6/01.

La Laguna di Ganzirri, nota anche con il nome di "Pantano grande", ha una superficie di 338.400 mq, una forma allungata in senso SW-NE con l'asse maggiore di 1670 m, larghezza massima di 282 m e minima di 94 m. E' formata da due bacini (con caratteristiche fisico-chimiche, batimetria e morfologia del fondo diverse), uno a nord-est la cui profondità massima è di 1 m, ed uno a sud-ovest la cui profondità massima riscontrata è di 6.50 m, separati da una strozzatura. Gli scambi con il mare sono limitati al canale scoperto Carmine (chiamato anche Canalone di Ganzirri o Canale Due Torri) a NE (che permette scambi di acque superficiali con lo Stretto di Messina) ed al canale coperto Catuso a SW. Quest'ultimo canale è molto stretto e solo occasionalmente è aperto al mare.

Il Pantano Faro o "Pantano Piccolo" è situato a nord rispetto a quello di Ganzirri. Ha una superficie di 263.600 mq ed una forma quasi circolare col diametro maggiore in senso NO-SE di 660 m. Questa laguna ha un carattere maggiormente marino rispetto a quella di Ganzirri e raggiunge la sua profondità massima (28 m) nella parte centro-orientale. La particolarità di questo ambiente è la presenza persistente di idrogeno solforato a profondità superiori ai 10 m (al di sotto delle quali l'ossigeno è assente) e l'esistenza abbondante di microorganismi che riescono a metabolizzare i derivati dello zolfo nell'interfaccia fra la zona ossica e quella anossica.

Queste due aree richiedono opportune verifiche in relazione all'impatto che verrà a determinarsi a seguito della realizzazione ed esercizio dei collegamenti stradali e ferroviari. La trattazione dell'argomento è stata focalizzata sull'avifauna, la componente biotica in grado di produrre la più ampia varietà di suoni vocali che spaziano da brevi richiami monosillabici a lunghi e complessi canti. L'avifauna, per problematiche legate ai flussi migratori, può inoltre essere fortemente

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

penalizzata da un ambiente sonoro ostile tale da determinare variazioni comportamentali (variazioni del tempo destinato alla ricerca di cibo o “time budget”, ecc.).

### 2.2.3.3 Produzione di suoni da parte dell’avifauna

La produzione dei suoni avviene tramite un organo denominato siringe (syrinx), l’analogo della laringe umana, che contiene speciali membrane vibranti che generano onde sonore quando l’aria dei polmoni viene spinta su di essa. La presenza di una membrana timpaniforme situata nella parte mediana dei bronchi permette di emettere suoni separatamente da ciascun bronco che vengono poi “mixati” quando entrano nella trachea. Questo spiega la straordinaria complessità del canto degli uccelli (secondo la teoria delle due voci nella produzione dei suoni degli uccelli confermata a livello sperimentale).

La qualità tonale dei suoni emessi è ottenuta dalla produzione di suoni puri entro un ristretto campo di frequenze, relativamente privo di armoniche o ipertoni. Il tratto vocale viene utilizzato, in analogia all’uomo, come filtro selettivo per modificare il suono finale emesso che è tipicamente compreso nel campo di frequenze 2-8 kHz.

In molte specie la produzione di suoni è esclusiva del sesso maschile, con massima intensità in primavera dove si colloca l’inizio del periodo riproduttivo. Gli uccelli cantano secondo ritmi prestabiliti: di più all’alba dove il canto è di gruppo (coro) con decrescendo verso le ore centrali della giornata più calde e un secondo picco in prossimità del tramonto, al quale segue il silenzio nelle ore notturne che precedono l’alba. Dopo l’accoppiamento alcune specie smettono totalmente di cantare mentre altre continuano ad evidenziare i due picchi all’alba e al tramonto. I cori all’alba intervengono in una condizione generalmente favorevole alla propagazione, con maggiore estensione dell’area coperta dai richiami a parità di emissione, e sfavorevole all’alimentazione.

In generale c’è un buon accordo tra massima produzione di suoni e massima percezione dei suoni. La Figura 2.15 compara, a titolo di esempio, le curve di udibilità di due specie di passeri con lo spettro di potenza dei loro richiami.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

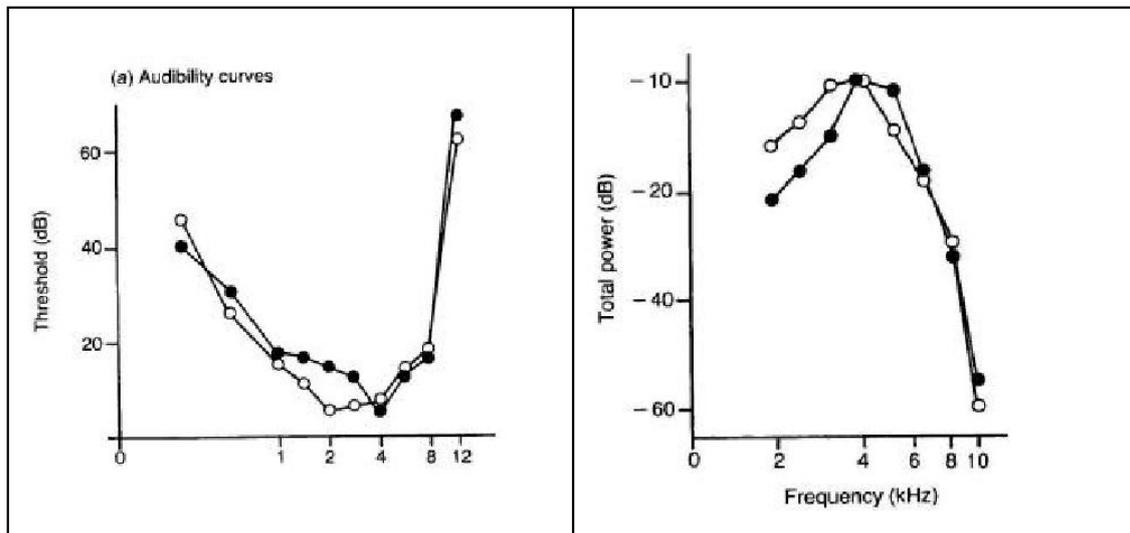


Figura 2.15 Curve di udibilità e spettro di potenza dei richiami

#### 2.2.3.4 Percezione dei suoni

La produzione di suoni rappresenta un aspetto del sistema di comunicazione, il restante è determinato dalla capacità di rilevare e identificare la provenienza dei suoni. L'orecchio esterno degli uccelli è rappresentato da due fori, coperti da piume protettive, che sono in comunicazione con le cavità timpaniche. Le vibrazioni del timpano vengono trasmesse all'orecchio interno da un singolo osso (columella) che viene mantenuto a contatto con la coclea per mezzo di un complesso sistema di legamenti.

I metodi utilizzati per determinare i valori di pressione sonora minimi udibili dagli uccelli (audiogramma) sono due: il metodo neurofisiologico (si fa ascoltare un suono, variandone la frequenza, ad un uccello anestetizzato e si registra direttamente dai neuroni uditivi del nucleo cocleare la risposta) e il metodo comportamentale (si condiziona l'uccello a reagire, ad es. colpire con il becco un tasto, quando sente un suono). I risultati raccolti nei test svolti negli ultimi 50 anni su 49 specie di uccelli hanno permesso di costruire la curva di udibilità media dei tre principali gruppi di uccelli (passeriformi, strigiformi, altri non passeriformi) nel campo di frequenze compreso tra 0.5 Hz e 10 kHz (Figura 2.16). Gli aspetti caratterizzanti sono:

- gli uccelli non sentono bene alle alte o basse frequenze, sentono meglio nel campo di frequenze tra 1-5 kHz dove la soglia di udibilità varia tra - 10 dB a 20 dB di livello di pressione sonora. I predatori notturni (strigiformi: allocco, ci-vetta, gufo, barbagianni, assiolo o chiù, ...)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

hanno una soglia uditiva traslata di circa 20 dB al di sotto di quella media dei passeriformi (corvi, ghiandaia, pic-chio, cinciarella, cinciallegra, lui piccolo, fringuello, ...);

- la regione di massima sensibilità è compresa tra 2-3 kHz;
- la sensibilità uditiva decresce ad un tasso di 15 dB/ottava al di sotto di 1 kHz e circa 35-40 dB/ottava oltre 3 kHz.

Nella media il limite spettrale dello spazio uditivo disponibile all'avifauna per la comunicazione vocale si estende da 500 Hz a 6 kHz (la larghezza di banda 30 dB oltre il punto più sensibile dell'audiogramma). Lo spettro medio di potenza della maggioranza delle vocalizzazioni degli uccelli è contenuto entro questo campo di frequenza e si rileva una buona correlazione tra sensibilità uditiva, massima alle alte frequenze, e spettro di emissione dei richiami e del canto.

La frequenza centrale e l'estensione alle alte frequenze in molte specie di uccelli sono inversamente correlate a parametri biologici quali il peso e le dimensioni (diminuisce il peso, aumenta l'estensione alle alte frequenze).

Il confronto tra sensibilità uditiva umana e dell'avifauna (Figura 2.17) ben evidenzia una minore sensibilità uditiva alle alte frequenze (> 5 kHz) e, per tutti gli uccelli non predatori notturni, una generalizzata minore sensibilità compresa tra un minimo di circa -10 dB a 1-2 kHz e un massimo di -90 dB a 10kHz e circa -30 dB a 125 Hz.

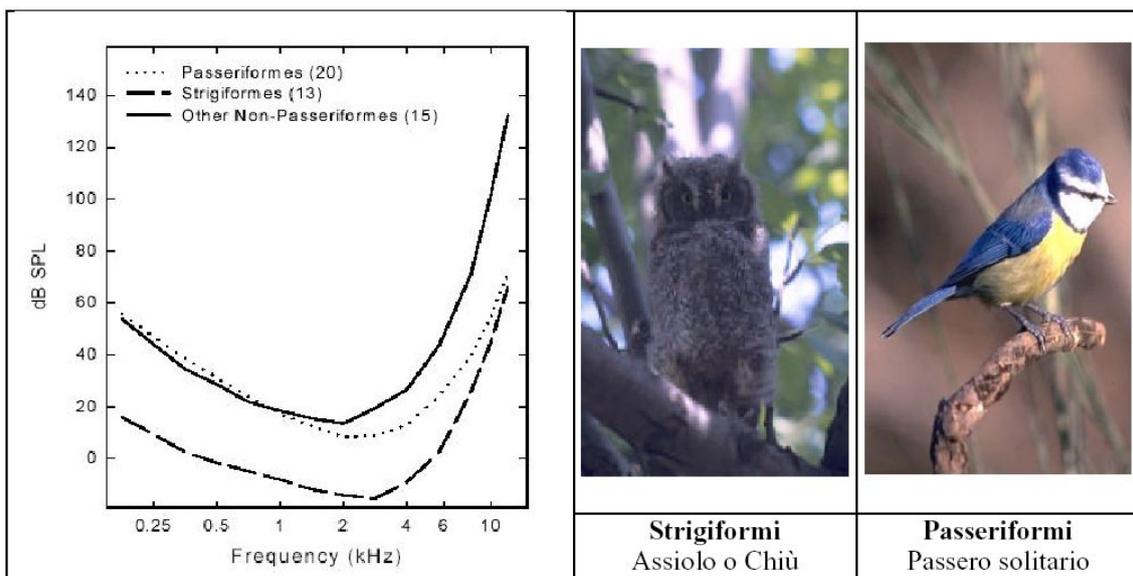


Figura 2.16 Curve di udibilità media avifauna (strigiformi, passeriformi e non passeriformi)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

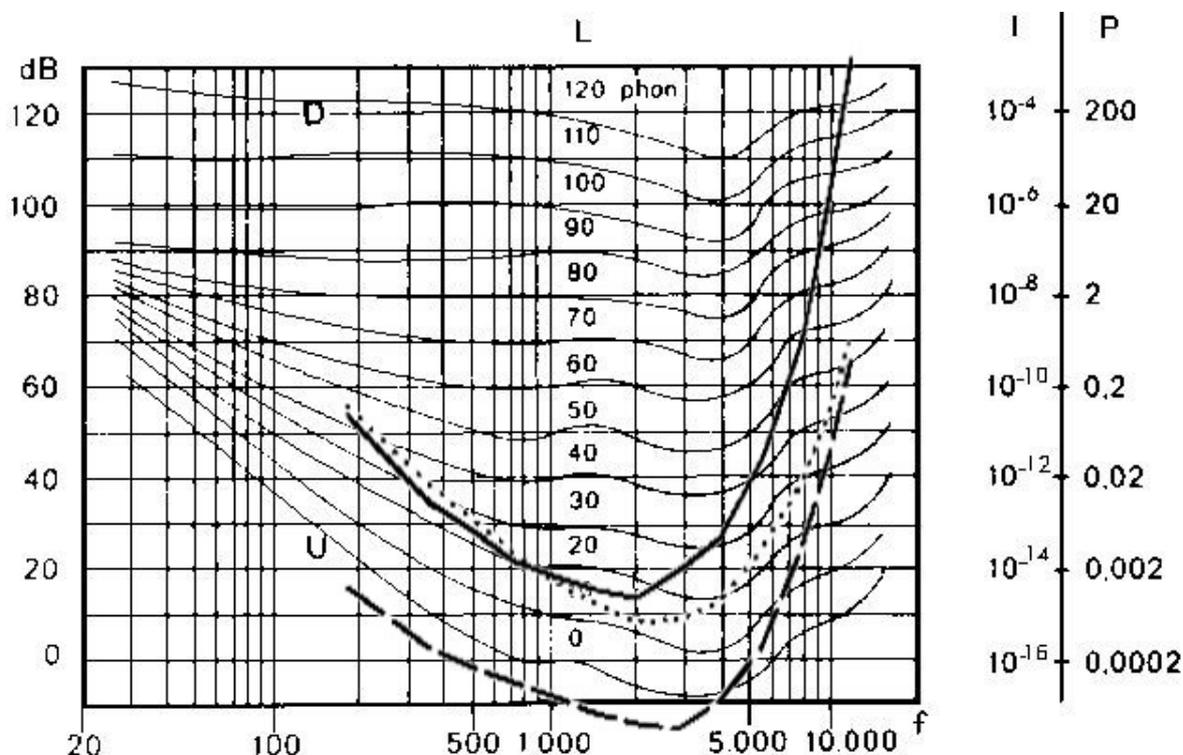


Figura 2.17 Confronto tra sensibilità uditiva dell'uomo e dell'avifauna

### 2.2.3.5 Localizzazione dei suoni

Le dimensioni della testa degli uccelli sono troppo piccole per determinare un effetto di ombra acustica sulle onde sonore riflesse e la distanza tra le due orecchie rendono difficile la comparazione dei tempi di arrivo delle onde dirette. Nonostante ciò l'evidenza sperimentale mostra una considerevole abilità nella localizzazione dei suoni.

Ciò deriva dalla struttura fisica degli uccelli che sono dotati di una cavità che mette in comunicazione i tubi di Eustachio e che rende possibile la trasmissione interaurale dei suoni: i suoni che provengono ad un orecchio vengono trasmessi, con un certo ritardo, all'altro. Questo differenziale di pressione viene compensato dagli uccelli orientando la testa in direzione della provenienza del suono.

### 2.2.3.6 Spazio attivo e rapporto critico

La capacità di comunicare è limitata dalla distanza entro la quale un segnale può essere percepito da un ricevitore in presenza di un certo rumore di fondo: questa distanza viene definita "spazio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

attivo” di un segnale. L’attenuazione geometrica delle emissioni vocali dell’avifauna segue la legge sferica con un decremento di 6 dB per ogni raddoppio di distanza: un suono di 65 dB misurato a 10 m dall’uccello si riduce a 53 dB a 40 m di distanza. Le attività antropiche possono innalzare il rumore di fondo naturale ed essere causa di una riduzione dello spazio attivo, rendendo difficile o impossibile la percezione del segnale.

Il canto e i richiami dell’avifauna si attenuano naturalmente in funzione della distanza, della copertura vegetazionale arborea e arbustiva presente, delle condizioni meteorologiche: per la frequenza di 4 kHz tipica di molte specie la maggiore attenuazione si verifica quando l’umidità è bassa e la temperatura è alta (parte centrale della giornata). In termini di propagazione dei richiami sono avvantaggiate le specie che hanno delle coloriture tonali alle basse frequenze mentre sono sfavorite quelle in cui prevalgono tonalità alte.

La differenza, espressa in dB, tra un suono di interesse ed un suono di disturbo è definita rapporto segnale/rumore. Negli esperimenti di mascheramento si definisce rapporto critico il rapporto tra la potenza di un tono puro e il livello spettrale di potenza di un rumore in grado di mascherare (rendere non più udibile) il tono puro. La Figura 2.18 mostra il rapporto critico di 14 specie di uccelli inclusi uccelli canterini, non canterini e predatori notturni: 10 specie di uccelli seguono approssimativamente un aumento di 2-3 dB/ottava nel rapporto segnale/rumore che è tipico dei mammiferi incluso l’uomo. In termini pratici queste curve descrivono il livello in dB oltre il livello spettrale del rumore di fondo che un tono puro deve avere per essere percepito.

Per l’uccello medio un tono puro a 3 kHz per essere percepito deve essere almeno 28 dB oltre il livello spettrale del rumore di fondo. Per l’uomo, lo stesso tono puro può essere sentito già a partire da 22 dB oltre il livello spettrale del rumore di fondo. Questa differenza di 6 dB nella soglia di mascheramento è significativa se la si considera in termini di decremento di pressione sonora in funzione della distanza, perché corrisponde approssimativamente un raddoppio di distanza. In presenza dello stesso rumore di fondo un uomo può rilevare un suono al doppio della distanza rispetto ad un uccello.

La rilevabilità di un rumore da parte degli uccelli in presenza di rumore di fondo a banda larga, in base ad esperimenti, richiede che il rumore immesso sia di 1-1.5 dB superiore al fondo. Ancora una volta si dimostra la migliore abilità dell’uomo nel discriminare i suoni, essendo sufficiente all’uomo un livello superiore di 0.5 dB rispetto al rumore di fondo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

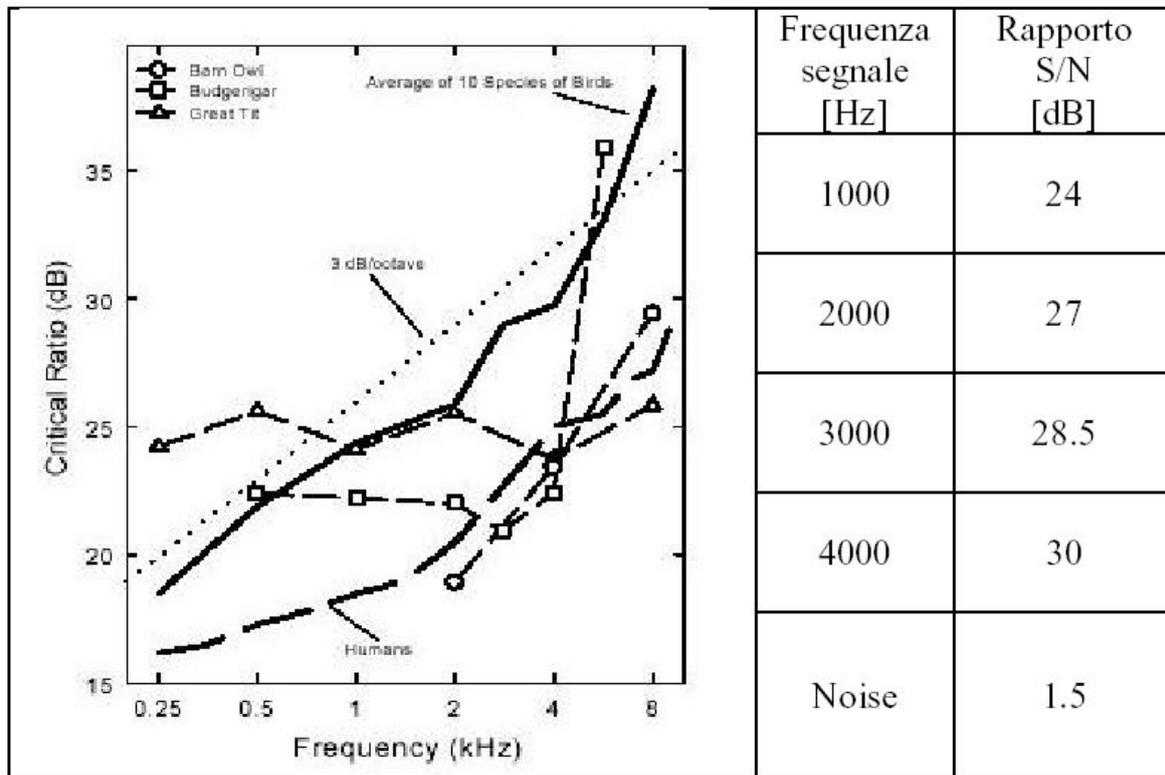


Figura 2.18 Rapporto critico di 14 specie di uccelli

#### 2.2.4 Aree naturalistiche marine

Il controllo degli effetti del rumore sul sistema biotico include nell'area dello Stretto di Messina anche l'ambiente marino. Tutte le specie di cetacei che si trovano nel Mediterraneo sono protette dalle leggi nazionali ed europee, oltre che da numerosi strumenti giuridici internazionali ratificati dall'Italia. La Normativa più rilevante riguarda la Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatica, nota con il nome di "Direttiva Habitat".

L'area dello Stretto di Messina è già stata oggetto di approfondite valutazioni in relazione alla frequentazione di cetacei. In particolare nel 2005 Stretto di Messina SpA ha commissionato all'Istituto Tethys lo "Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relativo ai flussi migratori dei cetacei attraverso lo Stretto di Messina", aggiornato nel corso del 2010 con tre campagne (luglio-ottobre). La Tabella 2.9 contiene una sintesi delle specie di mammiferi marini che frequentano regolarmente le acque dello Stretto e gli habitat riconosciuti come abituali. Sono evidenziate le specie avvistate con maggiore frequenza nel corso della campagna di ricerca della

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Tethys. A queste comparse regolari vanno ad aggiungersi avvistamenti o spiaggiamenti di specie occasionali o accidentali in Mediterraneo riferite dalla bibliografia di settore che comprendono la balenottera minore, la megattera, l'orca, la pseudorca, lo steno e il cogia di Owen

Nel corso delle campagne svolte nel periodo giugno 2005 – maggio 2006 in 125 giorni di mare e 8795 km di osservazioni in una superficie di mare di 2300 km<sup>2</sup> (Figura 2.19 – area di studio e relativa profondità dei fondali) sono stati effettuati 80 avvistamenti di cetacei appartenenti a 6 specie: stenella striata, tursiope, capodoglio, grampo, zifio e delfino comune. Il 70% degli avvistamenti sono avvenuti nell'area sud (Ionio) mentre nell'area nord (Tirreno) sono state avvistate soltanto stenelle striate.

Nelle tre campagne 2010 sono stati avvistati 16 cetacei, di cui 9 tursiopi, 6 stenelle e 1 grampo. Sono stati confermati i risultati 2005-2006 per quanto riguarda la stenella striata e il tursiope, mentre non sono stati avvistati capodogli. Non sono stati fatti avvistamenti nell'area direttamente interessata dai lavori dei pontili. La Figura 2.20 localizza gli avvistamenti di cetacei di tutte le specie relativi alla campagna 2005-2006 (cerchietti piccoli) e 2010 (quadrati grossi).

In relazione agli habitat caratteristici, la balenottera è una specie prevalentemente pelagica che predilige zone con profondità maggiore 2000 m, mentre il Capodoglio predilige le acque sovrastanti la scarpata continentale ricche di cefalopodi. Stenella, grampo e zifio preferiscono le acque pelagiche e della piattaforma continentale a differenza del delfino comune il cui habitat si estende dalla batimetrica dei 100-200 m fino al mare aperto e del tursiope, caratterizzato da una alta flessibilità alimentare, che preferisce l'habitat costiero.

I risultati dell'analisi spaziale con modelli predittivi forniscono la probabilità di avvistamento della specie nell'area di studio in base alla profondità, alla concentrazione di clorofilla dell'acqua.

Per la stenella striata (Figura 2.21) la distribuzione è piuttosto uniforme nelle acque dell'area di studio, con una marcata preferenza per le acque più profonde nella posizione sud orientale dello Stretto e nord occidentale al largo delle Isole Eolie.

Per il tursiope (Figura 2.22) il modello predittivo sottolinea la preferenza di questa specie per le acque costiere del settore meridionale dello Stretto di Messina e per i fondali caratterizzati da elevata pendenza.

Il modello utilizzato per la distribuzione del capodoglio (Figura 2.23) ha selezionato come variabili di maggiore importanza nella caratterizzazione dell'habitat di questa specie la profondità, la pendenza dei fondali e la minore temperatura superficiale media. La maggiore concentrazione di animali è prevista nella zona di scarpata continentale nella porzione meridionale dello Stretto,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

prevalentemente tra la batimetrica 200 m e 1000 m. Per quanto riguarda la porzione tirrenica dell'area di studio i modelli predittivi suggeriscono che i cetacei sono assenti o sono presenti a densità molto minori.

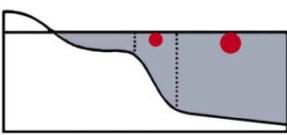
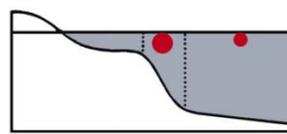
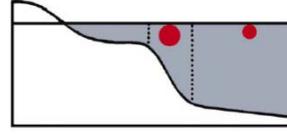
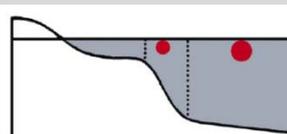
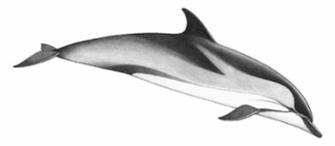
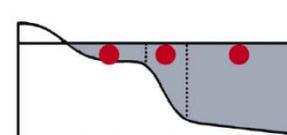
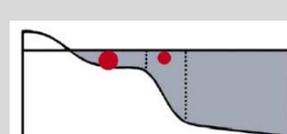
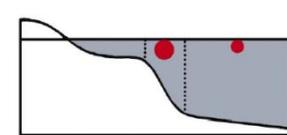
	<b>NOME</b>	<b>HABITAT</b>	<b>FIGURA</b>
<b>MISTICETI</b>	<b>Balenottera comune</b> - <i>Balaenoptera physalus</i> Avvistamenti recenti e passati, spiaggiamenti		
<b>ODONTOCETI</b>	<b>Capodoglio</b> - <i>Phiseter macrocephalus</i> Linnaeus Campagne di ricerca Tethys e segnalazione spiaggiamenti		
	<b>Zifio</b> - <i>Ziphius cavirostris</i> Avvistamenti Thetys discontinui, spiaggiamenti		
	<b>Stenella striata</b> - <i>Stenella coeruleoalba</i> . Avvistamenti Thetys regolari e segnalazione spiaggiamenti		
	<b>Delfino comune</b> - <i>Delphinus delphis</i> Avvistamenti Tethys regolari		
	<b>Tursiope</b> - <i>Tursiops truncatus</i> Avvistamenti Tethys regolari e segnalazione spiaggiamenti		
	<b>Grampo</b> - <i>Grampus griseus</i> Avvistamenti Tethys sporadici		

Tabella 2.9

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

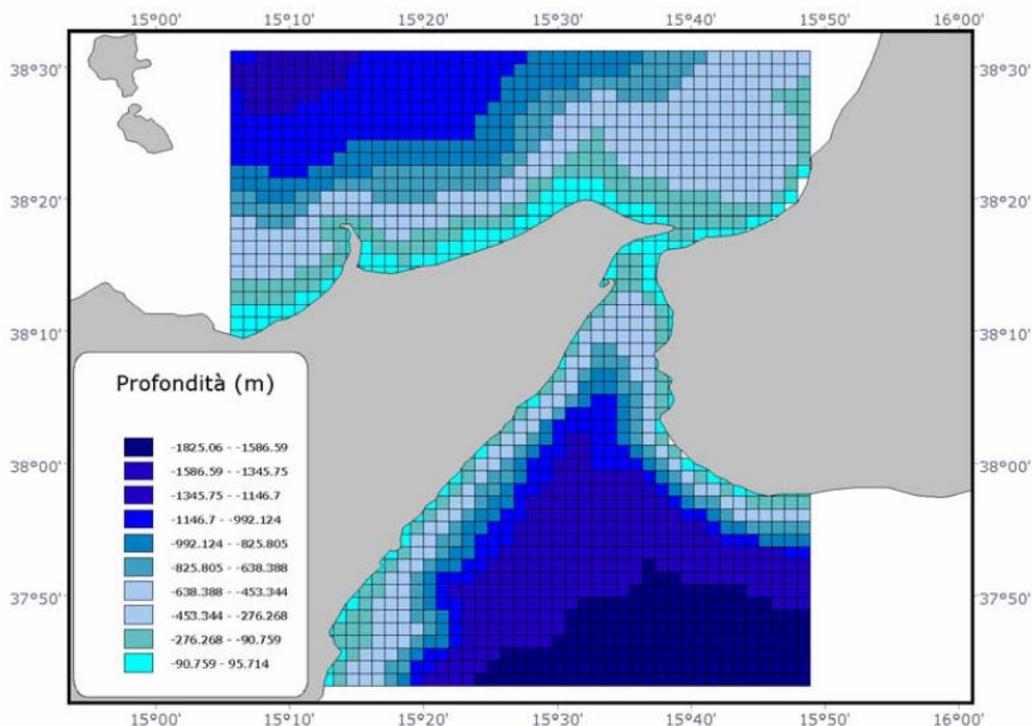


Figura 2.19 Area di studio e profondità dei fondali

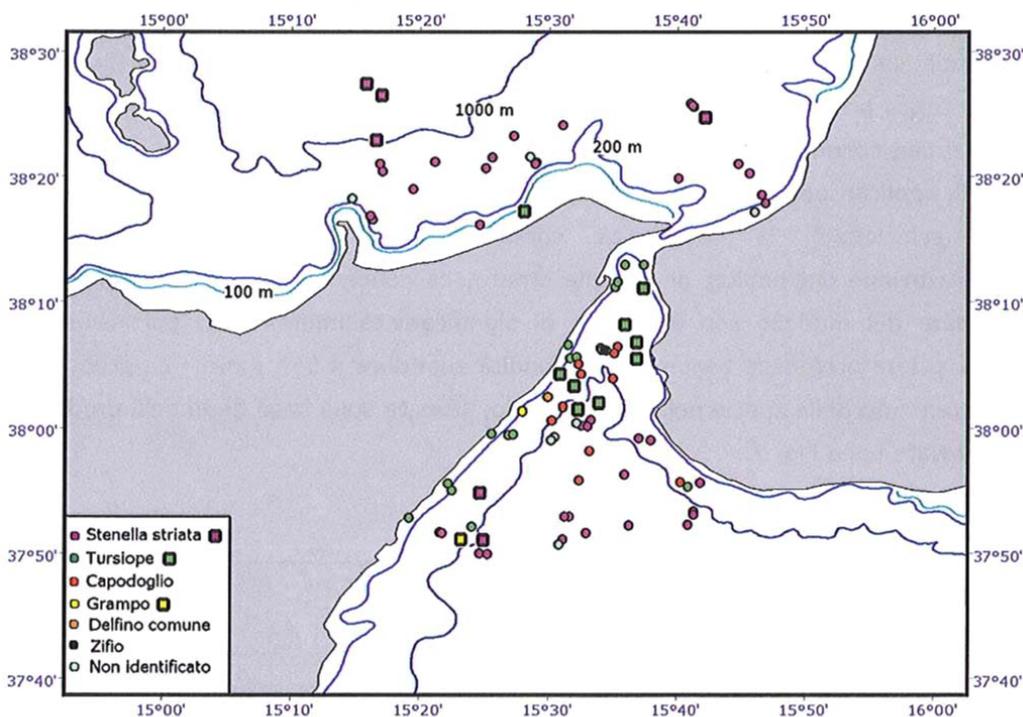


Figura 2.20 Localizzazione avvistamenti (dati aggiornati al 2010)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

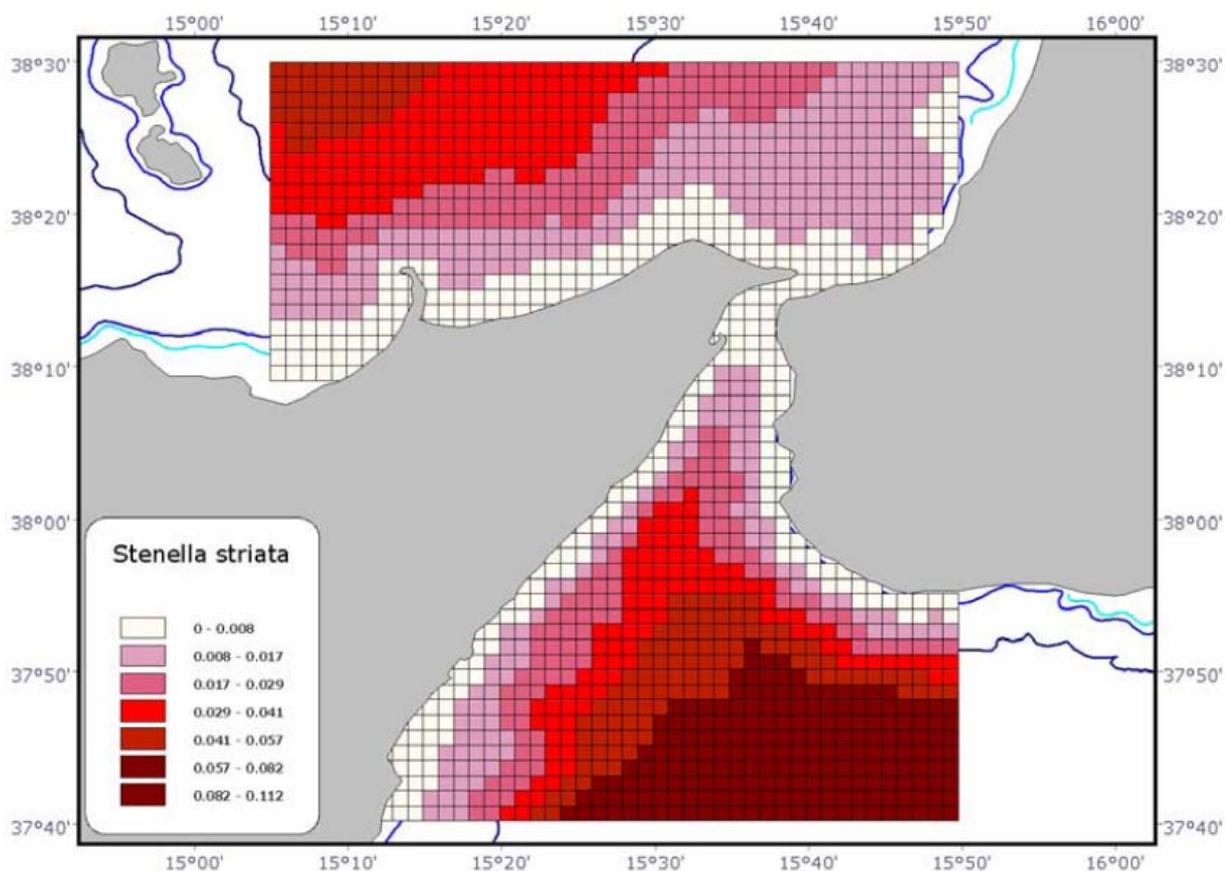
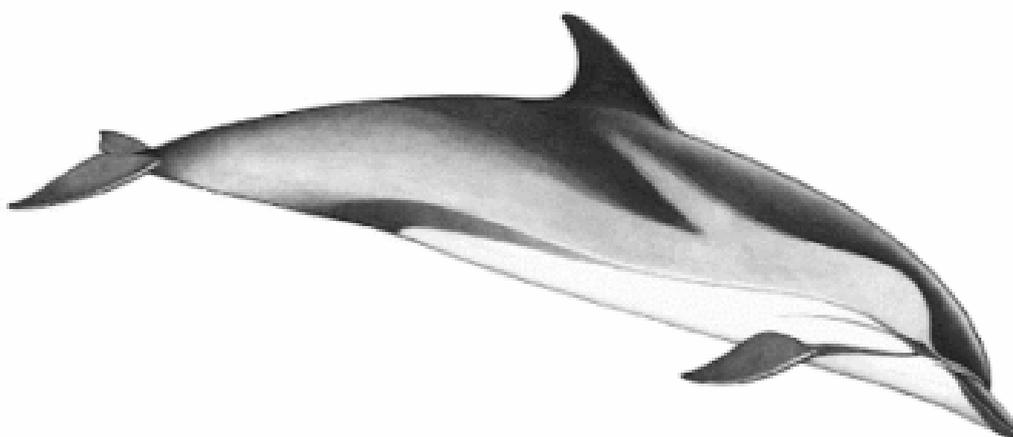


Figura 2.21 Probabilità di avvistamento della Stenella

 <b>Stretto di Messina</b>		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

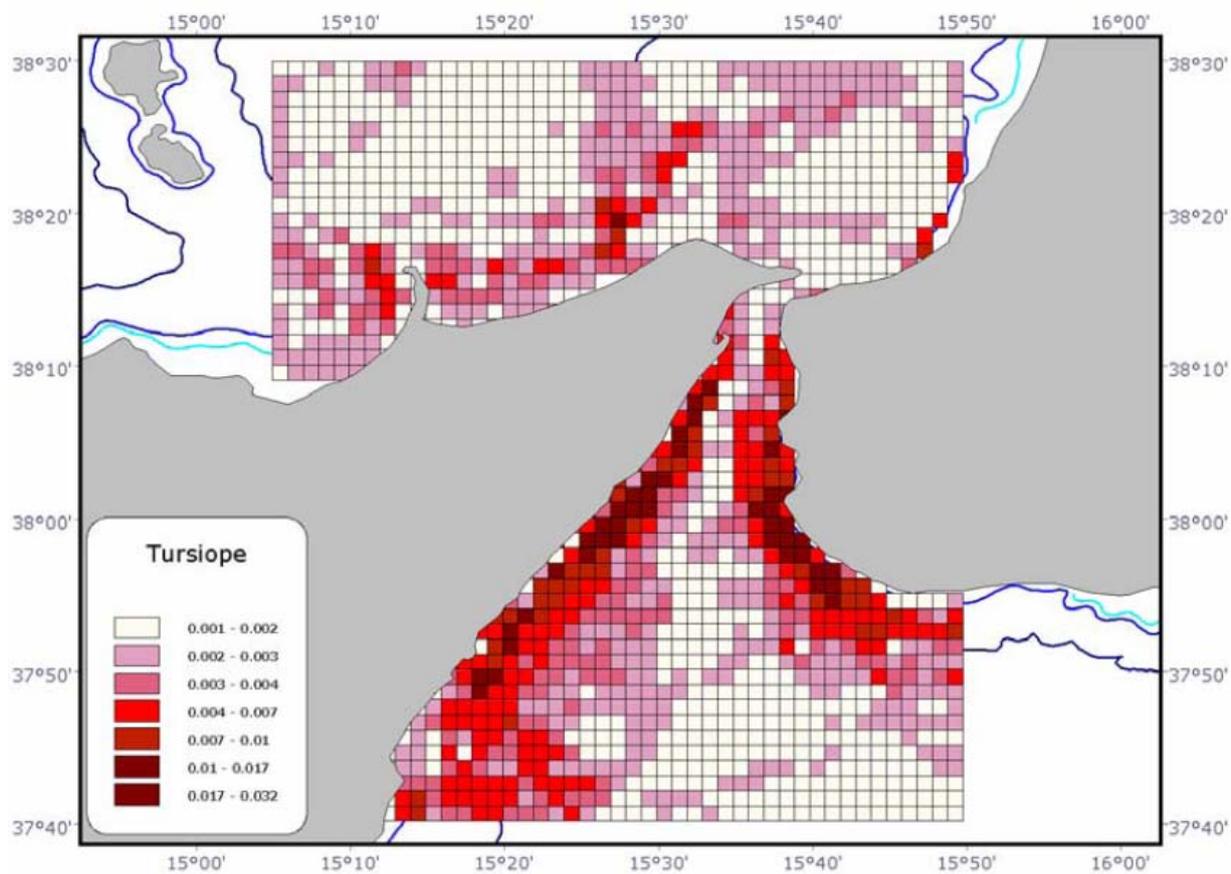


Figura 2.22 Probabilità di avvistamento del Tursiopo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

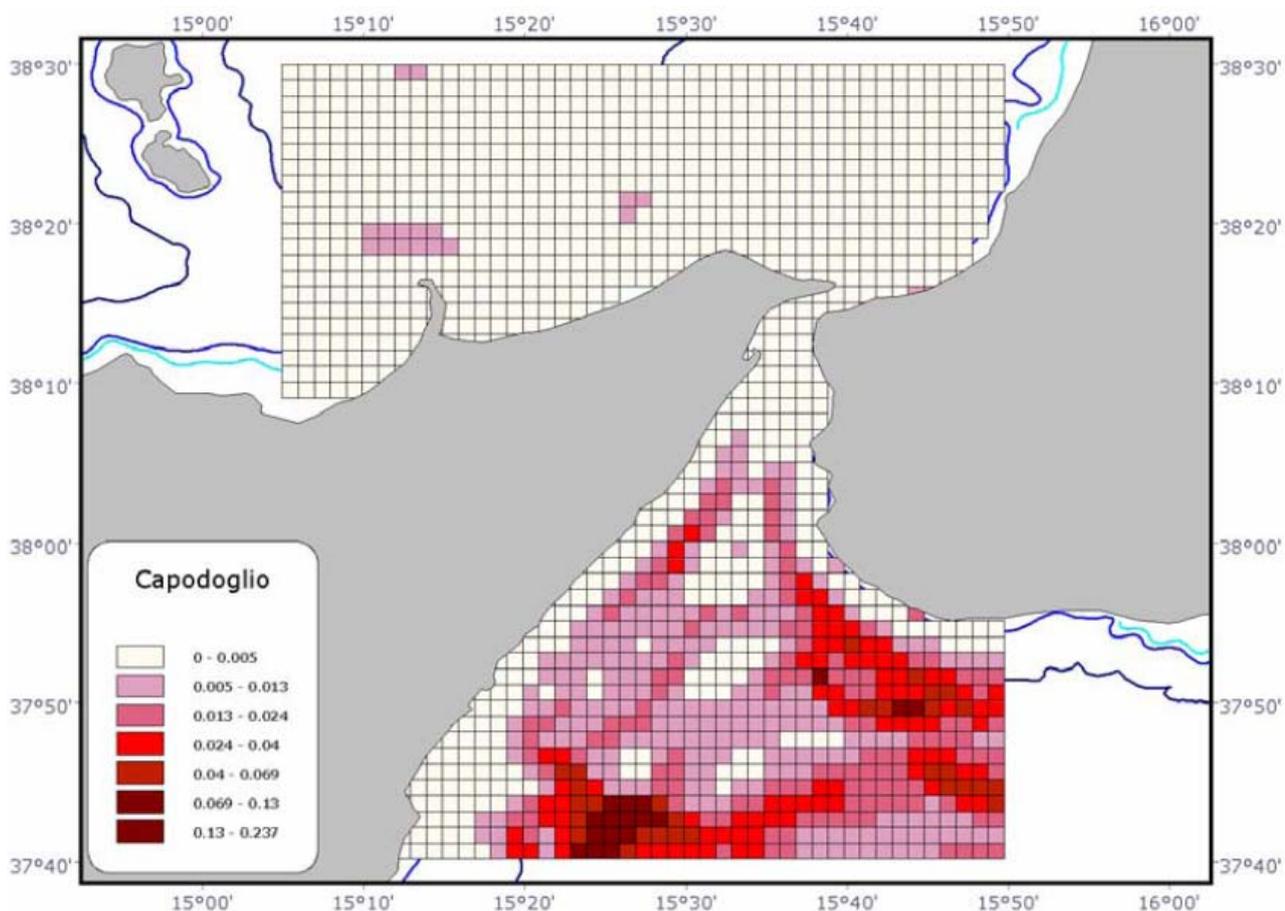


Figura 2.23 Probabilità di avvistamento del Capodoglio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Conclusioni operative

Una specie di odontoceti, il tursiope, specie elencata nell'Allegato II della "Direttiva Habitat" 92/43/CEE, si trova regolarmente nelle acque costiere dello Stretto e sembra essere quella potenzialmente più direttamente interessata dai lavori di costruzione dei pontili mentre altre due, la stenella striata e il capodoglio, note rispettivamente per frequentare acque pelagiche e acque sovrastanti la scarpata continentale, sono regolarmente osservate nello Stretto o nelle sue prossimità ed è pertanto lecito presupporre che utilizzino lo Stretto come corridoio di spostamento tra lo Ionio e il Tirreno. Lo stesso si può affermare per altre quattro specie note per essere presenti nella zona, la balenottera comune, il grampo, lo zifio e il delfino comune.

Su queste cetacei andranno focalizzate le attenzioni e gli approfondimenti in termini di risposta uditiva e di caratteristiche di vocalizzazione.

In termini di stagionalità, le informazioni tratte dalle osservazioni evidenziano per la balenottera comune concentrazione estiva in località produttive alimentari (modello stagionale di migrazione verso i siti di alimentazione) e diminuzione della presenza all'inizio dell'autunno. Ciò determina una tendenza all'attraversamento dello Stretto di Messina in direzione nord da giugno a agosto e in direzione sud da settembre a ottobre (migrazione invernale).

Per il tursiope e la stenella le campagne di avvistamento non hanno notato una stagionalità: è la specie maggiormente avvistata specialmente in acque poco profonde. La sua presenza è fortemente condizionata dalla presenza di barche da pesca. Alla stenella i ricercatori attribuiscono inoltre una certa stanzialità.

Da considerare che il maggiore impatto potenziale e rischio riguarda i mammiferi marini che prediligono fondali profondi. Tra gli esperti è ricorrente l'uso della frase "The shallower the safer": i frequentatori di acque costiere con fondali relativamente bassi, a causa della riflessione sulla superficie dell'acqua degli impulsi sonori, sono meno esposti a effetti di disturbo o danno uditivo.

Gli habitat riconosciuti come abituali per i cetacei permettono pertanto di definire una classificazione di sensibilità correlata alla batimetria.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

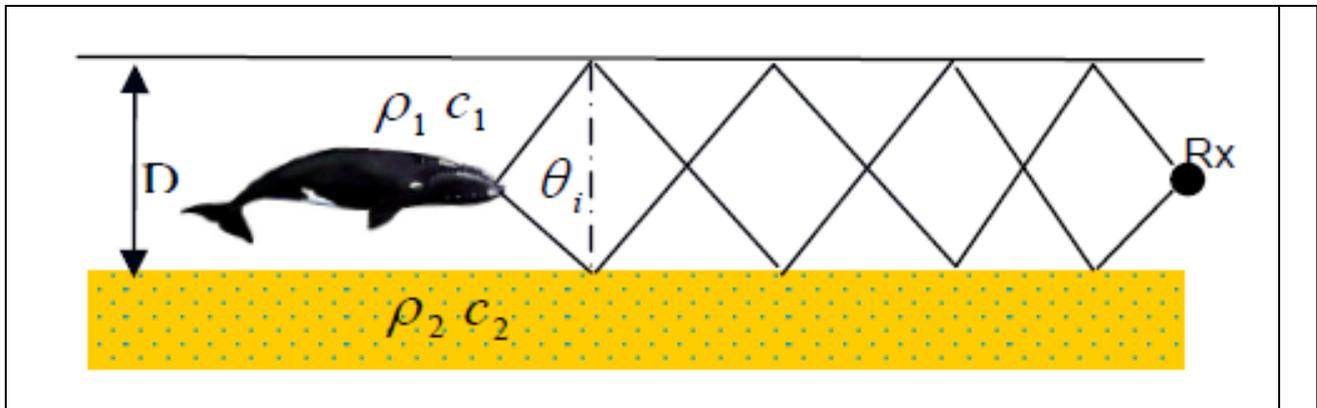


Figura 2.24

### 2.2.5 Rilievi emissioni stradali e ferroviarie

La caratterizzazione dello stato di rumorosità ante operam al continuo tramite modelli previsionali richiede una preventiva fase di indagine ambientale destinata alla identificazione delle sorgenti e alla caratterizzazione delle emissioni. Considerando la considerevole variabilità stagionale e giornaliera delle emissioni industriali è stato ritenuto ragionevole concentrare l'attenzione sulle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie. L'eventuale presenza di emissioni industriali nel bacino acustico rilevato dalle postazioni di misura determinerà infatti innalzamenti dei livelli di rumore rilevati che condurranno ad una stima prudenziale, in quanto sovrastimata, dello stato ante operam. La conoscenza dell'area di studio evidenzia in ogni caso un quadro emissivo industriale secondario rispetto a quello stradale e ferroviario.

La caratterizzazione acustica delle infrastrutture stradali principali (strade con caratteristiche geometriche e di traffico autostradale) è stata svolta per mezzo di misure settimanali Metodica R3 in accordo al Decreto Ministero Ambiente 16 Marzo 1998 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico).

Per le infrastrutture stradali secondarie sono state svolte misure in continuo di durata minima 24 ore, in giorno feriale non influenzato da situazioni di traffico anomale, con metodica R2s. In entrambi i casi la postazione microfonica è stata localizzata in posizione significativa delle velocità tipiche di percorrenza dell'infrastruttura e in assenza di fattori ambientali (riflessioni, ostacoli, altre sorgenti di rumore, ..) o stradali (giunti pavimentazione, zone di accelerazione/decelerazione, semafori, ...) in grado di influire sulla estendibilità spaziale della misura.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Le misure sono state svolte preferibilmente in campo libero a 25 m dal ciglio stradale e a 4 m di altezza dal p.c. locale, con tracciato stradale a raso o rilevato basso, in condizioni meteorologiche conformi, annotando nella scheda di misura se il punto di misura è localizzato in corrispondenza di un ricettore (a 1 m di distanza dalla facciata e a + 4 m di altezza dal p.c. locale). In caso di misura in prossimità di ricettori il rapporto di misura ha precisato la distanza dal ciglio stradale e l'analisi dei dati ha posto particolare attenzione ai possibili effetti di disturbo sulla misura. In parallelo alle misure di rumore sono state svolte misure di traffico e dei dati meteorologici.

Le linee ferroviarie sono state caratterizzate in termini di rilievo di singoli transiti. Le misure hanno riguardato sezioni in cui la linea ferroviaria è in rilevato basso/raso, in assenza di schermature (barriere antirumore e altri ostacoli fisici) da entrambi i lati della linea, in presenza di piano campagna orizzontale e di idonea copertura superficiale. La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo per 24 ore, Metodica R2f, in dBA Fast in terze di ottava, con acquisizione degli eventi sonori determinati dal transito di convogli sulla linea ferroviaria. I parametri acustici individuati sono rappresentati dai  $Leq(6-22)$  e  $Leq(22-6)$  riferiti al solo esercizio ferroviario, depurato da eventi anomali e, per il singolo transito, i seguenti indicatori:

- Profilo temporale LAF(t) in terze di ottava contenente il mascheramento del profilo esterno a  $L_{max}-10$  dBA.
- Livello massimo  $L_{max}$ .
- SEL relativo al profilo temporale con taglio a  $L_{max}-10$  dBA.
- Tipologia convoglio.
- Velocità di transito.

#### 2.2.5.1 Versante Calabria

##### Infrastrutture stradali

I rilievi di rumore stradale svolti sul versante Calabria nei mesi di giugno-luglio 2010 sono riassunti in Tabella 2.10 dove è riportato l'elenco dei punti di monitoraggio con l'associazione alla localizzazione e data di esecuzione. Si rimanda all'elaborato CG0700PSHDGAMIAQ300000005 per i dettagli.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

CODICE PUNTO	LOCALIZZAZIONE	ESEGUITO
R_1_C	A3 KM 432 +300	19/06/2010
		20/06/2010
		21/06/2010
		22/06/2010
		14/07/2010
		24/06/2010
		25/06/2010
R_2_C	A3	26/06/2010
		27/06/2010
		28/06/2010
		29/06/2010
		30/06/2010
		01/07/2010
		02/07/2010
R_3_C	SS 18	10/07/2010
R_4_C	SS 18	12/07/2010
R_5_C	Lungomare	23/07/2010
R_6_C	Via Tre Croci	15/07/2010
R_8_C	Svincolo A3	03/07/2010
		04/07/2010
		05/07/2010
		06/07/2010
		07/07/2010
		08/07/2010
		09/07/2010
R_9_C	SP6	20/07/2010
R_10_C	Via Campo Piale	19/07/2010
R_11_C	Via Messina	17/07/2010
R_12_C	Via Zona Industriale	16/07/2010
R_14_C	Via Fiumara	13/07/2010
R_15_C	Scuola	24/07/2010
R_16_C	Via Nazionale Catona	10/07/2010

Tabella 2.10 Punti di monitoraggio rumore stradale Calabria

### Infrastrutture ferroviarie

La caratterizzazione delle emissioni delle linee ferroviarie è stata svolta nel mese di ottobre 2010 in due sezioni, la prima a Cannitello sulla linea Salerno-Reggio Calabria a nord di Villa San Giovanni e la seconda a sud degli imbarchi di Villa San Giovanni in località Bolano (Tabella 2.11).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0

CODICE PUNTO	LOCALIZZAZIONE	ESEGUITO
R_13_C	Linea FS SR-RC Cannitello	25/10/2010
R_17_C	Linea FS SR-RC Scalo ferroviario Bolano	25/10/2010

Tabella 2.11 Punti di monitoraggio rumore ferroviario Calabria

I rilievi nella postazione R\_13\_C hanno documentato un livello di immissione del traffico ferroviario pari a 62.0 dBA e 59.2 dBA rispettivamente nel periodo di riferimento diurno e notturno. Nella postazione R\_17\_C il leq diurno associato ai transiti è di 63.7 dBA, il leq notturno di 59.6 dBA. In Figura 2.25 e Figura 2.26 sono riportate le time history dei due rilievi fonometrici e di alcuni transiti ferroviari.

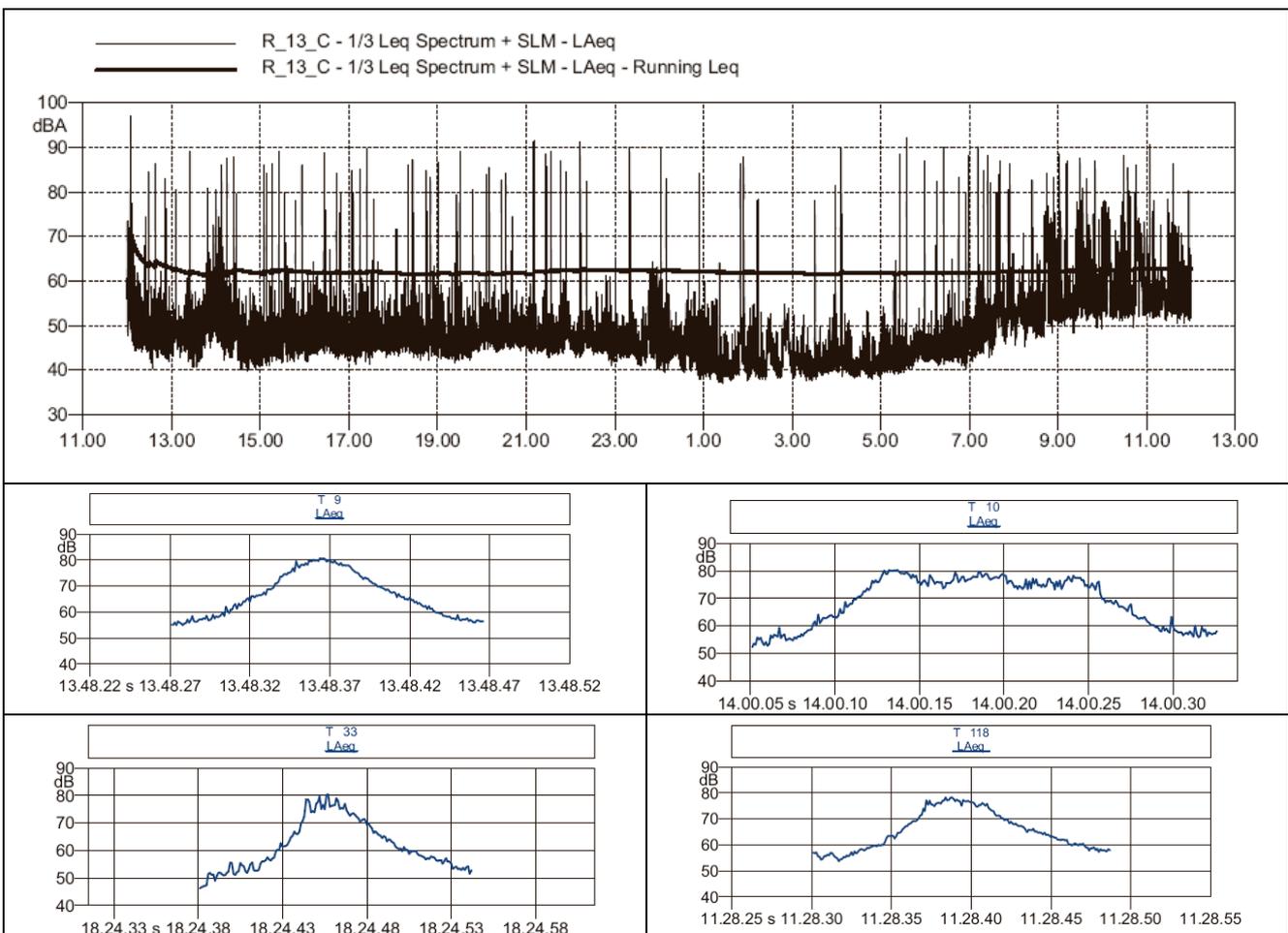


Figura 2.25

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

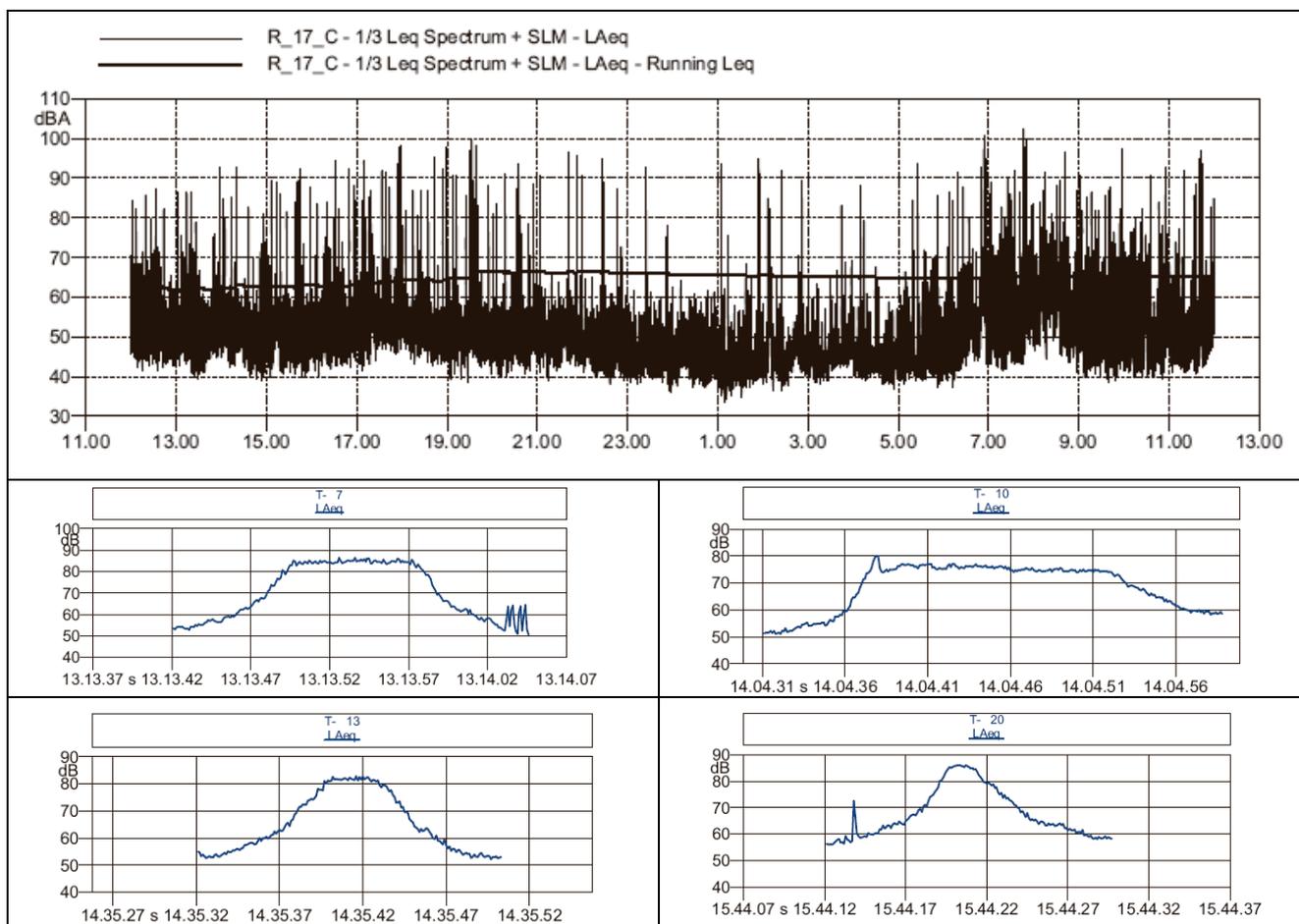


Figura 2.26

### 2.2.5.2 Versante Sicilia

#### Infrastrutture stradali

I rilievi di rumore stradale svolti sul versante Sicilia nei mesi di giugno-luglio-agosto 2010 sono riassunti in Tabella 2.12 dove è riportato l'elenco dei punti di monitoraggio con l'associazione alla localizzazione e data di esecuzione.

Si rimanda all'elaborato CG0700PSHDGAMIAQ300000006 per i dettagli.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<b>CODICE PUNTO</b>	<b>LOCALIZZAZIONE</b>	<b>ESEGUITO</b>
R_1_S	Via Circuito - Loc. Ganzirri	27/06/2010
R_2_S	SP 43 (via Consolare Pompea)	18/06/2010
R_3_S	SS 113 DIR	19/06/2010
R_4_S	Via Lago grande	21/06/2010
R_5_S	Via Salita Cimitero	22/06/2010
R_6_S	Via Salita Frantinaro	23/06/2010
R_7_S	Strada Panor. dello Stretto	24/06/2010
R_8_S	SS 113 DIR	25/06/2010
R_9_S	Ospedale Papardo	26/06/2010
R_10_S	Strada privata Puleo	28/06/2010
R_11_S	Via Messina	29/06/2010
R_12_S	Via Fiumara Guardia	19/07/2010
R_13_S	Strada Panor. dello Stretto	01/07/2010
R_14_S	Via Fiumara Guardia Loc. Pace	20/07/2010
R_15_S	SP 48 b	23/07/2010
R_16_S	Viale Annunziata	30/06/2010
R_17_S	Loc. Santissima Annunziata	02/07/2010
R_18_S	Via Giuffrè	03/07/2010
R_19_S	SS 113 Scuola	06/07/2010
R_20_S	Viale Giostre	05/07/2010
R_21_S	Via S. Bernardo	09/07/2010
R_22_S	Autostrada A20	11/07/2010
		12/07/2010
		13/07/2010
		14/07/2010
		15/07/2010
		16/07/2010
		17/07/2010
R_24_S	Salita Sperone serre	07/07/2010
R_25_S	Via S. Leonardi	08/07/2010
R_26_S	Via Comunale Camano	10/07/2010
R_27_S	Via Santa Maria	21/07/2010
R_28_S	Via Consolare Valeria – Via del Carmine	22/07/2010
R_30_S	Autostrada A20 Messina - Palermo	27/07/2010
		28/07/2010
		29/07/2010
		30/07/2010
		31/07/2010
		01/08/2010
		02/08/2010

Tabella 2.12 Punti monitoraggio rumore stradale Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Infrastrutture ferroviarie

La caratterizzazione delle emissioni delle linee ferroviarie è stata svolta nel mese di ottobre 2010 in due sezioni, la prima in località Contesse lungo la linea Messina – Catania, la seconda lungo la linea FS Messina – Palermo nel comune di Saponara (Tabella 2.13).

CODICE PUNTO	LOCALIZZAZIONE	ESEGUITO
R_23_S	Località Contesse s.n.c.	25/10/2010
R_F_Venetico	Linea FS Messina-Palermo – Viale Roma (Saponara)	25/10/2010

Tabella 2.13 Punti di monitoraggio rumore ferroviario Sicilia

Nella Figura 2.27 sono riportate la time history del rilievo fonometrico e di alcuni transiti ferroviari per il rilievo in località Contesse. Il leq di transito misurato è pari a 66.1 dBA e 58.8 dBA rispettivamente nel periodo di riferimento diurno e notturno.

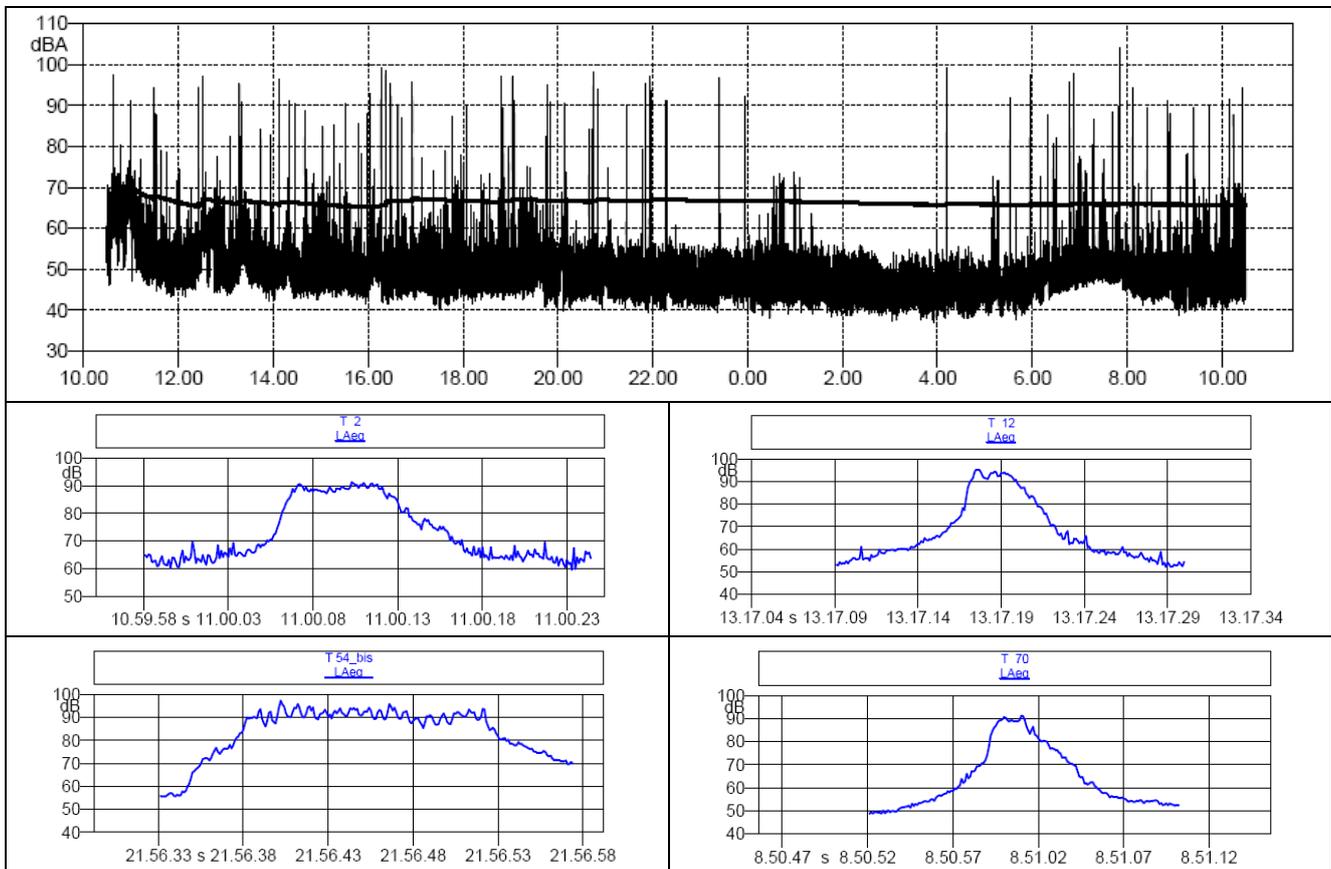


Figura 2.27

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nella Figura 2.28 sono riportate la time history del rilievo fonometrico e di alcuni transiti ferroviari per il rilievo in località Saponara. Il leq di transito misurato è pari a 59.8 dBA e 54.3 dBA rispettivamente nel periodo di riferimento diurno e notturno.

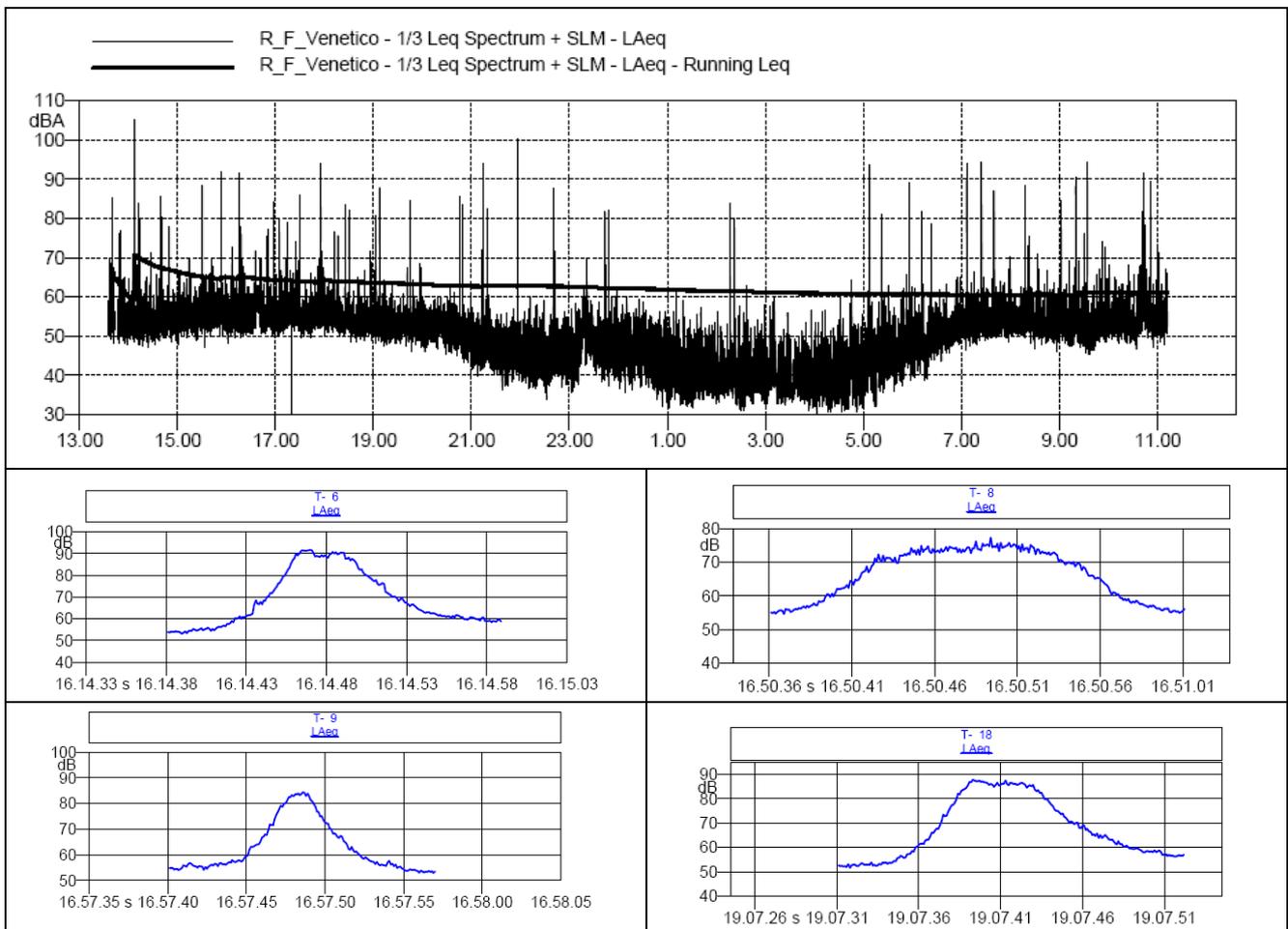


Figura 2.28

### 2.2.6 Rilievi di rumore ambientale

In occasione del SIA svolto nel 2002 sono state eseguite misure di rumore nel periodo 8 – 11 settembre 2002 in corrispondenza di 20 postazioni di misura, di cui 4 postazioni fisse e 16 punti di monitoraggio con tecnica di campionamento temporale. La campagna di monitoraggio ha avuto lo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

scopo di caratterizzare l'ante operam dal punto di vista delle sorgenti di rumore dominanti presenti sul territorio; caratterizzare le condizioni di esposizione nelle aree di maggior significato per il futuro impatto delle opere in progetto; caratterizzare le aree a massima sensibilità.

Nel seguito vengono riportate le localizzazioni delle suddette postazioni di misura e i valori di sintesi misurati, suddivise tra il versante Sicilia e il versante Calabria.

Sul versante Sicilia sono anche disponibili dati di fonte pubblica relativi alla rete di monitoraggio della città di Messina, redatta dall'ARPA Sicilia, ai sensi dell'accordo di programma siglato con l'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente e finalizzato all'attuazione della Azione b2 – Attività di controllo e monitoraggio ambientale – della misura 1.01 A del Complemento di Programmazione del POR Sicilia 2000-2006.

Viene riportata pertanto una sintesi di quanto estratto dal Rapporto Annuale per l'Anno 2009 redatto dal Dipartimento di Mobilità Urbana – Servizio di Monitoraggio Ambientale.

#### **2.2.6.1 Versante Calabria**

Le misure svolte in occasione del SIA del 2002 hanno riguardato 2 postazioni fisse e 6 punti di monitoraggio con tecnica di campionamento temporale.

La localizzazione e sintesi dei risultati è nella Tabella 2.14, i punti di misura sono stati riportati anche nelle tavole in scala 1:5000:

- CG0700PP5DGAMIAQ300000010
- CG0700PP5DGAMIAQ300000011
- CG0700PP5DGAMIAQ300000012
- CG0700PP5DGAMIAQ300000019
- CG0700PP5DGAMIAQ300000020
- CG0700PP5DGAMIAQ300000021

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PUNTO	LOCALIZZAZIONE	Leq(6-22) dBA	Leq(22-6) dBA	Leq(0-24) dBA
C-R1	Sig. Santacaterina – Via Sciarrone – Villa San Giovanni	63.6/61.8	59.4/58.3	62.6/60.9
C-R2	Sig. Mammoliti – Via Nazionale 29 – Villa S. Giovanni	63.4	57.5	62.2
C-R3	Via Torre Telegrafo – Villa San Giovanni	46.0	40.9	-
C-R4	Edificio scolastico – Via Piale – Villa San Giovanni	56.9	54.3	-
C-R5	Località Piale – Villa San Giovanni	64.7	56.6	-
C-R6	Via Spilinga, 80 – Villa San Giovanni	51.7	48.7	-
C-R7	Via Belvedere, Porticello – Villa San Giovanni	69.7/53.2	69.8/43.9	-
C-R8	Strada Statale Tirreno Inferiore N. 18, 1 – Scilla	66.8	67.3	-
<b>Note alle misure:</b>				

Tabella 2.14

I livelli di rumore sono legati non solo esclusivamente alla viabilità presente (Autostrada A3 Salerno – Reggio Calabria, Strada Statale Tirreno Inferiore N. 18, ecc.) ma anche ai transiti sulla linea ferroviaria Tirrenica inferiore. I livelli minimi pari a 46.0 dBA nel periodo diurno e a 40.9 dBA nel periodo notturno sono stati registrati nel punto C-R3 in posizione intermedia tra le due infrastrutture

principali presenti, quella autostradale e quella ferroviaria. Negli altri punti si registrano valori prossimi o superiori a 60 dBA anche nel periodo notturno.

Nell'ambito del SIA 2002 e successive integrazioni relativi ai rami di collegamento con la linea ferroviaria esistente (Fascio Bolano), non sono state svolte specifiche campagne di monitoraggio volte alla caratterizzazione acustica dello stato dell'ambiente.

#### 2.2.6.2 Versante Sicilia

Le misure svolte nel 2002 hanno riguardato 2 postazioni fisse e 10 punti di monitoraggio con tecnica di campionamento temporale..

La localizzazione e sintesi dei risultati è nella Tabella 2.15, i punti di misura sono stati riportati anche nelle tavole in scala 1:5000:

- CG0700PP5DGAMIAQ300000013
- CG0700PP5DGAMIAQ300000014

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- CG0700PP5DGAMIAQ300000015
- CG0700PP5DGAMIAQ300000016
- CG0700PP5DGAMIAQ300000017
- CG0700PP5DGAMIAQ300000018
- CG0700PP5DGAMIAQ300000022
- CG0700PP5DGAMIAQ300000023
- CG0700PP5DGAMIAQ300000024
- CG0700PP5DGAMIAQ300000025
- CG0700PP5DGAMIAQ300000026
- CG0700PP5DGAMIAQ300000027

PUNTO	LOCALIZZAZIONE	Leq(6-22) dBA	Leq(22-6) dBA	Leq(0-24) dBA
S-R1	Sig. Ricci – Via Torretta Torre Faro, 24 - Messina	52.0	44.3	50.4
S-R2	Lungo Lago Pantano Grande, 4 – Torre Faro – Mssina	60.6	62.4	-
S-R3	Panoramica dello Stretto, uscita Granatari - Messina	56.6	49.1	-
S-R4	Contrada Aranciarelle – Curcuraci - Messina	45.7	39.9	-
S-R5	Panoramica dello Stretto, uscita Loc. Pace – Messina	53.0	53.4	-
S-R6	Sig. Giannoccolo – Via SS Annunziata, 49 – Messina	63.1	57.8	62.0
S-R7	Edifici residenziali – Contrada Citola, 22 - Messina	64.1	61.4	-
S-R8	Complesso universitario, loc. Annunziata - Messina	42.4	39.9	-
S-R9	Cooperativa Sperone, loc. Annunziata - Messina	55.0	51.9	-
S-R10	Ed. residenziali – San Iachiddu, 49 loc. Baglio Messina	59.9	55.3	-
S-R11	Ricambi Orlando, Via S. Cecilia, 52 - Messina	67.4	55.8	-
S-R12	Viale Europa/Via Giuseppe Natoli - Messina	69.2	67.9	-
<b>Note alle misure:</b>				

Tabella 2.15

Nel territorio lato Sicilia interessato dal monitoraggio acustico sono stati misurati livelli di rumore variabili tra 42.4 e 69.2 dBA nel periodo di riferimento diurno (6-22) e tra 39.9 e 67.9 dBA nel periodo di riferimento notturno (22-6). Le sorgenti di rumore individuate sono quasi esclusivamente di origine stradale con unica eccezione rappresentata dal punto S-R11, localizzato nel centro di Messina nei pressi dello scalo ferroviario e dal punto S-R4, in località Aranciarelle, sede di attività

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

estrattive e di produzione bitumi. E' quindi nei punti localizzati in ambiti non attraversati da viabilità ordinaria o fuori dal tessuto urbano che si registrano i livelli più bassi anche inferiori a 50 e 40 dBA rispettivamente nel periodo diurno e notturno (area residenziale interna ai due Pantani, località Curcuraci, ecc.). Le zone adiacenti a viabilità importanti come la Panoramica dello Stretto, Via Santa Cecilia, Viale Europa, Viale Annunziata sono caratterizzate da livelli prossimi o superiori a 60 dBA anche nel periodo notturno.

Per quel che riguarda i dati di fonte pubblica relativi alla rete di monitoraggio della città di Messina, redatta dall'ARPA Sicilia, ai sensi dell'accordo di programma siglato con l'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente e finalizzato all'attuazione della Azione b2 – Attività di controllo e monitoraggio ambientale – della misura 1.01 A del Complemento di Programmazione del POR Sicilia 2000-2006, il rilevamento strumentale del rumore da traffico veicolare, eseguito dal Servizio di Monitoraggio Ambientale con l'ausilio di una rete fissa di misura e con centraline portatili, ha interessato nell'anno 2009 le seguenti strade urbane:

1. v.le Bocchetta- Ufficio Programmi complessi ex Scuola media d'Arte;
2. via La Farina – A.U.S.L. n. 5;
3. v.le della Libertà Sud – Istituto Statale d'Arte “Basile”;
4. v.le Europa - Ospedale “Piemonte”;
5. via Taormina- Caserma Ainis
6. via Bonino –Autoparco Comunale;
7. via Campo delle Vettovaglie – Palazzo Satellite;
8. via Garibaldi – Curia Arcivescovile;
9. via Celi (ex SS 114- Tremestieri) - Circoscrizione I;
10. via T. Cannizzaro – Ispettorato Dipartimento delle Foreste di Messina;
11. viale San Martino - Dipartimento Tributi del Comune di Messina;
12. v.le Libertà nord - Centralina qualità aria della Provincia di Messina;
13. via Garibaldi – Prefettura.

La strumentazione di misura è stata collocata negli stessi edifici e punti delle passate campagne di misura.

Nei siti n° 1 (v.le Bocchetta), n° 2 (via La Farina), n° 9 (via Celi- Tremestieri) e n° 12 (v.le della

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Libertà nord) il rilevamento del rumore è stato continuo a decorrere dal mese di marzo. La rete di monitoraggio continuo del rumore da traffico veicolare è stata implementata, dal mese di aprile, con la nuova centralina (sito n° 5) collocata presso la Caserma Ainis in via Taormina.

Per quel che concerne, invece, i rilievi fonometrici relativi alle altre postazioni sono state prese in considerazione, ai fini dell'elaborazione dei dati, solamente le settimane, all'interno dei rispettivi periodi di misura, caratterizzate da assenza di precipitazioni atmosferiche e da nulla o ridotta ventosità. Per tutte i siti di misura sono stati determinati gli indicatori acustici previsti dal D.M. 16.03.1998 "tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

In particolare, avendo rilevato il livello continuo equivalente ponderato A per ogni ora, è stato calcolato:

1. per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni, LAeqgiorno (tempo di riferimento dalle 06:00 alle 22:00) e notturni, LAeqnotte, (tempo di riferimento dalle 22:00 alle 06:00);
2. i valori, con un tempo di mediazione minimo di una settimana, diurni e notturni .
3. le curve distributive-cumulative.

E' stato calcolato, inoltre, per un periodo non inferiore alla settimana, il descrittore acustico Lden definito dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n° 194:

$$Lden = 10 \cdot \log(1/24 \cdot (14 \cdot 10^{L_{day}/10} + 2 \cdot 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{night}+10)/10}))$$

Per il viale Bocchetta, la via La Farina e la via Celi (ex SS114-Tremestieri), il segnale acustico è stato analizzato con maggiore dettaglio al fine di conoscere la distribuzione del rumore per intervalli orari relativa a giorni tipo, determinati utilizzando tutti i dati sperimentali rilevati.

In particolare le elaborazioni fanno riferimento ai tre giorni "tipo" seguenti suddivisi al loro interno in periodo diurno e notturno.

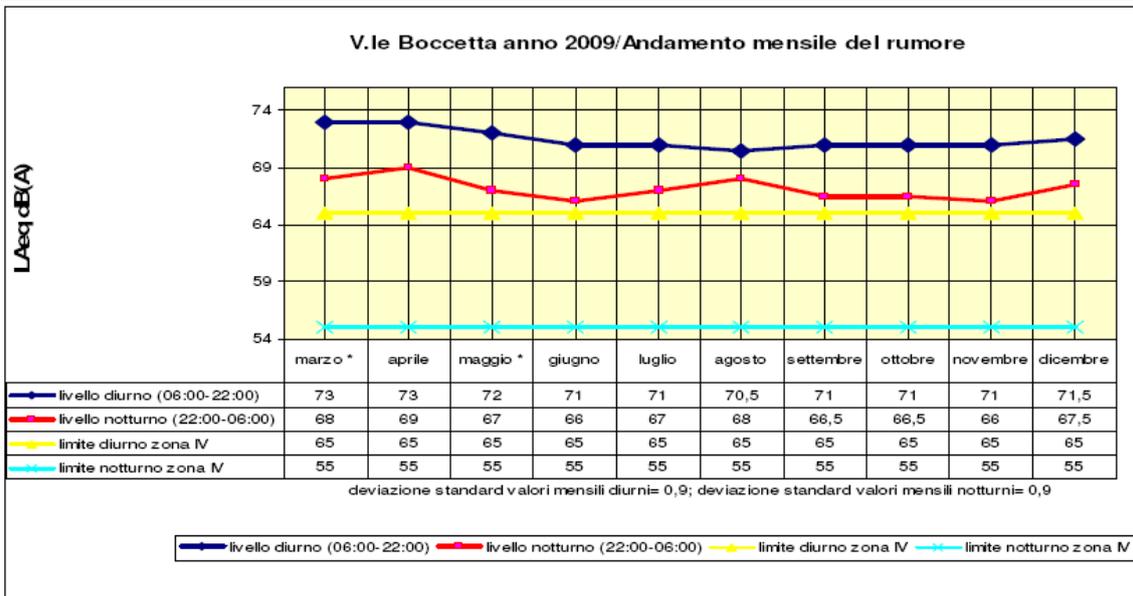
- 1°: giorno "tipo" feriale (da lunedì a venerdì).
- 2°: sabato "tipo".
- 3°: giorno "tipo" festivo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nelle Figure seguenti vengono riportati alcuni grafici tratti dal Rapporto anno 2009: per il viale Bocchetta si riportano anche gli andamenti della distribuzione mensile dei livelli rilevati, negli altri casi vengono invece riportati i dati di sintesi tutte le viabilità monitorate, a confronto delle diverse situazioni.

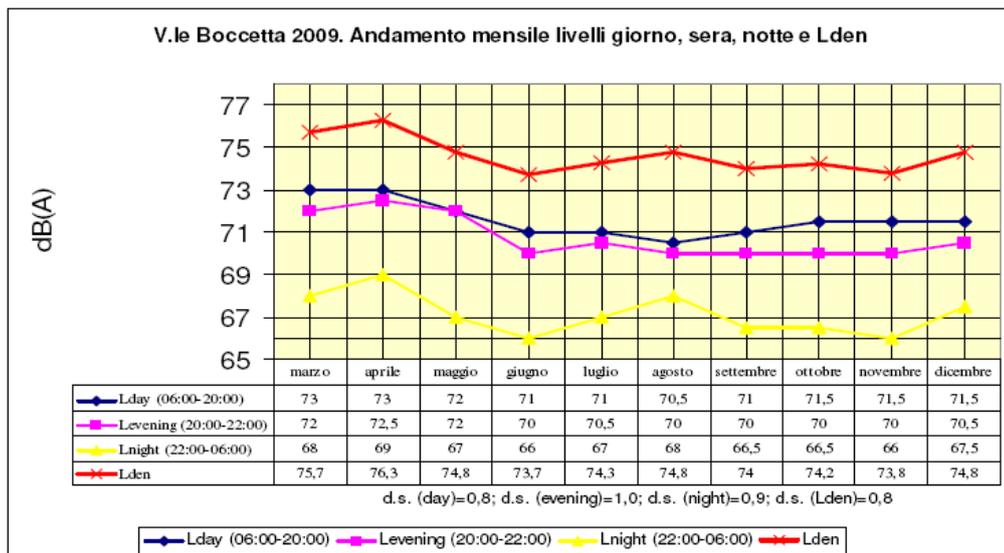
Il Rapporto sottolinea che gli alti livelli acustici misurati, con una maggiore rilevanza nel periodo notturno, confermano le notevoli criticità, illustrate nel rapporto relativo al 2008, di cui Messina soffre. In particolare si evidenzia quanto segue.

1. Le strade più rumorose risultano: via La Farina, via Celi-Tremestieri, via Taormina, via Garibaldi, viale Bocchetta e viale della Libertà.
2. Il transito dei mezzi pesanti condiziona, ancora, sensibilmente il traffico cittadino. In via La Farina, per esempio, come si evince dallo studio del segnale acustico, i livelli notturni (dalle 22:00 alle 06:00) oscillano dai 69 dB(A) del sabato tipo, ad i 67, 5 dB(A) del giorno festivo tipo (nei giorni feriali da lunedì a venerdì il livello è di 68,5 dBA). Nella fascia oraria 22:00-23:00, in concomitanza con gli sbarchi/imbarchi dal molo Norimberga, il livello non è mai inferiore (inclusi i giorni festivi) a 71 dB(A), con una punta di 72 dB(A) del sabato tipo. L'influenza del molo Norimberga si desume anche dalla sensibile differenza tra i valori misurati in via La Farina e quelli riscontrati in via C. delle Vettovaglie.
3. Si registra, infine, una diminuzione dei livelli di rumorosità, rispetto al 2008, nel viale Bocchetta, nel viale S. Martino (solo nel valore notturno), ed in misura minore nel viale Europa. Nel viale Bocchetta la suddetta diminuzione è imputabile al rifacimento del manto stradale ed alla chiusura, per i mezzi pesanti, della rampa di accesso allo svincolo autostradale.



**Livello diurno mensile più alto:** 73 dB(A), rilevato nei mesi di marzo ed aprile.

**Livello notturno mensile più alto:** 69 dB(A), rilevato nel mese di aprile.



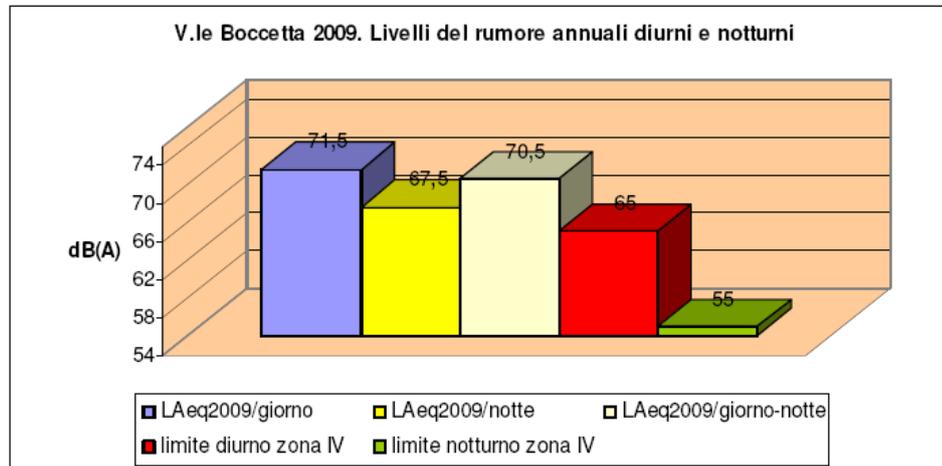
**Livello giornaliero mensile più alto:** 73 dB(A), rilevato nei mesi di marzo ed aprile.

**Livello serale mensile più alto:** 72,5 dB(A), rilevato nel mese di aprile.

**Livello notturno mensile più alto:** 69 dB(A), rilevato nel mese di aprile.

**Lden mensile più alto:** 76,3 dB(A), rilevato nel mese di aprile.

Figura 2.29 Livelli di rumore mensili VIALE BOCCETTA



$\Delta$ giorno (livello misurato – limite diurno)= 6,5 dB(A).  
 $\Delta$ notte (livello misurato – limite notturno)= 12,5 dB(A).

*Dipartimento Mobilità Urbana – Servizio di Monitoraggio Ambientale*

Figura 2.30 Livelli di rumore riferiti all'anno 2009 VIALE BOCCETTA

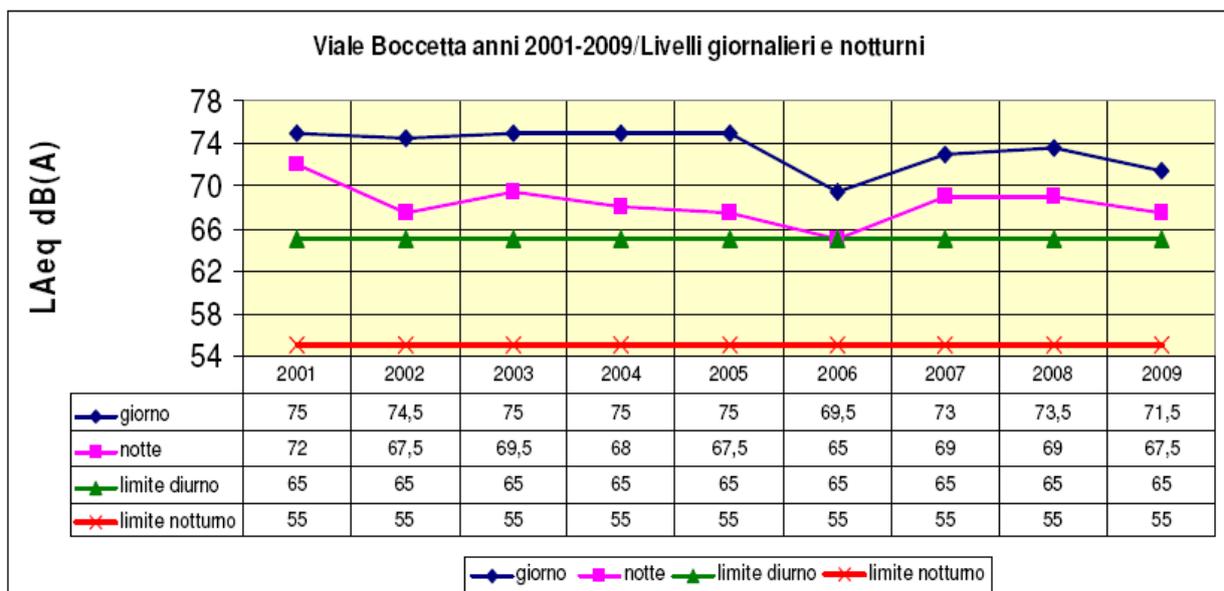


Figura 2.31 Confronto con gli anni precedenti VIALE BOCCETTA

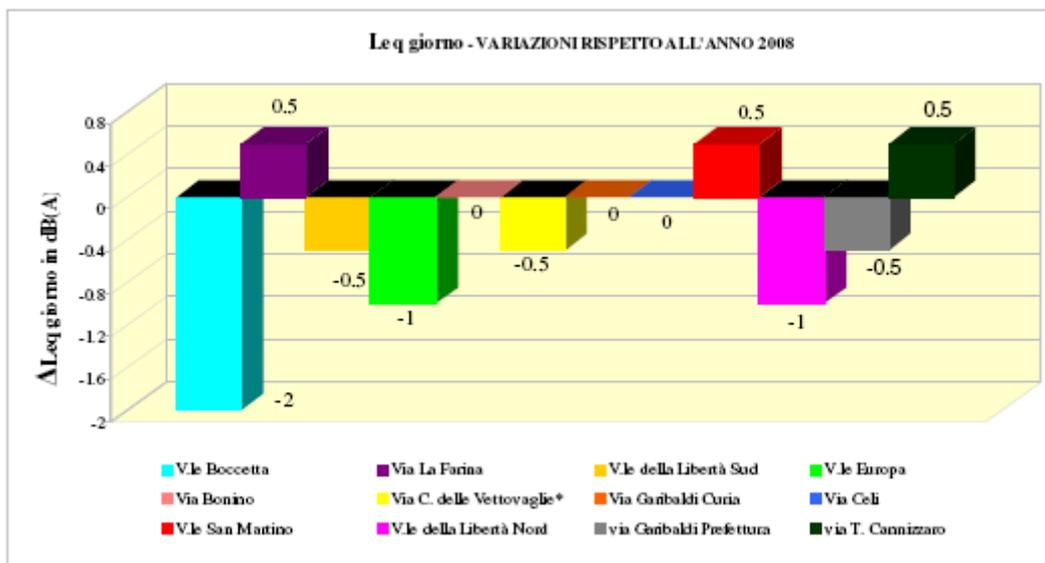
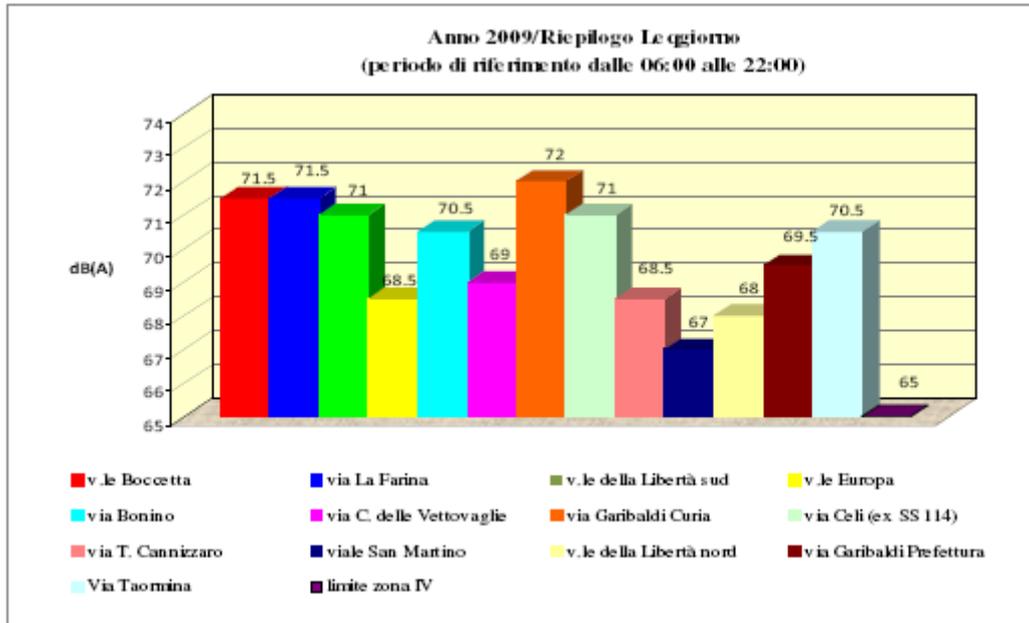


Figura 2.32 Sintesi Livelli diurni nei viali cittadini

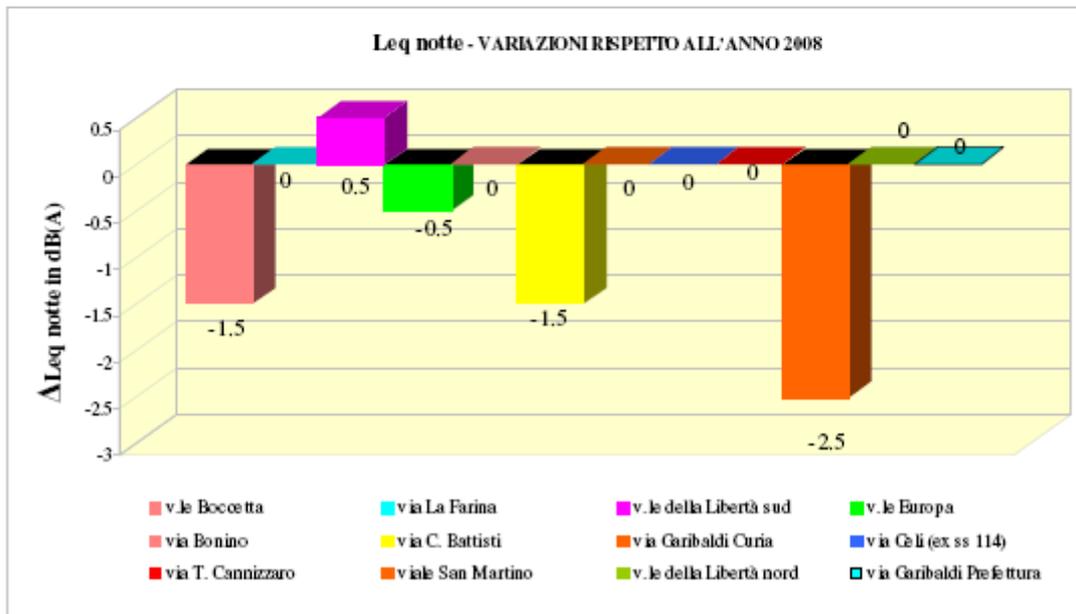
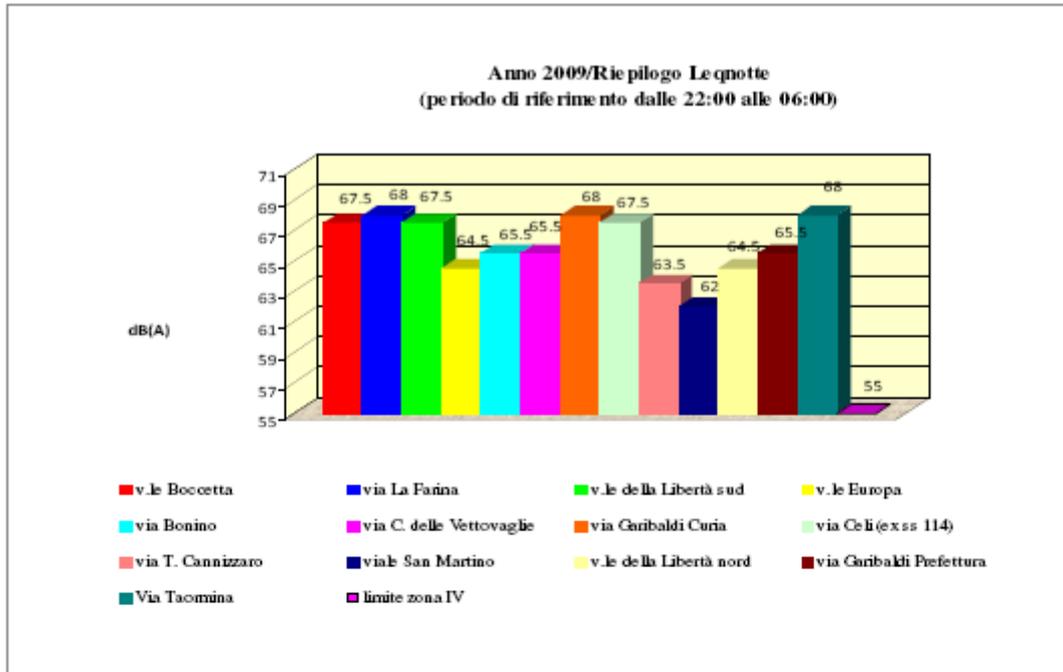
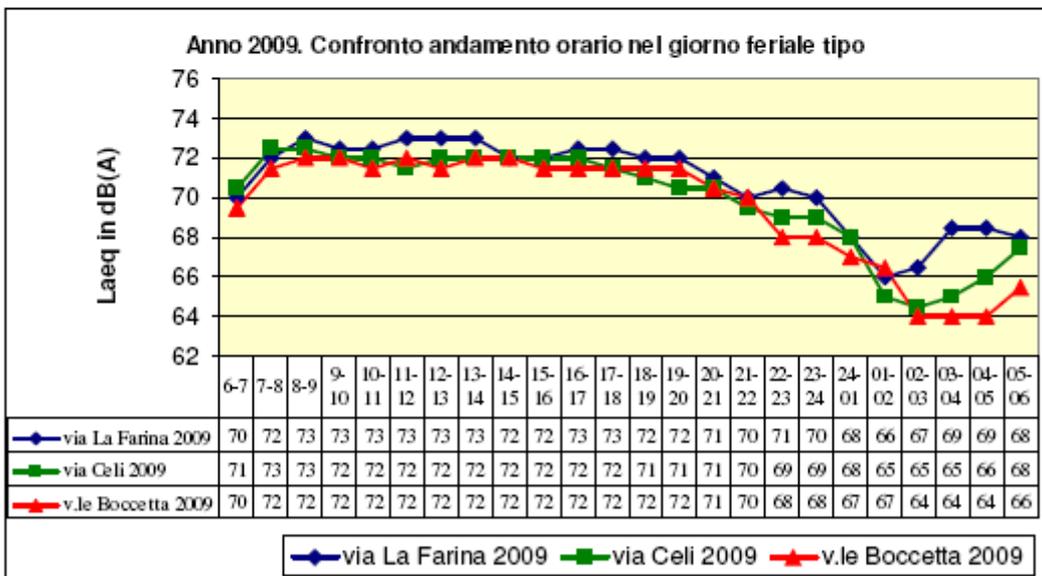
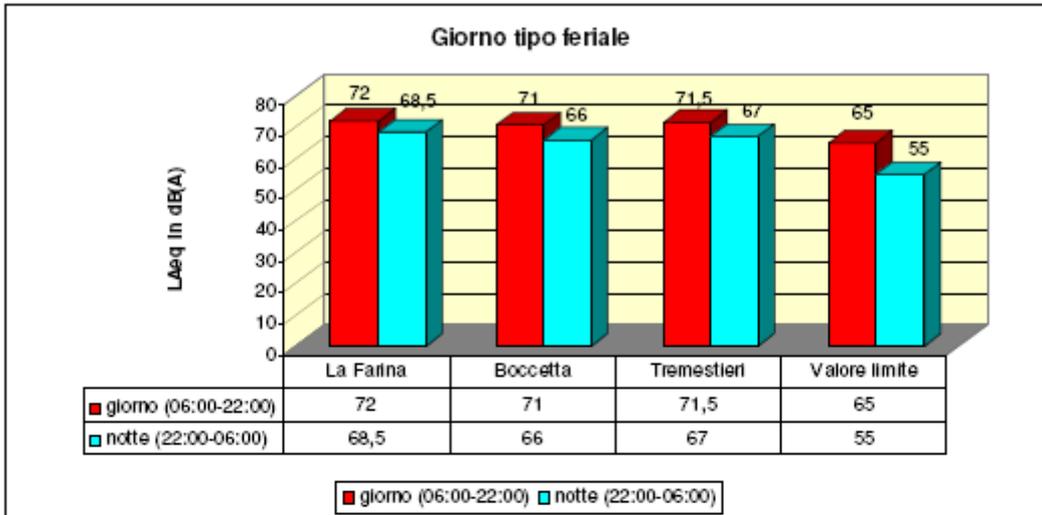


Figura 2.33 Sintesi Livelli notturni nei viali cittadini

- *Giorno feriale tipo (da lunedì a venerdì):*



Via La Farina è la strada più rumorosa sia nel periodo diurno che, con maggiore rilevanza, in quello notturno con una punta di 71 dB(A) nella fascia oraria 22-23 dB(A).

Figura 2.34 Confronto tra le strade GIORNO FERIALE TIPO

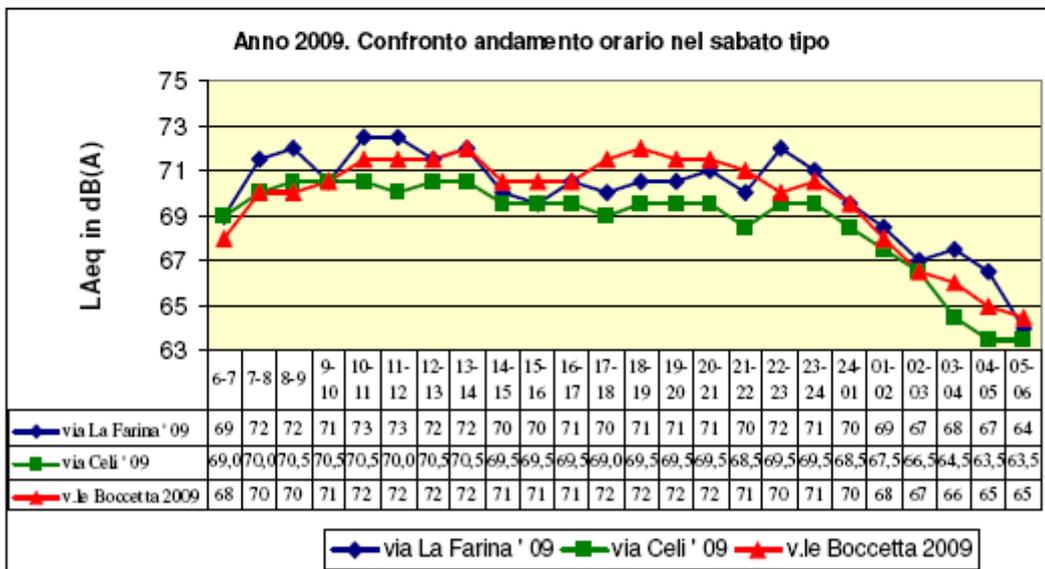
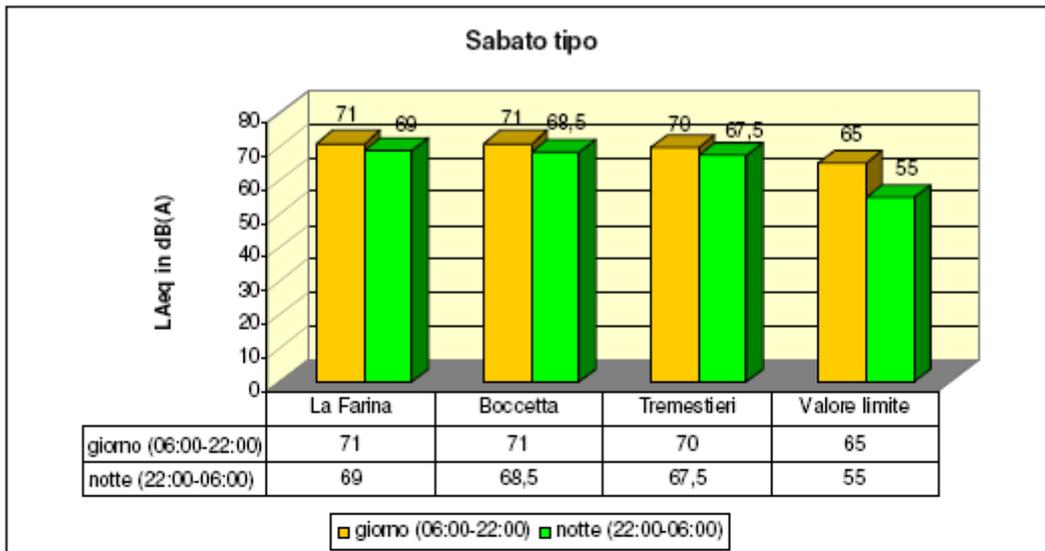


Figura 2.35 Confronto tra le strade SABATO TIPO

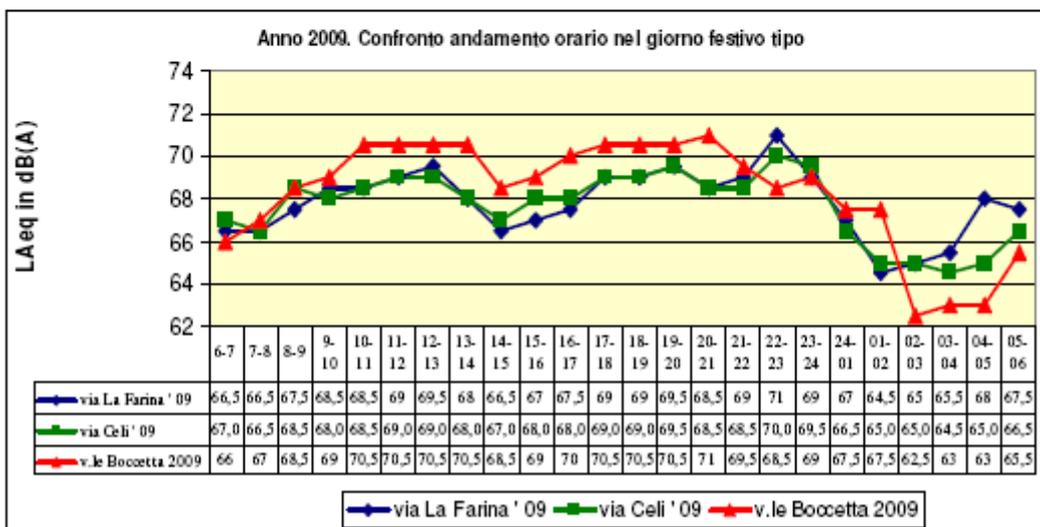
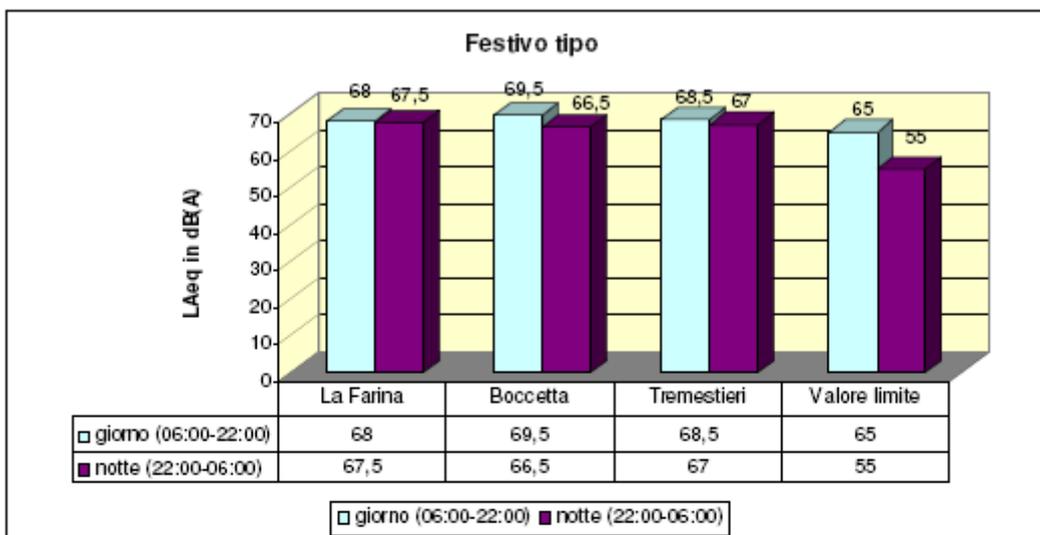


Figura 2.36 Confronto tra le strade GIORNO FESTIVO TIPO

### 2.2.7 Mappatura di clima acustico

La mappatura di clima acustico è stata realizzata all'interno di un ambito spaziale di ampiezza complessiva minima 2 km, esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato stradale o dal binario della linea ferroviaria fuori terra in progetto e per 500 m dal perimetro delle aree di cantiere.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

All'interno di questo corridoio di area vasta il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, le tipologie di copertura superficiale del terreno, la presenza di schermature alla propagazione del rumore, le caratteristiche meteorologiche locali e i livelli di potenza sonora delle singole sorgenti. Le misure di rumore stradale e ferroviario orientate alle emissioni e descritte nei capitoli precedenti hanno permesso la taratura dei livelli di potenza acustica assegnati ai modelli previsionali NMPB96 e RMR2002. Per maggiori dettagli in merito ai modelli previsionali si rimanda ai capitoli 3.4 e 3.5.

I calcoli acustici sono stati svolti utilizzando i seguenti parametri:

- Riflessioni: vengono considerate, quando richiesto dai calcoli, riflessioni del 2° ordine sulle superfici riflettenti.
- Raggio di ricerca delle sorgenti: 1000 m.
- Angolo di ricerca delle sorgenti: 360°.
- Incremento angolare: 1°.
- Diffrazione: è abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale.
- Calcolo di mappe isofoniche in pianta: maglia quadrata a passo 15x15 m in presenza di ostacoli, 60x60 m in campo libero con metodo di calcolo grid noise map.
- Condizioni meteo: definite dalle rose di propagazioni locali.

La mappatura al continuo presenta la distribuzione delle isolivello di livello equivalente in periodo diurno 6-22 e notturno 22-6 all'altezza standard di 4 m di altezza dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dBA conforme alla UNI 9884.

Questa "fotografia" dell'ambiente sonoro ante operam subirà nel tempo variazioni, transitorie per quanto riguarda il corso d'opera, e viceversa permanenti in fase di esercizio del Ponte sullo Stretto di Messina. Le variazioni in corso d'opera conseguono all'introduzione nella rete viaria pubblica del traffico di cantiere e dalle interazioni fisiche, chiusure, modifiche in sede, interferenze, ecc. delle opere con la rete di trasporto. Le conseguenze riguardano sia i volumi in transito sia le velocità medie di percorrenza. La deviazione della linea ferroviaria in località Cannitello, in fase di realizzazione, è un primo processo in atto che potrà determinare effetti significativi sul clima acustico del "water front" residenziale e turistico.

Le variazioni in esercizio sono viceversa diretta conseguenza di una più generale trasformazione e ottimizzazione della mobilità locale e di lunga percorrenza.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Un ultimo fattore in grado di determinare dinamiche positive rispetto al clima acustico ante operam è rappresentato dall'attuazione dei Piani di Risanamento Acustico in carico ai gestori di infrastrutture di trasporto pubblico, In tal senso è necessario ricordare che:

- **Autostrade per l'Italia** ha presentato il piano per la A3 Salerno-Reggio Calabria
- **ANAS** ha presentato dopo molti solleciti un piano stralcio in cui prevede l'applicazione anticipata di pavimentazioni fonoassorbenti su 5000 km di strade;
- Il **Comitato Tecnico Operativo Congiunto CTOC** discendente da un protocollo di intesa stipulato da M.A.-Gruppo FS ha ottenuto nel 2004 l'intesa in Conferenza Unificata sul primo stralcio quadriennale 2004-2008. Nel 2009 RFI ha presentato l'aggiornamento del piano degli interventi previsti nel 2009-2012. E' stata avviata l'istruttoria tecnica di valutazione da parte del M.A.

### 2.2.7.1 Versante Calabria

Le tavole grafiche in scala 1:5000 nel seguito elencate presentano i risultati delle simulazioni.

Tracc stradale e ferroviario-Calabria- Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 1/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   10
Tracc stradale e ferroviario-Calabria- Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 2/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   11
Tracc stradale e ferroviario-Calabria- Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 3/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   12
Tracc stradale e ferroviario-Calabria- Mapp clima acustico ante opera notturno Leq22-6-Tav. 1/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   19
Tracc stradale e ferroviario-Calabria- Mapp clima acustico ante opera notturno Leq22-6-Tav. 2/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   20
Tracc stradale e ferroviario-Calabria- Mapp clima acustico ante opera notturno Leq22-6-Tav. 3/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   21

Nella Figura 2.37 e Figura 2.38 sono riportati alcuni stralci esemplificativi delle suddette tavole. Le aree più rumorose sono quelle circostanti il tracciato autostradale e le viabilità più significative, quali la SS18 Via Nazionale e le viabilità di accesso allo scalo marittimo e ferroviario di Villa San

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Giovanni. In questi ambiti si constatano livelli prossimi a 70 dBA nel periodo diurno e a 65 dBA nel periodo notturno. Le zone caratterizzate dai livelli minimi di rumore sono riscontrabili nelle aree interne a viabilità più prettamente locale con traffico discontinuo, con livelli di rumore inferiori a 45-50 dBA. Il corridoio interessato dalle opere di progetto è caratterizzato pertanto da un clima acustico ampiamente differenziato in relazione alla distanza e alla sovrapposizione delle sorgenti di rumore stradale e ferroviario.

L'ambito di Bolano (Figura 2.39) è caratterizzato da livelli di rumore significativi determinati dalla sorgente autostradale, dallo svincolo di Villa San Giovanni, dalla strada statale e dalla linea ferroviaria Salerno-Reggio Calabria. Sugli edifici più esposti alle suddette sorgenti si stimano livelli compresi generalmente tra 60 e 65 dBA in periodo notturno.

Nella Figura 2.40 si riporta la distribuzione statistica dei livelli di clima acustico per il periodo diurno e per quello notturno calcolati sugli edifici inclusi nell'ambito di studio della infrastruttura stradale in progetto. La classe di rumore più diffusa in entrambi i periodi di riferimento è quella dei livelli compresi tra 45 e 50 dBA, alla pari con la classe dei livelli compresi tra 50 e 55 dBA limitatamente al periodo diurno. Si evidenzia una riduzione di occorrenza dei livelli più alti dal periodo diurno al periodo notturno, a fronte di un incremento dei livelli medio-bassi.

Stessa tipologia di distribuzione è evidenziata dalla suddivisione in classi per gli edifici nell'ambito di studio della Linea FS in progetto, riportata in Figura 2.41.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

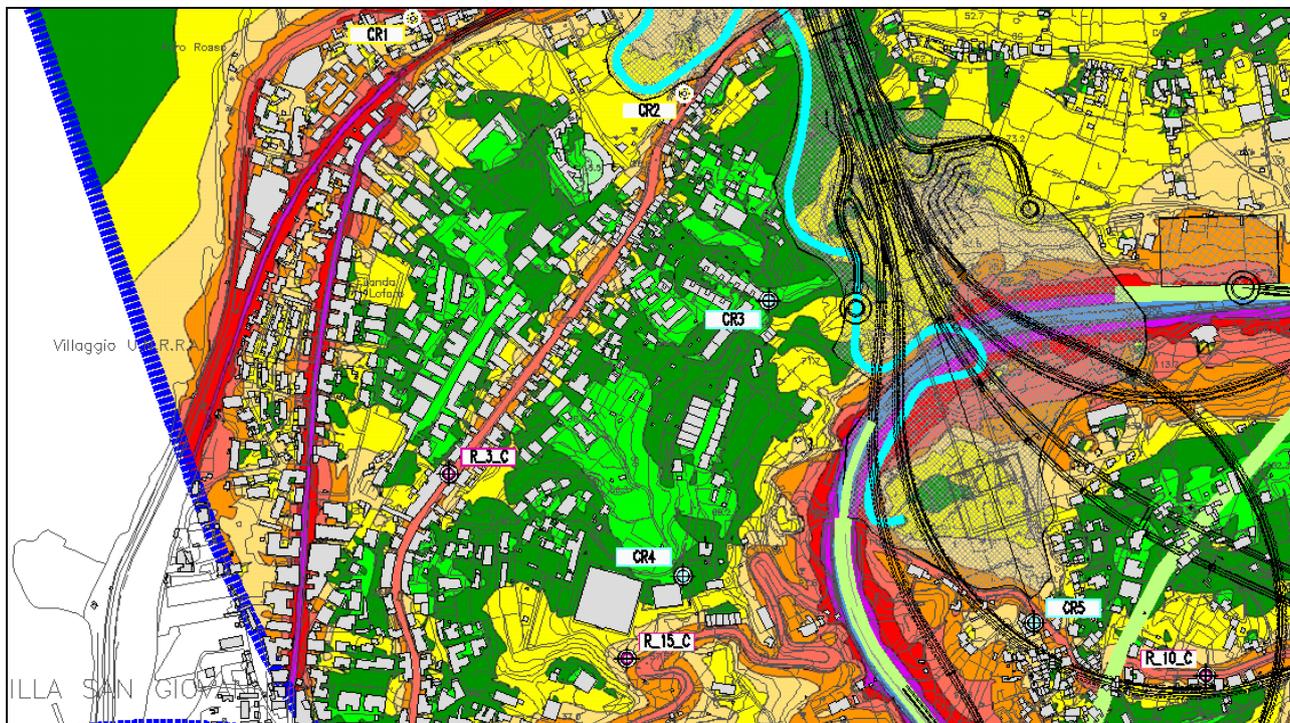


Figura 2.37 Clima acustico Periodo Diurno



Figura 2.38 Clima acustico Periodo Notturno

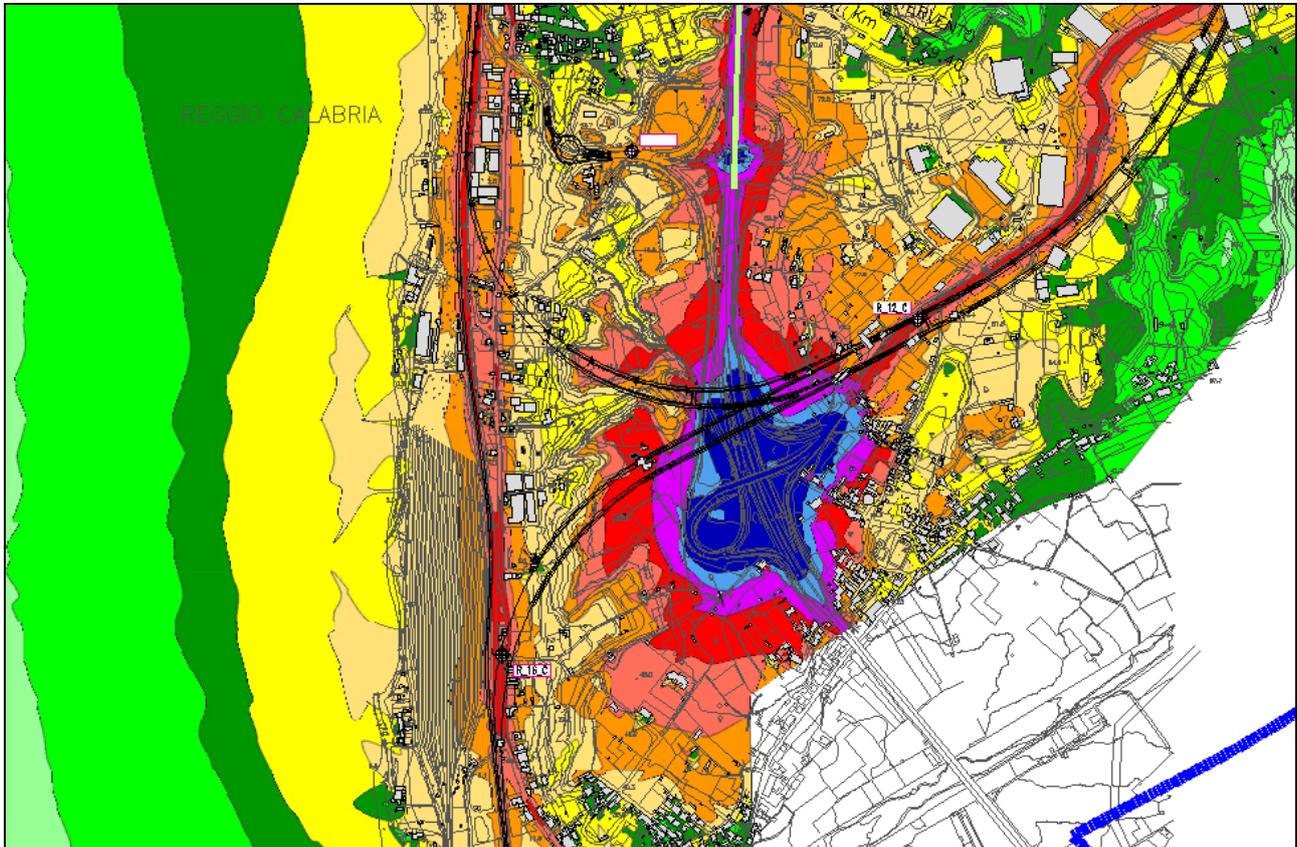


Figura 2.39 Clima acustico Periodo Notturno Bolano

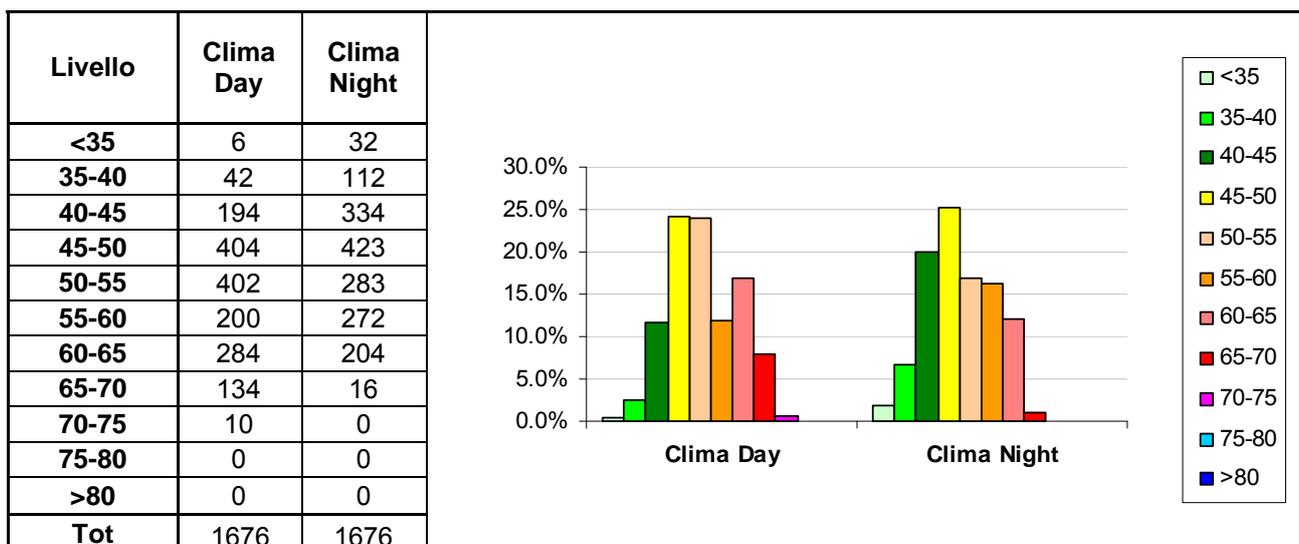


Figura 2.40 Clima acustico corridoio stradale in progetto (Punti di calcolo su edifici entro i 500 m)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
		<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc

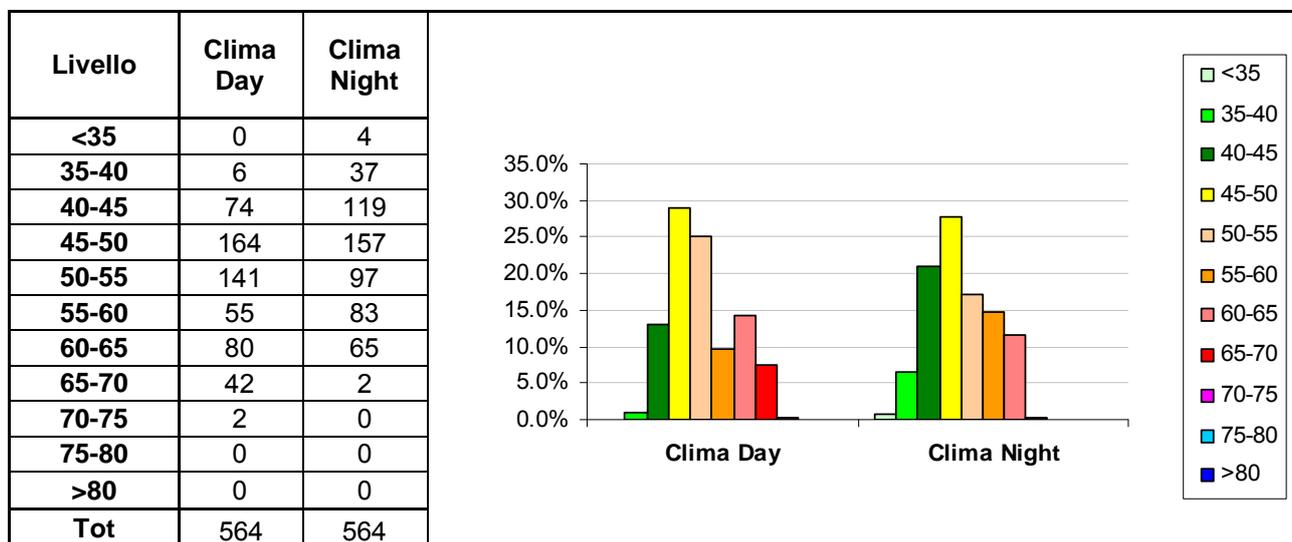


Figura 2.41 Clima acustico corridoio ferroviario in progetto (Punti di calcolo su edifici entro i 500 m)

### 2.2.7.2 Versante Sicilia

Le tavole grafiche in scala 1:5000 nel seguito elencate presentano i risultati delle simulazioni.

Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 1/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 13
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 2/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 14
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 3/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 15
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 4/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 16
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 5/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 17
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq6-22-Tav. 6/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 18
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq22-6-Tav. 1/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 22
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq22-6-Tav. 2/6	CG0700 P P5 D G AM IA Q3 00 00 00 23

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq22- 6-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   24
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq22- 6-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   25
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq22- 6-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   26
Tracc stradale e ferroviario-Sicilia-Mapp clima acustico ante opera diurno Leq22- 6-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   27

La mappatura di clima acustico evidenzia che la situazione di rumorosità attuale, per effetto del traffico sulla viabilità locale, è caratterizzata da livelli di rumorosità dell'ordine di 60-65 dBA a Pantano Grande e 50-55 dBA a Pantano Piccolo (Figura 2.42)

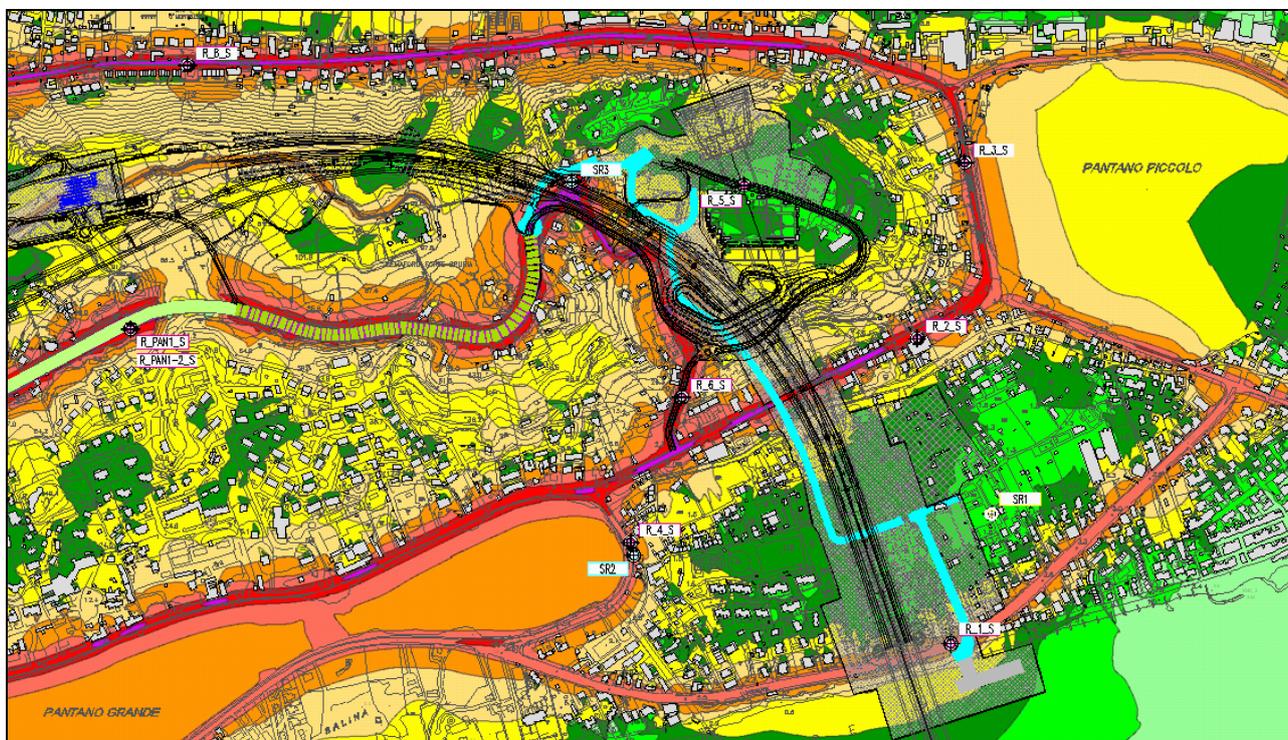


Figura 2.42 Clima acustico Periodo Diurno



Figura 2.43 Clima acustico Periodo Notturno

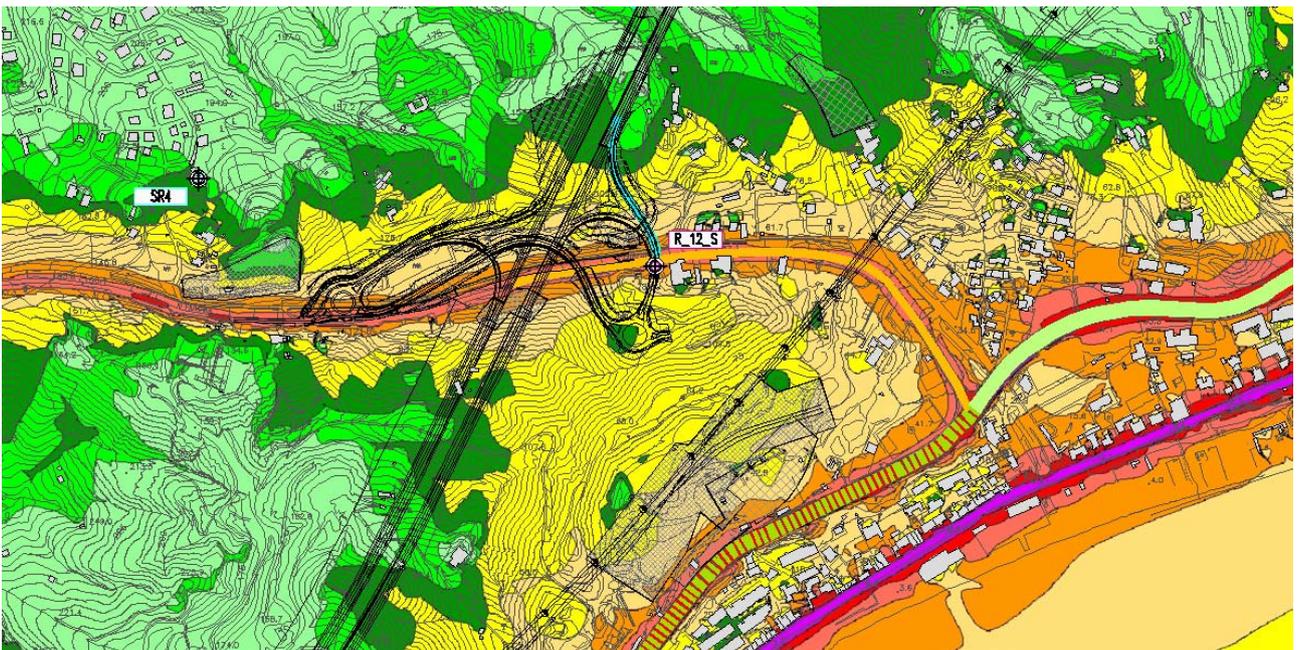


Figura 2.44 Clima acustico Svincolo Curcuraci Periodo Notturno



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La distribuzione statistica dei livelli di clima acustico, calcolati sugli edifici inclusi nell'ambito di studio della infrastruttura stradale in progetto, evidenzia che la classe di rumore più diffusa nel periodo di riferimento diurno è quella dei livelli compresi tra 50 e 55 dBA, seguita dalla classe inferiore (45-50 dBA), che risulta la classe di rumore prevalente nel periodo notturno (Figura 2.47). Per l'ambito della Linea FS in progetto invece è documentata una distribuzione delle classi più uniforme, con percentuali più alte anche per le classi dei livelli superiori a 70 dBA (Figura 2.48).

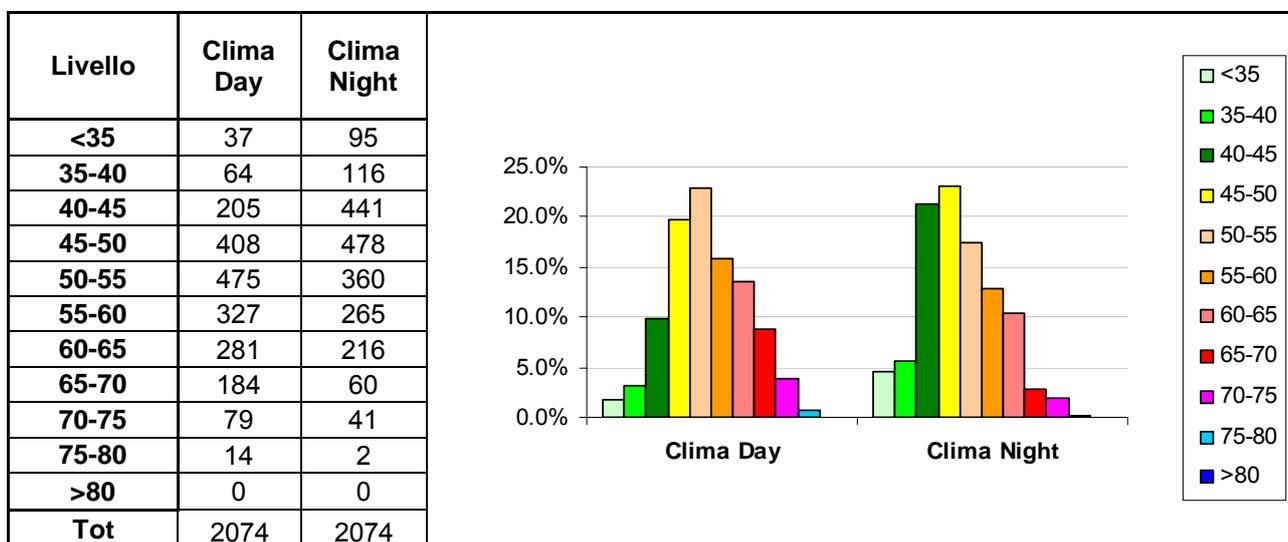


Figura 2.47 Clima acustico corridoio stradale in progetto (Punti di calcolo su edifici entro i 500 m)

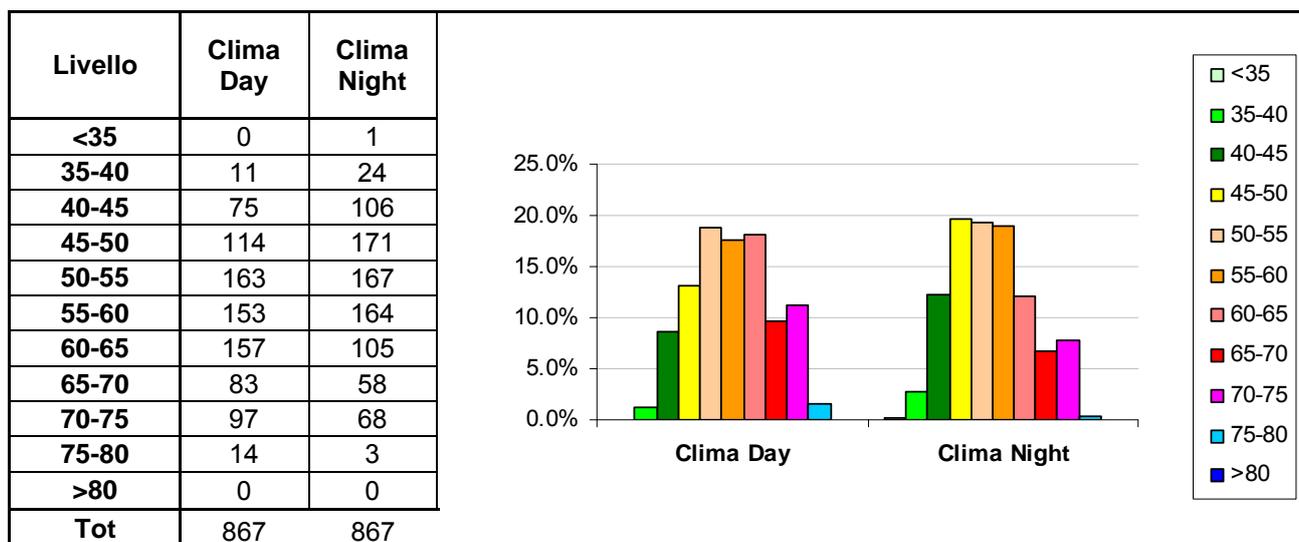


Figura 2.48 Clima acustico corridoio ferroviario in progetto (Punti di calcolo su edifici entro i 500 m)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2.3 Sensibilità ambientale

La sensibilità del territorio al rumore si compone di una componente antropica, legata alla fruizione uditiva umana del paesaggio sonoro, e di una componente biotica legata alle esperienze uditive della fauna selvatica terrestre e marina.

La legislazione nazionale fornisce un quadro di riferimento adatto alla considerazione della componente di sensibilità uditiva umana mentre nessun riferimento utile viene di fatto fornito per quanto riguarda la sensibilità biotica.

Nello studio in oggetto questa visione antropocentrica è stata attenuata con l'introduzione di specifiche attenzione alla componente biotica terrestre (avifauna) e marina (cetacei), con la consapevolezza che il tema è importante ma al tempo stesso estremamente complesso.

Le tavole di sensibilità al rumore in scala 1:10.000 sottolineano questa doppia chiave di lettura.

La sensibilità antropica è strettamente correlata alla classificazione acustica comunale e, quindi, a tutti gli indicatori di stato attuale che permettono il classamento ai sensi del DPCM 14.11.1997 (ricettori la cui fruizione richiede condizioni di quiete, densità di popolazione residente, densità attività economiche produttive e industriali, tipologia di traffico veicolare, ecc.):

Sensibilità molto alta:	Aree particolarmente protette
Sensibilità alta:	Aree prevalentemente residenziali
Sensibilità media:	Aree di tipo misto
Sensibilità bassa:	Aree di intensa attività umana
Sensibilità molto bassa:	Aree prevalentemente o esclusivamente industriali

L'associazione della sensibilità nelle tavole degli impatti considera l'insieme delle situazioni che si presentano all'interno dell'ambito di pressione delle opere in progetto e rappresenta pertanto una valutazione "media".

La sensibilità biotica terrestre è assunta considerando le aree di vincolo naturalistico SIC e ZPS. La localizzazione di queste aree di vincolo naturalistico, assunte come testimonianza di sensibilità ambientale alta, attribuiscono di fatto al territorio una sensibilità distribuita perlopiù omogeneamente all'interno dell'area di studio.

Per quanto attiene alla sensibilità biotica in ambiente marino, l'indicatore assunto nella mappatura

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

è la batimetria. La profondità dei fondali è infatti correlata all'habitat caratteristico dei cetacei e all'impatto potenziale delle sorgenti di rumore in fase di cantiere: minore è la profondità dei fondali, minore è la sensibilità dell'ambiente marino:

Sensibilità molto alta:	profondità > 200 m (zona batiale)
Sensibilità alta:	profondità 100-200 m (zona litoranea)
Sensibilità media:	profondità 50-100 m (zona litoranea)
Sensibilità bassa:	profondità 10-50 m
Sensibilità molto bassa:	profondità < 10 m (zona intercotidale)

La sensibilità diminuisce al diminuire della profondità in considerazione del fatto che l'intensità del fenomeni di propagazione del rumore risulta attenuata dalle riflessioni multiple che intervengono tra la superficie dell'acqua e il fondale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3 Quadro di riferimento previsionale

#### 3.1 Descrizione del modello Soundplan

Per la simulazione del clima acustico ante operam e, successivamente, nelle previsioni di impatto stradale e ferroviario, è stato utilizzato il software commerciale SoundPLAN versione 7.0 sviluppato da Braunstein + Berndt GmbH. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, le tipologie di copertura superficiale del terreno, la presenza di schermature alla propagazione del rumore, le caratteristiche meteorologiche locali e i livelli di potenza sonora delle singole sorgenti. La procedura di simulazione è la parte centrale e più delicata dello studio acustico presentandosi la necessità di gestire informazioni provenienti da fonti diverse. E' stato pertanto necessario:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DTM Digital Terrain Model" esteso a tutto l'ambito di studio del tracciato autostradale in progetto;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato "DBM Digital Building Model", che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno e gli edifici;
- definire i dati di taratura da assegnare alle linee di emissione.

In particolare il modello geometrico 3D contiene:

- morfologia del territorio;
- tutti i fabbricati di qualsiasi destinazione d'uso, sia quelli considerati ricettori sia quelli considerati in termini di ostacolo alla propagazione del rumore;
- altri eventuali ostacoli significativi per la propagazione del rumore;
- cigli marginali delle infrastrutture stradali e ferroviarie.

Per una migliore gestione dei dati di ingresso e di uscita dal modello di calcolo Soundplan sono stati definiti e utilizzati dei protocolli di interscambio dati con un GIS ("Geographical Information System").

Per Fascio Bolano le stime di impatto sono basate sui risultati dello Studio di Impatto Ambientale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

predisposto per il progetto preliminare nel 2002.

### 3.2 Interfacciamento GIS-Soundplan

Il GIS (“Geographical Information System”) è un sistema informatico per la gestione dei dati georeferenziati, ossia di quelle entità fisiche alle quali è possibile associare un attributo che ne individua la posizione geografica. Il GIS è lo strumento attraverso il quale si è proceduto alla elaborazione della cartografia di base, all’archiviazione dei dati sulle destinazioni d’uso dei ricettori, alla definizione dei punti di massima esposizione, alla produzione delle tavole grafiche, ecc.

La cartografia di base è stata georeferenziata in coordinate rettilinee PONTE, utilizzando gli strumenti di proiezione cartografica di ArcGIS. Nella cartografia, ad ogni entità poligonale rappresentante un edificio, sono state associate tutte le informazioni che contraddistinguono l’edificio stesso nella realtà. Tra queste le più importanti sono la destinazione d’uso e altezza. Altre informazioni più complesse possono essere gestite o calcolate mediante gli strumenti messi a disposizione dal GIS, tra queste ad esempio l’identificazione dei punti di massima esposizione, la verifica delle facciate prime di finestre, la presenza di facciate silenziose, ecc.

L’interfacciamento e lo scambio dei dati con il modello previsionale Soundplan è stato reso possibile dall’uso di GEODATABASE, una tecnologia introdotta da ESRI a partire dalla versione 8.0 del software ArcGIS, che consente di memorizzare in tradizionali database relazionali non solo informazioni alfanumeriche ma anche informazioni geometriche, così come avviene in normali file CAD.

Il GEODATABASE consente di superare i limiti imposti dai file SHAPE (file di riferimento per quanto riguarda lo standard GIS) potendo usufruire appieno delle potenzialità di un database relazionale. In tal modo il GEODATABASE risulta accessibile anche da normali RDBMS (Relation Database Management System) o da software capaci di interfacciarsi con essi, come nel caso del modello previsionale SoundPLAN utilizzato per la mappatura acustica.

Questo modo di procedere, caratterizzato da un accentramento di tutti i dati in un unico sistema informatico, ha consentito di evitare una duplicazione delle informazioni e di eliminare questa tipica causa di errori.

Infine, i risultati dei calcoli previsionali svolti da SoundPLAN (curve isolivello, mappe di rumore, livelli sulle facciate dei ricettori, ecc.) sono stati esportati su GIS dove è avvenuta la fase finale di analisi e la realizzazione delle mappe di rumore.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.3 Metodo di verifica della concorsualità

#### 3.3.1 Presupposti di riferimento

La progettazione degli interventi di mitigazione di nuove infrastrutture di trasporto, o il risanamento di tracciati esistenti, deve essere basato sulla preventiva definizione e mappatura dei limiti di rumorosità applicabili al territorio dai quali derivano gli obiettivi di mitigazione assunti come riferimento dal progetto acustico.

La corretta applicazione della normativa nazionale sul rumore impone di considerare, in fase di definizione degli obiettivi di mitigazione, tre riferimenti:

- DPCM 14/11/1997, per quanto riguarda la classificazione acustica attuata dai Comuni territorialmente interessati dall'ambito di studio.
- DPR142/2004 e DPR459/1998 per quanto riguarda le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare e ferroviario a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (fasce di pertinenza, limiti di immissione.)
- DM 29.11.2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" per quanto riguarda le modalità di risanamento e la considerazione della concorsualità tra infrastrutture esistenti.

La mappatura dei limiti di rumorosità del territorio rappresenta lo strumento principe per visualizzare in modo sovrapposto sullo stesso "layer" le volontà di pianificazione acustica del territorio espresse alla scala locale dalle amministrazioni comunali e le volontà espresse dalle politiche di indirizzo nazionale. Questa mappatura deve essere realizzata in scala 1:10.000 in fase di PP e 1:5000 in fase di PE all'interno di un ambito spaziale di 500 m per lato dalle infrastrutture . Vengono nel seguito riportati gli obiettivi di protezione acustica del territorio in funzione della distanza dei ricettori dai tracciati delle infrastrutture.

##### 3.3.1.1 Ricettori fuori fascia di pertinenza

Esternamente alle fasce di pertinenza individuate dal DPR 142/2004 e DPR 459/1998, sono applicabili i limiti di zona associati alle classificazione acustica comunale. Gli interventi di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

mitigazione devono tendere al raggiungimento dei limiti di emissione al fine di concedere al territorio una capacità di carico residua rispetto ai limiti assoluti di immissione.

La notevole distanza dalle infrastrutture rende di fatto poco praticabile, per motivi di carattere tecnico, economico e ambientale, un intervento di mitigazione destinato in modo esclusivo ai ricettori fuori fascia.

I ricettori sensibili fuori fascia, entro una distanza massima di 500 m dal tracciato, rappresentano dei punti di attenzione rispetto ai quali il progetto acustico pone le massime attenzioni al fine di perseguire il rispetto dei valori limite diurni e/o notturni..

Nel caso di ricettori fuori fascia di pertinenza dell'infrastruttura stradale o ferroviaria in progetto occorre tener presente che non devono essere considerate eventuali infrastrutture rispetto alle quali il ricettore ricade all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. Tale assunzione deriva da quanto riportato nell'Art. 3 del DPCM 14.11.1997 in cui si dice che "per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, ... i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate nei relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione".

La concorsualità al di fuori delle fasce di pertinenza deve viceversa esaminare, qualora significative, eventuali "altre sorgenti" quali ad esempio le aree industriali. Nel caso in cui l'area industriale non è a ciclo continuo si può ragionevolmente omettere di considerare la concorsualità nel periodo notturno.

### **3.3.1.2 Ricettori interni alle fasce di pertinenza, in assenza di sorgenti concorsuali**

Gli obiettivi di protezione acustica del territorio sono rappresentati dai valori limite di immissione indicati all'interno delle fasce di pertinenza, per il periodo diurno e notturno, dal DPR 1427/2004 e dal DPR 459/98.

In presenza di ricettori biotici e aree naturali, Zone SIC o ZPC, oasi ambientali, ecc., inseriti in aree di Classe I, gli obiettivi di mitigazione devono considerare la differente risposta uditiva delle specie biotiche presenti.

### **3.3.1.3 Ricettori interni alle fasce di pertinenza in presenza di sorgenti concorsuali**

La verifica di concorsualità come indicata dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto" richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrica e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali. Il DPCM 29.11.2000 precisa che:

- a) Il rumore immesso nell'area in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture
- b) L'attività di risanamento è svolta dai gestori delle infrastrutture concorrenti secondo il criterio riportato nell'Allegato 4 al DPCM.

### **Identificazione di significatività della sorgente concorsuale**

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale. La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

- a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia, LS, dato dalla relazione  $LS = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$ , dove n è il numero totale di sorgenti presenti;
- b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

La significatività verrà sempre verificata nel periodo notturno, a meno degli edifici con condizioni di fruizione tipicamente diurna (edifici scolastici).

Operativamente si procede nel seguente modo:

- definizione dei punti di verifica acustica considerando la sorgente principale (facciate più esposte, 1 punto per ogni piano);
- svolgimento dei calcoli previsionali ante mitigazione per lo scenario di progetto, periodo diurno e notturno, previa taratura del modello di calcolo, per la sorgente principale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- svolgimento dei calcoli previsionali per la sorgente concorsuale.
- associazione dei livelli di impatto delle sorgenti concorsuali al singolo punto di verifica acustica della sorgente principale;
- verifica di significatività della sorgente concorsuale in base alle condizioni a) e b) precedentemente indicate.

Alla fine di questa fase di analisi si perviene alla scomposizione dei punti di verifica acustica, e quindi dei ricettori, in due insiemi caratterizzati da concorsualità significativa o non significativa. Se la concorsualità non è significativa, si applica il limite di fascia della infrastruttura principale.

Tale approccio può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale.

### **Definizione dei limiti di soglia**

Se la sorgente concorsuale è significativa, i limiti di fascia non sono sufficienti a controllare la sovrapposizione degli effetti e devono essere definiti dei livelli di soglia. In questo modo si vincolano le sorgenti sonore esistenti o in progetto a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il valore limite massimo previsto per l'infrastruttura in progetto o esistente..

Le nuove infrastrutture si inseriscono in sostanza in un territorio già compromesso da un punto di vista acustico e in cui i PRA possono o meno avere già avviato l'azione di contenimento del rumore.

Si identifica la seguente casistica:

- a) La nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico pari al limite proprio della nuova infrastruttura (Art. 4 DPR 142/2004 e Art. 4-5 del DPR 459/98).

In questa situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommandosi al livello sonoro presente nell'area, non superi complessivamente il valore limite dell'area definito dalle infrastrutture esistenti. Se i livelli sonori delle altre infrastrutture esistenti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

superano i valori limite deve essere prefigurata l'attuazione di un PRA che riporti i livelli di rumore ai limite prescritti.

b) La nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico superiore al limite proprio della nuova infrastruttura (Art. 4 DPR 142/2004 e Art. 4-5 del DPR 459/98).

In tale situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, oltre a non superare i propri limiti, ai sensi dell'Art. 4 del DPR 142/2004, sommato al livello sonoro delle altre sorgenti non superi il valore limite dell'area definito dalle infrastrutture già esistenti. Se i livelli sonori delle infrastrutture esistenti superano i valori limite, deve essere prefigurata l'attuazione di un PRA che riporti i livelli di rumore ai limite prescritti.

c) La nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico inferiore al limite proprio della nuova infrastruttura (Art. 4 DPR 142/2004 e Art. 4-5 del DPR 459/98).

In tale situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommato al livello sonoro relativo alle altre sorgenti, non superi il valore limite proprio dell'infrastruttura di nuova realizzazione. Se i livelli sonori delle infrastrutture esistenti superano i valori limite, deve essere prefigurata l'attuazione di un PRA che riporti i livelli di rumore ai limite prescritti.

### 3.3.2 Applicazione

La concorsualità è stata tenuta in conto considerando in primo luogo la sovrapposizione degli effetti tra le due infrastrutture in progetto, quella stradale caratterizzata da una fascia unica di ampiezza 250 m dal ciglio stradale e limiti 65/55 dBA, e quella ferroviaria con velocità di progetto inferiore a 200 km/h e caratterizzata da doppia fascia, fascia A estesa fino a 100 m dal binario esterno con limiti 70/60 dBA e Fascia B, estesa tra 100 e 250 m, con limiti 65/55 dBA.

Per ciascuna infrastruttura viene imposto il rispetto del valore limite proprio e controllata la sovrapposizione degli effetti al fine di garantire il rispetto del limite massimo di fascia.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le sorgenti di rumore esistenti rispetto alle quali è stata verificata la significatività della concorsualità sono riassunte in Tabella 3.1 e Tabella 3.2.

n.	Sorgente concorsuale	Fascia		Limiti dBA	
		A	B	A	B
1	Strada Statale n. 18	100 m	-	70/60	-
2	Autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria	100 m	150 m	70/60	65/55
3	Linea ferroviaria Salerno-Reggio Calabria	100 m	150 m	70/60	65/55

Tabella 3.1 – Sorgenti esistenti concorsuali lato Calabria

n.	Sorgente concorsuale	Fascia		Limiti dBA	
		A	B	A	B
1	Strada Panoramica	100 m	150 m	70/60	65/55
2	SP43	100 m	50 m	70/60	65/55
3	SS113dir	100 m	50 m	70/60	65/55

Tabella 3.2 – Sorgenti esistenti concorsuali lato Sicilia

### 3.4 Analisi previsionale rumore stradale

#### 3.4.1 Il metodo di calcolo NMPB-96 per il rumore stradale

Il metodo di calcolo NMPB-96 è raccomandato dal Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La legislazione nazionale italiana ribadisce quanto affermato dal testo redatto dalla Commissione della comunità europea e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 22/08/2003 in merito alle linee guida relative ai metodi di calcolo.

Per il rumore da traffico veicolare viene raccomandato il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese « XPS 31-133». Nella linea guida il metodo è denominato « XPS 31-133».

Il metodo di calcolo provvisorio è raccomandato per gli Stati membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo e per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In NMPB il calcolo dell'emissione si basa sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi.

Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma (**Figura 5.3/1**), che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico. Il livello di potenza sonora corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale viene a sua volta scomposto in bande di ottava in accordo alla norma EN 1793-3:1997. Da considerare inoltre che:

- la sorgente viene localizzata a 0.5 m di altezza dal piano stradale. La distanza di riferimento del livello di emissione è a 30 m dal ciglio stradale ad un'altezza di 10 m;
- il livello di emissione diminuisce con la velocità su valori bassi di transito, rimane costante per velocità medie e aumenta per velocità alte;
- le categorie di veicoli prese in considerazione sono due: veicoli leggeri (GVM fino a 3.5 tonnellate) e veicoli pesanti (GVM superiore a 3.5 tonnellate);
- non sono previsti valori di volumi di traffico caratteristici in funzione della categoria della strada e dell'intervallo di riferimento. Vengono invece distinte quattro tipologie di flusso veicolare:
  - "Fluid continuous flow" per velocità all'incirca costanti;
  - "Pulse continuous flow" per flusso turbolento con alternanza di accelerazioni e decelerazioni;
  - "Pulse accelerated flow" con la maggior parte dei veicoli in accelerazione;
  - "Pulse decelerated flow" con la maggior parte dei veicoli in decelerazione.
- la pavimentazione stradale considerata è di tipo standard, ma sono apportabili correzioni compatibili con la ISO 11819-1 in funzione del tipo di asfalto e delle velocità;
- l'influenza della pendenza della strada è inclusa nel nomogramma. Sono distinti tre casi: pendenza fino al 2%, pendenza superiore al 2% in salita e pendenza superiore al 2% in discesa.

La risposta di NMPB-Routes-96 citato nella norma francese XPS 31-133 in termini di rispondenza delle emissioni al parco circolante è una incognita rispetto alla quale è necessario procedere con cautela nella risposta: turn over, allargamento del traffico a mezzi provenienti dall'est, stato di manutenzione degli autoveicoli, ecc. possono influire molto su quella che potrebbe essere

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

giudicata, in prima istanza, una sovrastima.

Il confronto delle emissioni NMPB-Routes-96 con le emissioni in uso in altri paesi europei (Figura 3.1) evidenzia una buona correlazione con i dati danesi riferiti al 1981 (RMV01) e al 2002 (RMV02) e, viceversa, una sovrastima di circa 2.5 dB rispetto alle emissioni utilizzate dal metodo di calcolo tedesco RLS90. Il confronto tra i valori di emissione LAE alla distanza di riferimento di 10 m e ad un'altezza di 1,5 m utilizzati per veicoli leggeri da diversi metodi di calcolo evidenzia che i valori di esposizione per gli standard NMPB e RLS sono simili per velocità superiori o uguali a 100 Km/h in caso di flusso indifferenziato, velocità e tipologia di flusso tipici di un tracciato autostradale (Figura 3.2). NMPB96 prevede quanto segue:

- Divergenza geometrica - Il decremento del livello di rumore con la distanza ( $A_{div}$ ) avviene secondo una propagazione sferica.
- Assorbimento atmosferico - Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria ( $A_{atm}$ ). In NMPB le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa.
- Effetto del terreno - L'attenuazione del terreno è valutata in modo differente in relazione alle condizioni meteorologiche di propagazione. In condizioni favorevoli il termine è calcolato in accordo al metodo indicato nell'ISO 9613-2. In condizioni omogenee è introdotto un coefficiente G del terreno, che è nullo per superfici riflettenti. In questo caso  $A_{grd} = - 3$  dB.

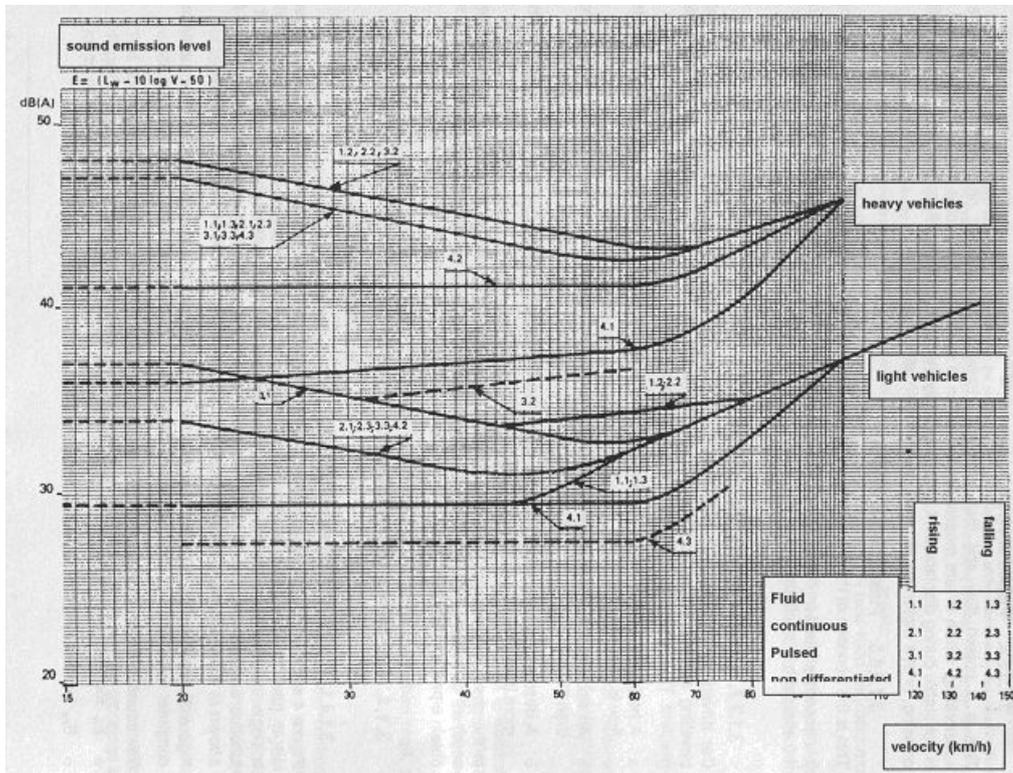


Figura 3.1 Nomogramma NMPB96

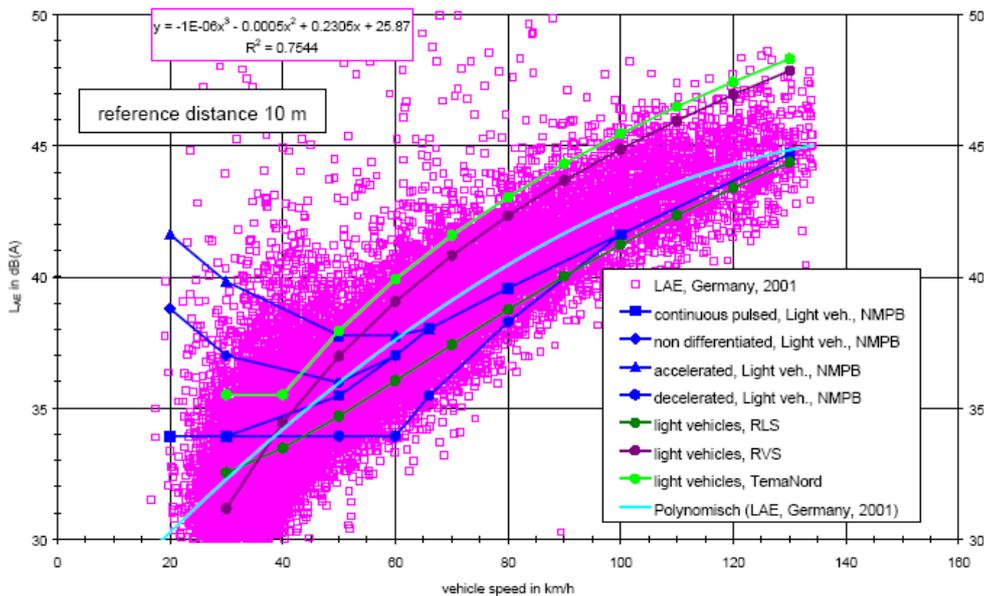


Figura 3.2 Valori di emissione LAE in funzione della velocità per veicoli leggeri

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il modello ad interim NMPB-Routes-96 (Racc. 2003/613/CE), richiamato dal Dlgs 194/2005 per la mappatura acustica stradale, è adottato nei piani di risanamento acustico delle infrastrutture esistenti e negli studi delle nuove infrastrutture.

La pratica applicativa evidenzia che questo modello previsionale porta ad una generale sovrastima degli impatti e, conseguentemente, ad un dimensionamento cautelativo degli interventi di mitigazione del rumore. Ciò deriva in larga misura dalla indisponibilità sul territorio nazionale italiano di informazioni in merito alle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno, e dalla conseguente necessità di utilizzare dei dati meteorologici semplificati e prudenziali.

Il principio di precauzione è espresso dalla WG-AEN (Good practice Guide for Strategic Noise Mapping) in termini di massimizzazione dell'incidenza nel lungo periodo delle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore. La differenza tra il livello misurato in condizioni favorevoli e omogenee può arrivare a 8 dBA, per cui risulta chiaro l'impatto sui risultati finali e i problemi pratici che possono insorgere in fase di taratura del modello previsionale, la cui convergenza ai dati sperimentali è sempre difficile e tale da indirizzare l'utilizzatore verso arbitrarie riduzioni alla sorgente al fine di non sovradimensionare gli interventi di mitigazione.

Nel corso di recenti studi di settore presentati al 37° Convegno Nazionale Associazione Italiana di Acustica 2010 Siracusa è stata presentata la metodologia che permette di derivare dai dati meteorologici generalmente utilizzati per la trattazione dei fenomeni di dispersione degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera i parametri che intervengono nella definizione delle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore e la accuratezza di stima ottenibile dal modello previsionale.

I risultati (Figura 3.3), applicati allo studio delle infrastrutture di trasporto oggetto della presente trattazione, evidenziano che l'utilizzo delle % di condizioni favorevoli alla propagazione ottenute a partire dai dati meteorologici locali LAMA consentono di ridurre significativamente la sovrastima dei valori previsionali NMPB-96 derivanti dall'applicazione delle percentuali consigliate da WG-AEN e di conseguire un buon allineamento ai valori sperimentali: la convergenza è ottima fino a 150 m per poi tendere ad una sovrastima dell'ordine di 2 dBA diurni/notturni per distanze di 220-270 m, senza alcun intervento sul termine emissivo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il metodo di elaborazione delle condizioni favorevoli alla propagazione basato sul data set LAMA può quindi consentire di conservare un approccio di stima ragionevolmente prudente per ricettori posti al confine di fascia B o fuori fascia, permettendo al tempo stesso un dimensionamento geometricamente corretto degli interventi di mitigazione per i ricettori più vicini alla sorgente di rumore stradale.

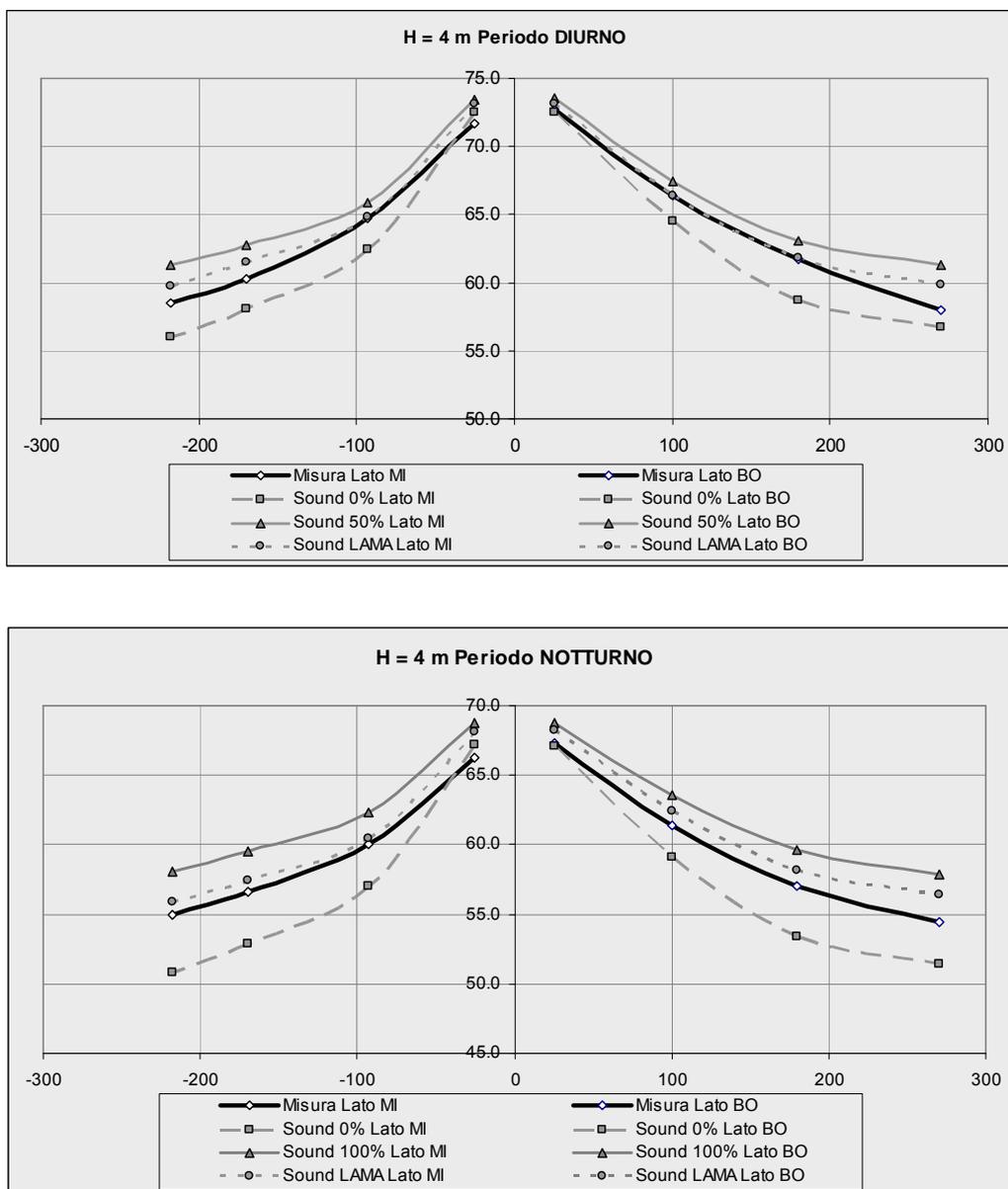


Figura 3.3 Confronto tra dati sperimentali e previsionali NMPB96 in periodo diurno e notturno per % di condizioni favorevoli 0-50-100 e locali (LAMA)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.4.2 Interconfronto tra modelli previsionali rumore stradale

I risultati dell'interconfronto nazionale ISPRA-ARPA sui modelli di previsione del rumore stradale e ferroviario finanziato dal Ministero dell'Ambiente, è stato realizzato con la partecipazione di 21 laboratori, provenienti da 11 Arpa e da ISPRA. I laboratori coinvolti nell'interconfronto sono stati raggruppati in funzione del software e dell'algoritmo di calcolo utilizzati.

Per il rumore stradale sono stati complessivamente individuati 8 laboratori che utilizzano IMMI, 7 che utilizzano CADNA, 5 che utilizzano SOUNDPLAN e 1 che utilizza MITHRA. Tutti i laboratori hanno fatto riferimento al modello indicato dalla norma NMPB96, eccetto due tra gli utilizzatori di SOUNDPLAN, che hanno impiegato il modello RLS90.

Il lavoro è stato effettuato sulla base di 14 scenari predefiniti, ricavati da quelli proposti dal documento JRC "Implementation of Directive 2002/49/EC on Environmental Noise – Protocols for checking the equivalence of national noise mapping methods against the interim methods", differenziati per caratteristiche della sorgente, ambiente di propagazione del rumore, condizioni meteorologiche, tipologia di flussi veicolari, ecc. I dati ottenuti dalla modellizzazione sono stati dapprima analizzati per valutare le anomalie, sia attraverso il criterio degli z-score che mediante una valutazione sistematica delle impostazioni adottate da ogni laboratorio.

Successivamente sono stati valutati e confrontati i risultati attraverso i metodi dell'analisi statistica descrittiva (deviazioni standard, ampiezza intervalli, scarti medi,...). E' stato così possibile definire un range di variabilità relativamente ai singoli prodotti commerciali, nel loro complesso e singolarmente, nonché evidenziare i limiti dei modelli, gli errori degli utenti e gli approcci differenti ai problemi di implementazione dei valori di input.

I 14 scenari scelti tra quelli indicati nel documento JRC sono stati raggruppati in 3 macroscenari a seconda della tipologia di infrastruttura stradale interessata: configurazione tipica di una strada di grande comunicazione che percorre aree in campo libero e aree urbanizzate (macroscenario denominato "Motorway"), contesto di una strada principale a doppio senso che attraversa un tessuto urbano (macroscenario "City"), caso di una autostrada a 4 corsie in ambiente collinare, che corre ad un'altezza intermedia tra il fondo valle e la cima della collina (macroscenario "Hill").

Per ogni macroscenario vengono inoltre previste diverse configurazioni sulla base delle condizioni di traffico, di propagazione atmosferica e di profilo di terreno. Il numero complessivo di dati sui quali è stato effettuato il confronto risulta 1146, pari al numero di punti recettore suddivisi tra i vari scenari.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Attraverso l'analisi complessiva degli z-score su tutti gli scenari di modellizzazione (Figura 3.4) si evidenziano due laboratori caratterizzati da un numero di criticità superiore alle soglie di accettabilità definite (labb. 5 e 6). Tale risultato trova conferma nella valutazione degli scarti assoluti medi su tutti i punti i modellizzazione (per scarto assoluto si intende la differenza in valore assoluto tra il valore calcolato in un punto da un laboratorio e la mediana dei valori di tutti i laboratori in quel punto): i valori sono generalmente dell'ordine di 2 dB, ad eccezione dei laboratori 5 e 6, che presentano valori rispettivamente di circa 6 e 4 dB (Figura 3.5). Si evidenzia che la percentuale di dati critici e gli scarti medi possono assumere valori differenti, maggiori o minori, per i singoli scenari e macroscenari.

Per quanto riguarda le deviazioni standard, i valori ottenuti senza considerare i dati critici sono compresi tra 1 e 3 dB, in funzione dello specifico scenario considerato, con un valore medio complessivo di 2 dB. Le variazioni tra i singoli scenari sono pertanto limitate e dovute essenzialmente alla complessità del contesto territoriale in cui è inserita la sorgente.

La qualità della modellizzazione associata a diversi scenari della sorgente sonora e del contesto territoriale è in sostanza condizionata, più che dal nome del modello di calcolo, dagli errori umani (materiali e di inesatta interpretazione delle istruzioni fornite) e dalle approssimazioni nell'implementazione degli algoritmi di calcolo da parte dei singoli modelli. Le dispersioni aumentano generalmente con la complessità dell'ambiente di propagazione e con la distanza dalla sorgente.

Come in tutte le attività umane, se si escludono modelli previsionali obsoleti, il fattore determinante per il buon esito della attività di simulazione è la specifica esperienza nel settore e nell'uso del modello previsionale, unitamente alla possibilità di avere affrontato una ampia casistica di casi analoghi.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

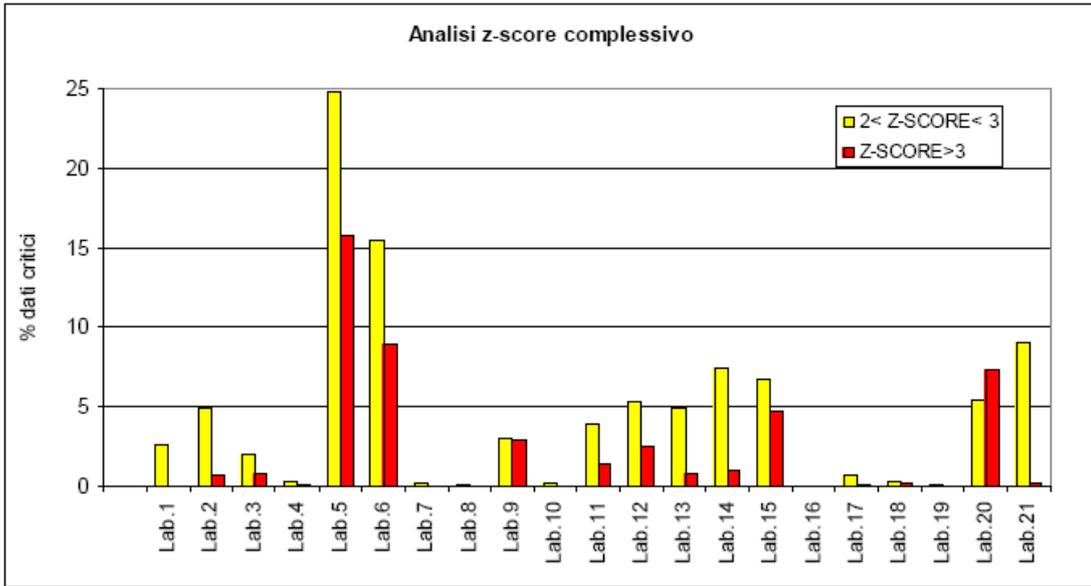


Figura 3.4

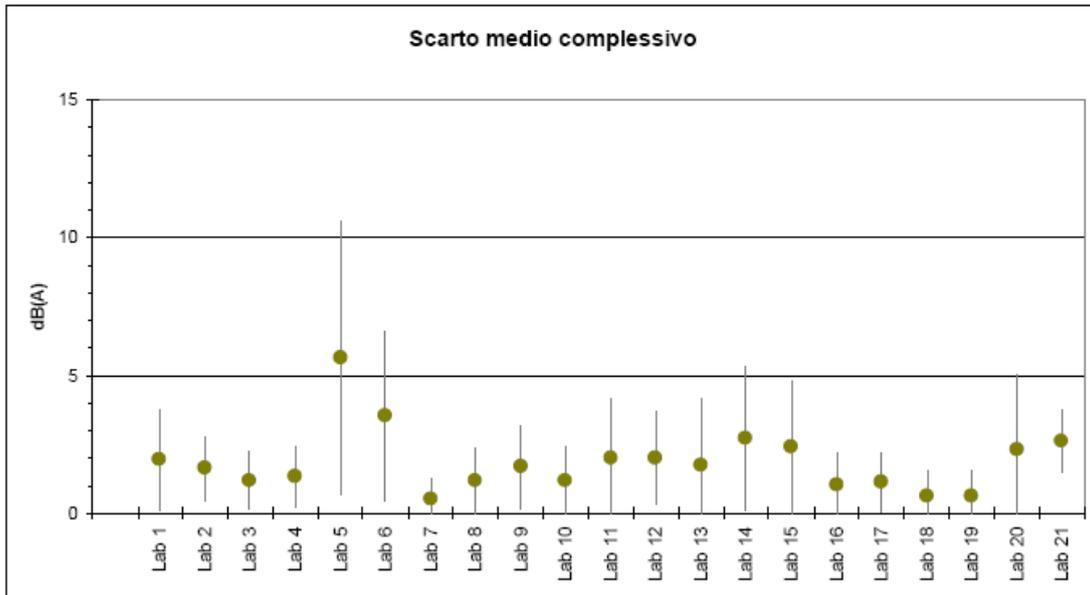


Figura 3.5

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.4.3 Evoluzione delle emissioni del parco circolante a lungo termine

In una logica di studio acustico a lungo termine è necessario considerare che il rumore determinato dall'esercizio autostradale può variare sia in relazione all'aumento del traffico sia al turn-over del parco circolante. In particolare, la progressiva eliminazione dei veicoli pesanti e leggeri caratterizzati dalle maggiori classi di età, avrà come conseguenza pratica una riduzione del carico di rumore della sorgente.

Un corretto dimensionamento degli interventi di mitigazione richiede che l'atteggiamento di cautela e i margini di sicurezza del progettista non determinino un eccessivo sovradimensionamento delle opere di mitigazione, con conseguenti impatti indiretti legati ad esempio alla percezione visiva.

Per i paesi aderenti all'Unione Europea sono vigenti già dall'inizio degli anni '70 delle prescrizioni di omologazione che hanno obbligato i costruttori europei e gli importatori a considerare i limiti di emissione di rumore come fattore di progetto. Alla prima direttiva 70/156/CEE sono seguite successive regolamentazioni che hanno progressivamente abbassato i limiti di emissione (direttive 77/212/CEE, 84/424/CEE e 92/97/CEE) o modificato le prescrizioni tecniche del test di omologazione (Direttive 81/334/CEE, 84/372/CEE e 96/20/CEE). La Figura 3.6 visualizza la variazione dei livelli massimi ammessi dai test per i veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Senza entrare nel merito tecnico di conduzione dei test, descritti nella ISO 362, si ricorda che le misure degli autoveicoli vengono svolte in un campo prova rettilineo a 7.5 m dall'asse di passaggio del veicolo, condotto alla velocità di 50 km/ora e sottoposto a partire da 10 m prima della posizione del microfono ad una brusca accelerazione con differenti rapporti di marcia inseriti. Per i veicoli pesanti e autobus i test riguardano differenti "range" di velocità. La riduzione delle emissioni in sede di omologazione non corrispondono, purtroppo, ad una pari riduzione di emissioni autostradali e di rumorosità immessa all'interno delle fasce di pertinenza. Il confronto tra le emissioni di rumore di veicoli leggeri e di veicoli pesanti a distanza di 25 anni evidenzia infatti che per le velocità di interesse autostradale le emissioni dei veicoli leggeri non sono di fatto cambiate mentre quelle dei veicoli pesanti hanno avuto viceversa una significativa riduzione, in particolare nel campo delle velocità medio-basse (Figura 3.7).

Le motivazioni di questo "insuccesso" per i veicoli leggeri e per le condizioni di traffico autostradale sono sostanzialmente riconducibili a quattro cause:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- limiti di omologazione sono stati definiti in modo “generoso” (in accordo alle case costruttrici) e non in relazione alla migliore tecnologia disponibile;
- i cambiamenti via via introdotti nelle tecniche di misura e nelle modalità di test hanno compensato la riduzione dei valori limite;
- la differenza tra le emissioni del “veicolo medio” e le emissioni dei veicoli ai quali sono permesse emissioni più elevate sono aumentate a causa dell’aumento di larghezza dei pneumatici (+ 1 dBA), l’aumento della percentuale di penetrazione nel mercato dei veicoli diesel (+ 1 dBA), l’aumento di immatricolazioni di veicoli SUV (+ 2 dBA).
- i test di pass-by sono rappresentativi delle emissioni di un traffico accelerato / decelerato a bassa velocità (condizioni urbane) che, come noto, sono principalmente determinate dal motore/scappamento e meno dal rotolamento.

Attualmente sono in corso di preparazione in ambito ISO i nuovi metodi di prova che potranno correggere le incongruenze manifestate dall’attuale procedura. Da considerare a tal riguardo che lo stato dell’arte permetterebbe attualmente già di ridurre da 74 dBA a 71 dBA i limiti, per poi prefigurare nel medio-lungo termine il raggiungimento di 68 dBA applicando la migliore tecnologia disponibile. Viceversa, per i veicoli pesanti la riduzione dei limiti di omologazione ha permesso di raggiungere risultati significativi e non sono attesi ulteriori sostanziali correzioni.

La valutazione del turn over del parco circolante permette di stimare una riduzione a lungo termine delle emissioni autoveicolari compresa tra 1.5-2 dBA, non considerate per prudenza nelle stime previsionali ma che possono verosimilmente essere intese a compensazioni di eventuali esuberanti post mitigazione, all’interno o all’esterno della fascia di pertinenza, in corrispondenza dei ricettori.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

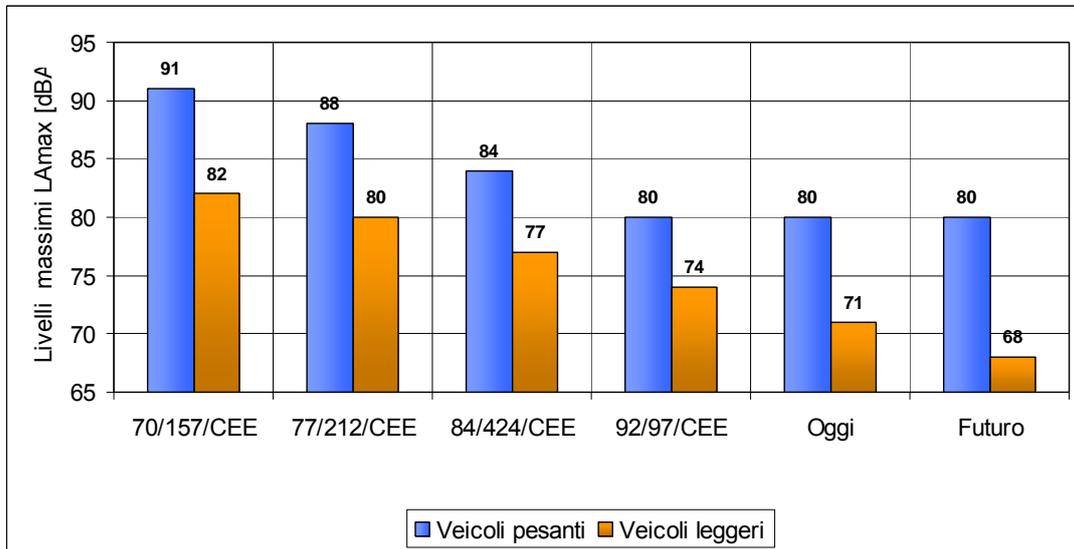


Figura 3.6 Evoluzione storica e tendenze di medio termine

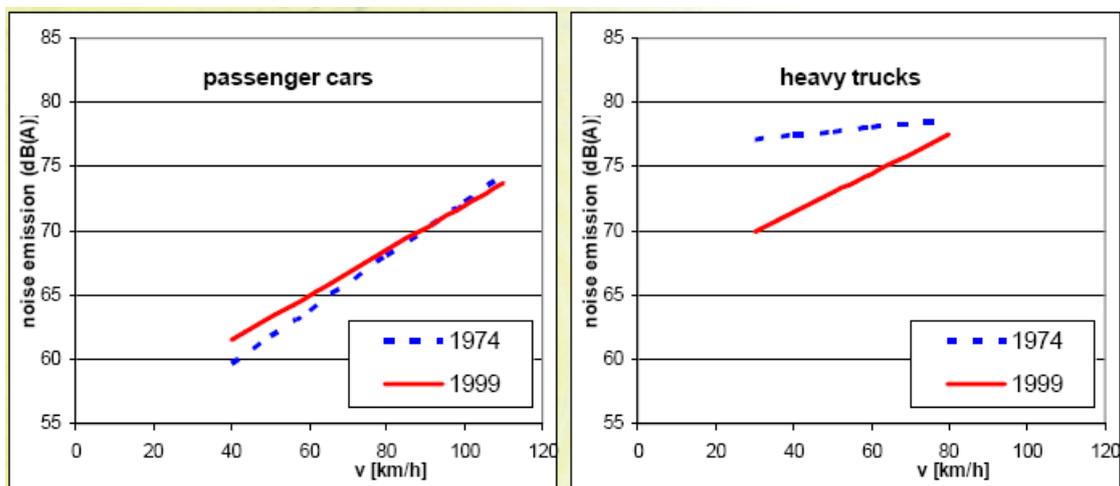


Figura 3.7 Emissioni di rumore in funzione della velocità, veicoli leggeri e pesanti

### 3.4.4 Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie

Dal punto di vista teorico una galleria può essere considerata come un condotto acustico entro il quale il suono non si propaga con onde piane a condizione che la lunghezza della galleria risulti maggiore della lunghezza d'onda del suono emesso dalle sorgenti in transito. Considerando ad esempio lo spettro di emissione medio del rumore da traffico è possibile verificare che questa

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

condizione è in pratica sempre soddisfatta se la galleria ha sviluppo longitudinale maggiore di 50 m.

L'energia sonora che raggiunge la bocca della galleria, assumendo in prima approssimazione nullo o trascurabile l'assorbimento entro la galleria, è uguale alla metà dell'energia sonora emessa all'interno dai veicoli. L'energia sonora che raggiunge la bocca della galleria, per il fatto che il rapporto tra perimetro della bocca e lunghezza d'onda del suono è di diverse unità, si propaga totalmente all'esterno in quanto l'impedenza di radiazione della bocca ha reattanza nulla e resistenza prossima a quella dello spazio libero.

Se sono verificate le ipotesi precedentemente indicate, come accade nelle gallerie in progetto, la sezione terminale della galleria può essere considerata come una sorgente di rumore concentrata e fissa, di tipo puntuale o superficiale, con un livello di potenza sonora dipendente dalla superficie assorbente equivalente della galleria, dalla superficie della sezione terminale e dalla potenza sonora emessa dal traffico in transito per unità di lunghezza.

Evidenze sperimentali tratte da casi analoghi documentano che l'impatto sonoro ha un ambito spaziale di diffusione esteso radialmente per un massimo di 100 m dall'imbocco e che sono possibili incrementi di livello sonoro di 5-6 dBA nel campo vicino e di 3 dBA a distanze superiori a 25 m. In termini uditivi l'ambito entro cui manifesta l'effetto sonoro degli imbocchi delle gallerie è molto più esteso.

Questi effetti, significativi per il tracciato in progetto, sono stati considerati in sede previsionale e nelle fasi di progettazione degli interventi di mitigazione acustica, al fine di migliorare l'inserimento della traccia sonora sul territorio.

### **3.4.5 Previsioni di impatto rumore stradale e mappatura acustica**

#### **3.4.5.1 Il modello geometrico**

Il modello geometrico tridimensionale utilizzato è stato costruito partendo dalla cartografia disponibile e dagli elaborati di progetto dell'infrastruttura stradale, convertiti in coordinate Ponte.

Gli ostacoli come terrapieni, cavalcavia, svincoli od ondulazioni del terreno sono stati inclusi nel modello geometrico.

Gli edifici sono stati disegnati partendo dalle polilinee del loro contorno geometrico in pianta ed

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

appoggiati alla ricostruzione della geometria del terreno ad una quota pari a quella del terreno in quel punto. L'altezza degli edifici è stata inserita considerando l'altezza fornita dal rilievo.

I viadotti, nel modello Soundplan, possono essere definiti solo nel modulo dedicato alla caratterizzazione delle sorgenti. Ai viadotti è stato attribuito uno spessore dell'impalcato ed una larghezza pari alle loro reali dimensioni.

### 3.4.5.2 Caratteristiche di impedenza dei materiali

Per quanto riguarda i coefficienti di assorbimento dei materiali:

- a tutte le strade è stato assegnato il coefficiente previsto dal modello per l'asfalto liscio; fanno eccezione le strade in cui è prevista la stesura di asfalto drenante fonoassorbente, a cui è stato attribuito un coefficiente correttivo della sorgente emissiva pari a 3 dB;
- a tutti gli edifici è stato assegnato un valore medio di perdita per riflessione pari a 1 dB al fine di considerare la presenza di facciate generalmente lisce, che utilizzano anche materiali parzialmente fonoassorbenti (intonaco grossolano, rivestimenti in lastre di cemento, ecc.) e di balconi;
- coefficiente di assorbimento copertura terreno: è stato assegnato un coefficiente G variabile tra 0 (terreno liscio fortemente riflettente) e 1 (terreno frastagliato, ricoperto di vegetazione e fortemente assorbente). Tale attribuzione è stata fatta in base alla mappatura Corine Land Cover.

### 3.4.5.3 Dati meteorologici di progetto

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area di studio interessata dal tracciato autostradale sono stati utilizzati i dati forniti dal modello LAMA prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell) in corrispondenza di una griglia di punti equispaziati. In corrispondenza di ogni nodo vengono forniti su base oraria i valori di temperatura, direzione del vento, velocità del vento, copertura nuvolosa totale, radiazione visibile netta, radiazione infrarossa netta, flusso di calore latente, flusso di calore sensibile, la lunghezza Monin-Obukov, la classe di stabilità atmosferica, la velocità d'attrito e, infine, l'altezza di rimescolamento.

L'individuazione delle ore in cui si verificano le condizioni favorevoli alla propagazione è stata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

effettuata applicando il metodo ripreso dalla pubblicazione “Work Package 3.1.1: Road Traffic Noise – Description of the calculation method”.

La mappatura delle percentuali di condizioni favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno è contenuta nella tavola grafica in scala 1:50000:

CG0700	P	P2	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	01
--------	---	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----

#### 3.4.5.4 Traffico di progetto

Lo scenario di progetto all’anno 2036 ha assunto un traffico giornaliero medio TGM di 20129 veicoli totali, di cui 14326 veicoli leggeri e 5803 veicoli pesanti. In particolare, per quel riguarda la ripartizione diurno/notturno:

- 12893 veicoli leggeri e 4991 veicoli pesanti nel periodo di riferimento diurno, pari rispettivamente al 90% del TGM leggeri e 86% del TGM pesanti;
- 1433 veicoli leggeri e 812 veicoli pesanti nel periodo di riferimento notturno, pari rispettivamente al 10% del TGM leggeri e 14% del TGM pesanti.

Per quel che riguarda i valori di TGM nelle diverse direzioni e rampe, sono state utilizzate le seguenti ripartizioni:

- Direzione Messina: 50% del TGM complessivo
- Direzione Reggio Calabria: 50% del TGM complessivo

Sul versante Calabria inoltre:

- ASSE A “Salerno”: Veicoli Leggeri 92% del TGM dir RC, Veicoli Pesanti 91% del TGM dir RC;
- ASSE B “Reggio C.”: Veicoli Leggeri 8% del TGM dir RC, Veicoli Pesanti 9% del TGM dir RC;
- ASSE C “Messina”: Veicoli Leggeri 92% del TGM dir ME, Veicoli Pesanti 91% del TGM dir ME;
- ASSE D “Messina”: Veicoli Leggeri 8% del TGM dir ME, Veicoli Pesanti 9% del TGM dir ME

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sul versante Sicilia invece in merito al volume di traffico in ingresso/uscita dagli svincoli si è ipotizzato un traffico bilanciato in ingresso/uscita dagli svincoli pari al 40% del TGM passante.

#### 3.4.5.5 Localizzazione dei punti di calcolo

I punti di verifica acustica sono stati posizionati su ogni facciata dell'edificio e ad ogni piano cui è stata assegnata un'altezza standard pari a 3 m. Il primo punto di calcolo è ad una altezza pari a 1.5 m dal piano campagna e poi ogni 3 m di altezza dell'edificio. Le previsioni acustiche sono state effettuate su tutti i punti così definiti per il periodo diurno e notturno, ad 1 metro di distanza dalla facciata, considerando anche il contributo dato dalla riflessione sulla facciata stessa.

Gli edifici sui quali sono stati fatti i calcoli puntuali sono quelli contenuti all'interno dell'ambito di 500 m dalle infrastrutture in progetto anche non oggetto di specifico censimento.

Le valutazioni in corrispondenza delle aree di espansione e delle aree SIC di Pantano Piccolo e Pantano Grande si sono basate sulle mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c.

#### 3.4.5.6 Specifiche di calcolo

I calcoli acustici con il modello previsionale Soundplan sono stati svolti utilizzando i seguenti parametri:

- Riflessioni: vengono considerate, quando richiesto dai calcoli, riflessioni del 2° ordine sulle superfici riflettenti.
- Raggio di ricerca delle sorgenti: 1000 m.
- Angolo di ricerca delle sorgenti: 360°.
- Incremento angolare: 1°.
- Diffrazione: è abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale.
- Calcolo di mappe isofoniche in pianta: maglia quadrata a passo 15x15 m in presenza di ostacoli, 60x60 m in campo libero del metodo di calcolo grid noise map.
- Condizioni meteo: definite dalle rose di propagazioni locali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### 3.4.5.7 Scenari simulati

Sono stati simulati due scenari previsionali:

- Scenario di impatto post operam: considera le infrastrutture stradali inserite nel territorio, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto stradale e le condizioni di traffico di progetto al 2036.
- Scenario di impatto post operam con mitigazioni: riproduce lo scenario di impatto post operam considerando tutti gli interventi di mitigazione (attivi e passivi) previsti, quali la pavimentazione fonoassorbente, barriere antirumore, dune antirumore, fonoassorbimento localizzato nelle aree di imbocco delle gallerie, ecc.

### 3.4.5.8 Mappatura impatto acustica

#### Versante Calabria

Le valutazioni previsionali di impatto acustico sono state effettuate tramite calcoli puntuali e mappe orizzontali a 4 m di altezza dal piano campagna. In particolare sono stati prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   28
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   29
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   30
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   37
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   38
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   39

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

In Figura 3.8 e Figura 3.9 vengono rappresentate alcune viste 3D delle mappe di impatto relative al periodo di riferimento diurno e notturno.

L'impatto più significativo, con riferimento alla zona di attacco dell'opera d'attraversamento e inizio del collegamento, riguarda l'ambito territoriale di Cannitello, quindi lato direzione Messina. I livelli di rumore più elevati, compresi tra 55 e 65 dBA nel periodo notturno, si constatano in corrispondenza degli edifici sul primo fronte in affaccio al viadotto terminale e viadotto di accesso, localizzati anche a quote molto prossime a quelle dell'infrastruttura in progetto. Su alcuni di questi ricettori si stima pertanto un superamento dei limiti di fascia (65/55 dBA).

Il territorio circostante, così come anche l'abitato dal lato opposto dell'opera, lato Reggio Calabria, è esposto a livelli prevalentemente inferiori a 45 dBA.

Per quanto riguarda le rampe che dall'opera di attraversamento si dipartono in direzione di Salerno e Reggio Calabria confluendo nel tracciato autostradale dell'A3 nella configurazione ammodernata, si evidenzia un impatto maggiore in corrispondenza delle rampe in direzione e provenienza dal Nord, che in quelle sud dirette o provenienti dallo svincolo di Villa San Giovanni.

Per via della morfologia del territorio e dello sviluppo del tracciato con sezioni in mezza costa o trincea, gli edifici più vicini sono interessati dalle isolivello dei 45-50 dBA nel periodo notturno. Sugli edifici al di fuori della fascia di pertinenza i livelli di impatto sono compatibili con la classe II (55/45 dBA) in cui sono inseriti dal piano di disinquinamento acustico di Villa S. Giovanni.

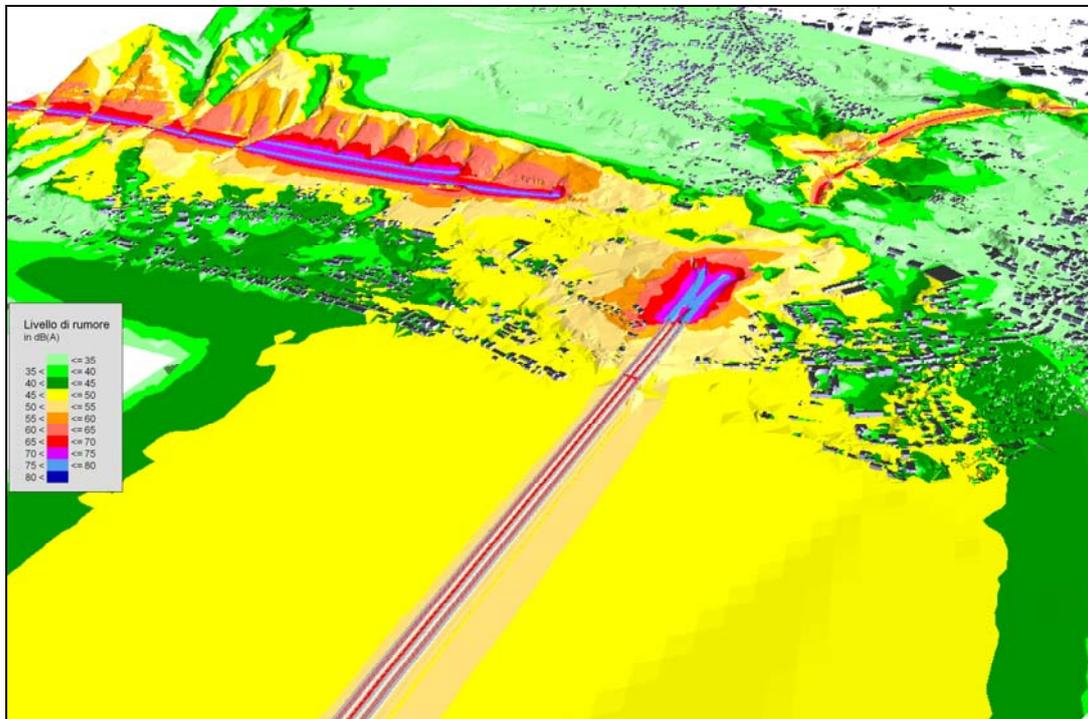


Figura 3.8 Vista 3D Periodo Diurno

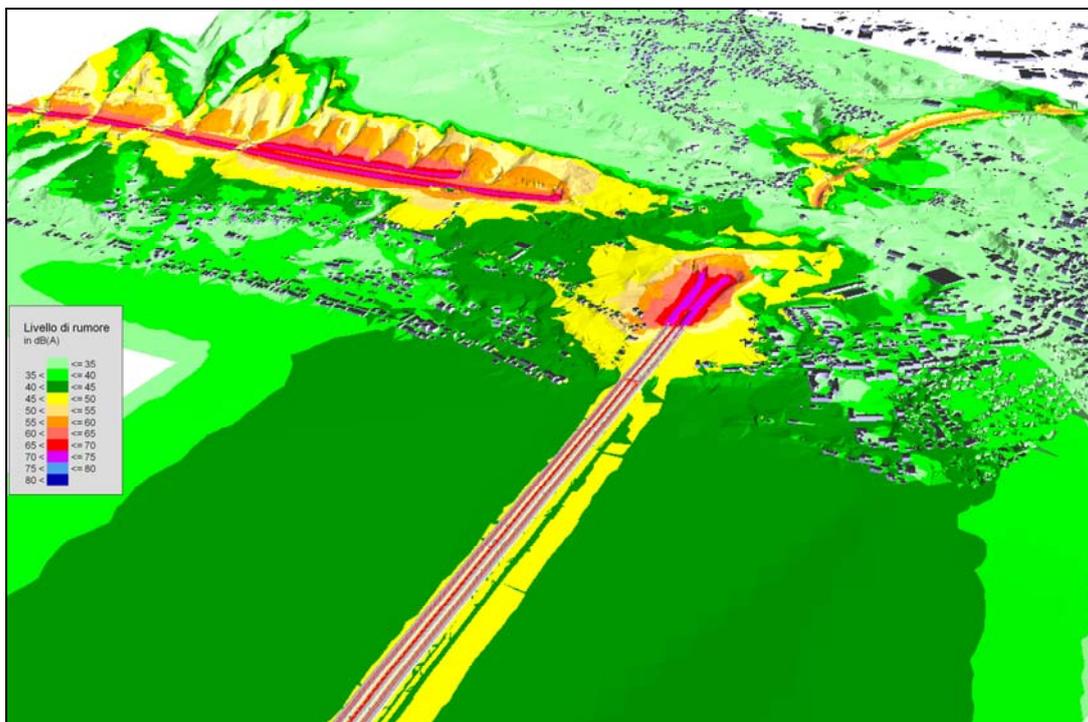


Figura 3.9 Vista 3D Periodo Notturno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## Versante Sicilia

Le valutazioni previsionali di impatto acustico hanno permesso la predisposizione di mappe di rumore al continuo riferite ad un piano ricevente ad altezza costante di 4 m dal piano campagna locale. In particolare sono state prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   31
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   32
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   33
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   34
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   35
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   36
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   40
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   41
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   42
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   43
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   44
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   45

Gli ambiti di massima interazione acustica delle opere in progetto, evidenziati dalle mappe di rumore, riguardano evidentemente le tratte in cui il tracciato stradale corre a cielo aperto:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Ambito 1: Ganzirri/Torre Faro e Faro Superiore (Tavola 1/6);
- Ambito 2: Località Curcuraci (Tavola 2/6);
- Ambito 3: Località Pace (Tavola 3/6);
- Ambito 4: Località Annunziata (Tavola 4/6).

Nell'ambito 1 il tracciato stradale si sviluppa dall'asse Torre in viadotto alto, denominato Viadotto Pantano, che ha inizio circa 700 m dall'asse Torre per una lunghezza di circa 441 m in direzione Reggio Calabria e 458 m in direzione Messina, quindi prosegue inizialmente in rilevato e in seguito in trincea, fino ad imboccarsi al Km 2+200 nella Galleria Faro.

All'altezza del viadotto di accesso e del viadotto Pantano, i livelli di rumore stimati nel periodo notturno sono compresi tra 45-50 dBA fino a circa 400 m di distanza dal tracciato, mentre i livelli più significativi riguardano le zone in cui il tracciato è in rilevato, a ovest del cimitero. Qui si documentano livelli in periodo notturno compresi tra 60 e 65 dBA in corrispondenza delle abitazioni più vicine al tracciato, ricadenti nell'ambito di pertinenza dell'infrastruttura stradale e soggette pertanto a limiti di zona di 55 dBA in periodo notturno. L'ambito spaziale di impatto risulta invece decisamente più confinato nel tratto di trincea, per cui le abitazioni circostanti, già all'interno della fascia di pertinenza, ricadono nelle zone di rumore dei 45-50 dBA o in quelle inferiori.

All'esterno della fascia dei 250 m, i livelli di rumore sono sostanzialmente conformi ai limiti di Classe II (limiti 55/45 dBA) e classe III (limiti 60/50 dBA) previsti dalla zonizzazione acustica comunale.

Le zone SIC di Pantano Grande e Pantano Piccolo sono interessate in periodo diurno (Figura 3.10) da livelli di rumore massimi compresi tra 45-50 dBA, limitatamente alle aree più vicine al tracciato autostradale. In periodo notturno i livelli equivalenti di rumore diminuiscono di circa 5 dBA. Confrontando questi livelli di impatto con la mappatura di clima acustico si evidenzia che la situazione di rumorosità attuale, per effetto del traffico sulla viabilità locale, è significativamente più gravosa di quella futura, con livelli di rumorosità dell'ordine di 60-65 dBA a Pantano Grande e 50-55 dBA a Pantano Piccolo.

In termini assoluti l'innalzamento dei livelli di rumore di fondo nelle aree SIC dei due Pantani non determina criticità rispetto all'habitat naturale.

In località Curcuraci è previsto uno svincolo autostradale tra le gallerie Faro e Balena. L'impatto più significativo, superiore ai limiti di legge, riguarda alcuni edifici situati a ridosso del ciglio della trincea a lato della carreggiata in direzione di Reggio Calabria, caratterizzati dalla zona di rumore dei 60-65 dBA in periodo notturno. Tali edifici sono localizzati ad una quota significativamente

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

maggiore al tracciato stradale.

Al di fuori della fascia di pertinenza stradale i livelli di impatto sono inferiori ai limiti di Classe III (60/50 dBA) della zonizzazione acustica comunale.

In località Pace l'area interessata dalla propagazione del rumore è di limitata estensione a causa del ridotto sviluppo longitudinale del tracciato fuori terra tra gli imbocchi delle gallerie Balena e Le Fosse. Si evidenzia un impatto più significativo a monte del tracciato, lato carreggiata Messina, in ragione delle quote crescenti del piano campagna. In particolare, le zone di rumore dei 60-65 dBA e, a seguire, dei 55-60 dBA interessano alcuni edifici residenziali presenti tra l'imbocco ovest della Galleria Balena e il viadotto Pace, all'interno dell'ambito di pertinenza stradale.

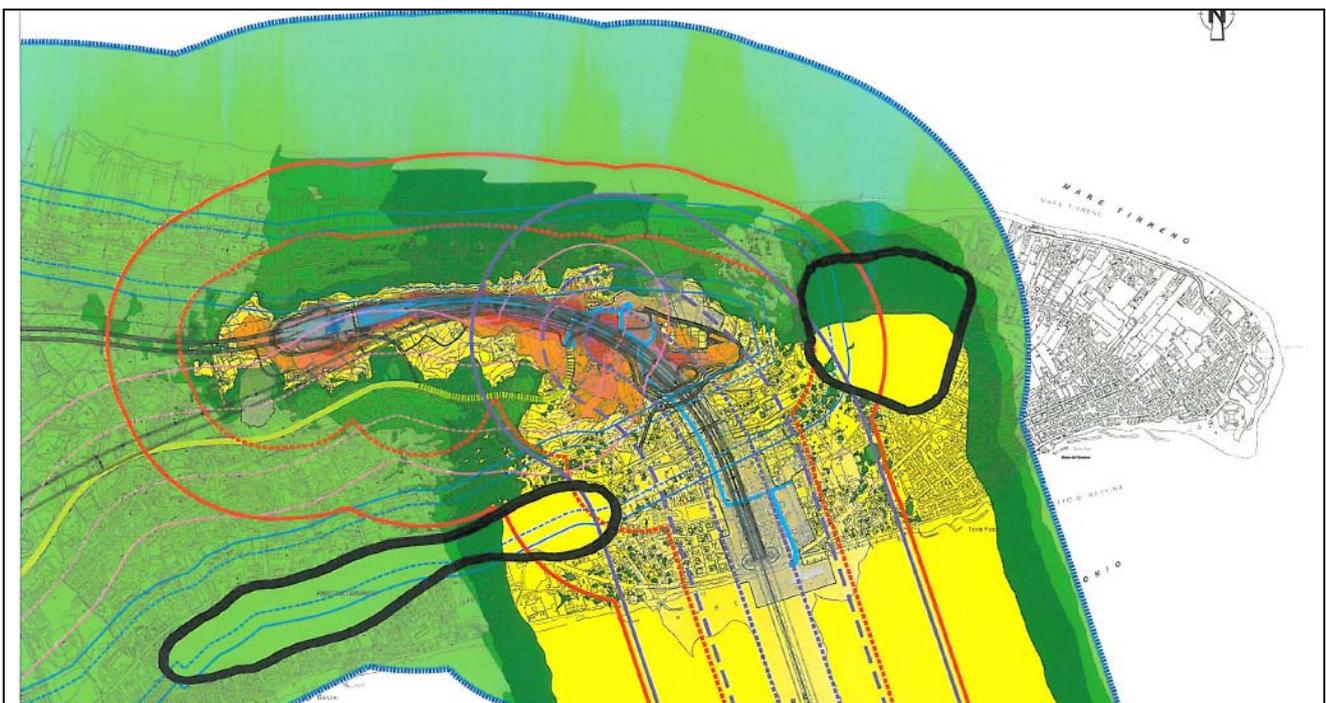


Figura 3.10 Mappa di rumore Leq(6-22) a 4 m

Al di fuori della fascia di pertinenza stradale i livelli di impatto sono inferiori ai limiti di Classe III (60/50 dBA) della zonizzazione acustica comunale, che rappresenta la classe di rumore prevalente, ma anche ai limiti di classe II/I previsti limitatamente ad un ambito subito a nord della Strada Panoramica.

In località Annunziata il progetto contiene lo svincolo autostradale che si immette su Viale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Annunziata, tra le gallerie Le Fosse e Annunziata (ex Serrazzo). Gli edifici residenziali più vicini, ricadenti all'interno dell'ambito di pertinenza autostradale, sono interessati dalle zone di rumore dei 50-55 dBA.

Al di fuori della fascia di pertinenza stradale i livelli di impatto sono inferiori ai limiti di Classe III (60/50 dBA) e Classe II (55/45 dBA) della zonizzazione acustica comunale. La zonizzazione prevede anche una vasta zona in Classe I, sede universitaria, caratterizzata da stime di livelli di impatto inferiori a 50 dBA nel periodo diurno.

In Figura 3.11, Figura 3.12, Figura 3.13 si propongono alcune viste 3D delle mappe di rumore dei suddetti ambiti (Periodo notturno h22-6).

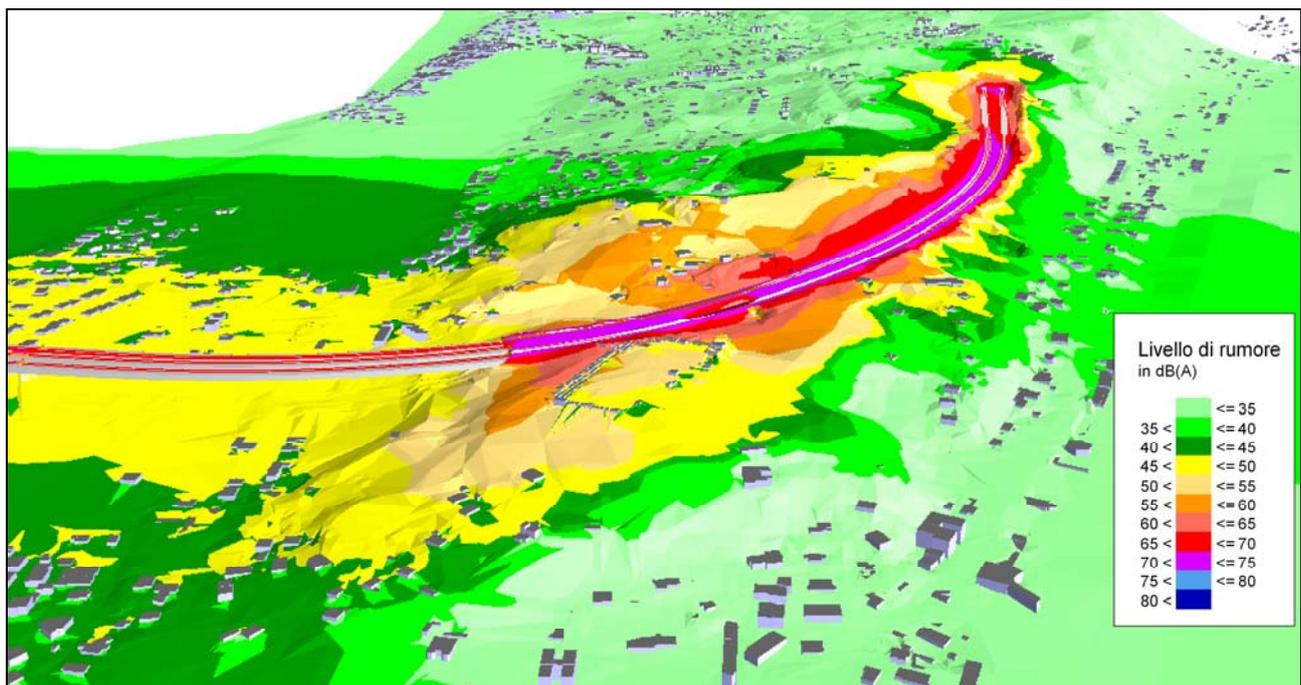


Figura 3.11 Vista 3D Località FARO

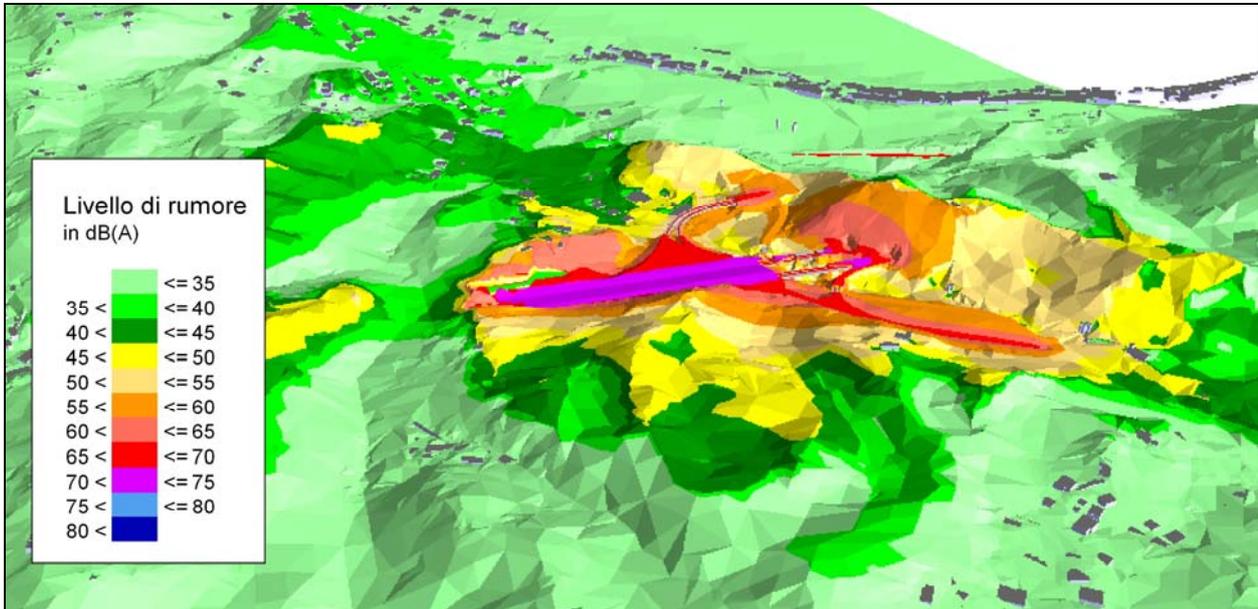


Figura 3.12 Vista 3D Località CURCURACI

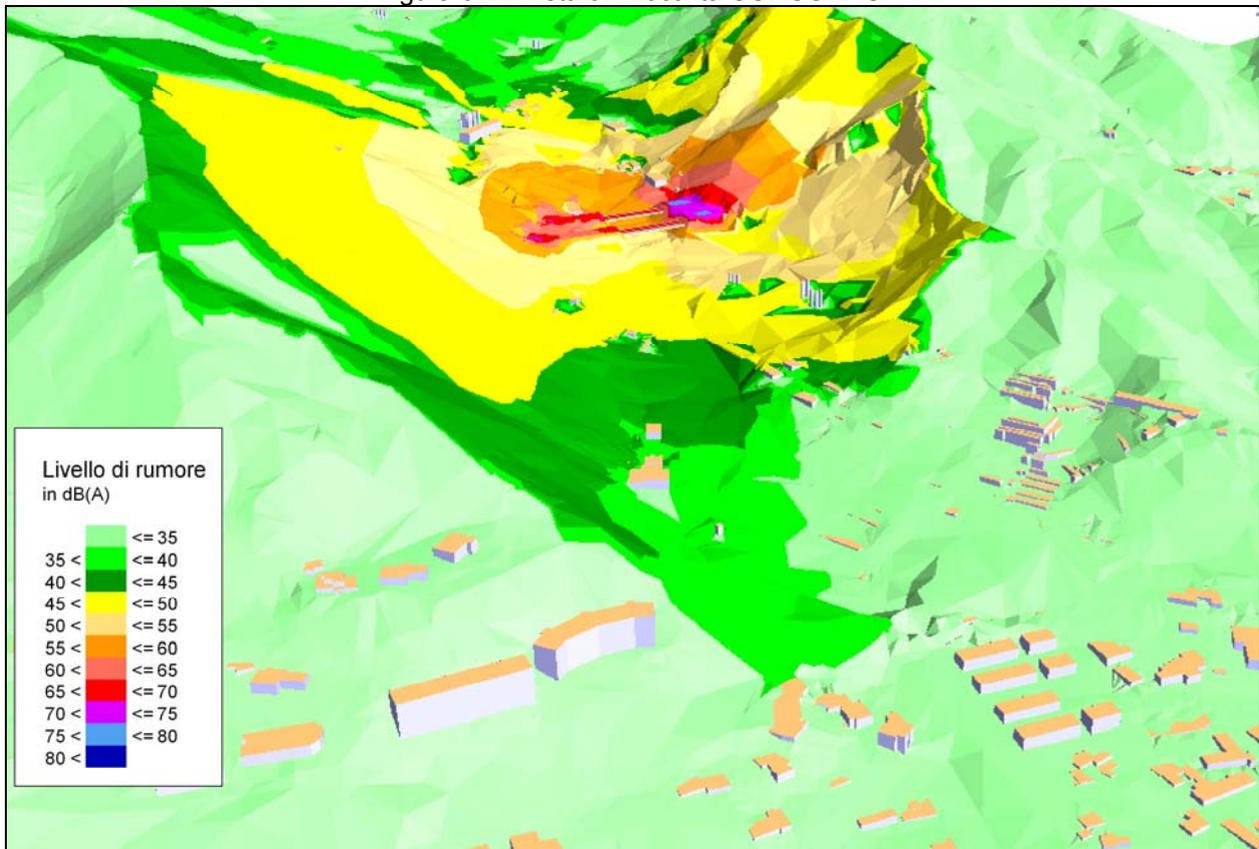


Figura 3.13 Vista 3D Località PACE

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.4.5.9 Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione

I livelli di impatto sono stati calcolati e verificati anche su tutti i piani e su tutte le facciate di ciascun edificio contenuto all'interno di un ambito di 500 m dalla infrastruttura stradale di progetto, ad esclusione di quanto censito o classificato come "altro" e in generale di dimensioni superficiali inferiori a 30 mq. Inoltre non sono state considerate le facciate di lunghezza inferiore a 2 m.

Il punto di calcolo è stato posizionato a 1 m dalla facciata. Per ogni edificio è stata successivamente individuata la facciata più esposta.

I risultati dei calcoli puntuali per le facciate di massima esposizione sono confluiti in una Tabella nell'Allegato "Verifiche di calcolo puntuali" CG0700PSZDGAMIAQ300000001.

In particolare la Tabella contiene per ogni edificio e piano e per entrambi i periodi di riferimento i livelli di clima acustico, i livelli di impatto ante e post mitigazione, i limiti di zona o i livelli di soglia in caso di concorsualità, gli esuberi/margini e il livello in ambiente abitativo nel caso sia necessaria la verifica di fonoisolamento sul ricettore. Vengono inoltre specificate le destinazioni d'uso del ricettore e le sorgenti concorsuali eventualmente presenti. Ciascun ricettore è identificabile mediante apposito codice riportato nelle planimetrie nell'Allegato "Calabria – Localizzazione, tipizzazione e denominazione dei ricettori" CG0700PP6DGAMIAQ300000001 e "Sicilia - Localizzazione, tipizzazione e denominazione dei ricettori" CG0700PP6DGAMIAQ300000002. E' inoltre specificata la planimetria in cui ricade il singolo ricettore.

#### **Versante Calabria**

La distribuzione dei livelli di impatto conseguenti all'esercizio dell'infrastruttura stradale (Figura 3.14) evidenzia una prevalenza di livelli inferiori a 35 dBA, documentando quindi che all'interno dell'ambito di studio l'intensità degli impatti è complessivamente bassa. Livelli più significativi, dell'ordine di grandezza del limite proprio dell'infrastruttura (65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno), incidono meno del 3-5%.

Per quel che riguarda gli esuberi la Tabella 3.3 documenta una situazione di diffusa e generalizzata conformità, con una netta prevalenza di margini superiori a 2 dBA, mentre gli esuberi superiori all'ordine di approssimazione del modello (2 dBA) sono all'incirca 1% nel periodo notturno e decisamente inferiori nel periodo diurno.

I superamenti, riguardano l'ambito circostante il viadotto di accesso e i tratti di rilevato/trincea fino agli imbocchi delle gallerie lato Ponte. Gli esuberi più elevati in particolare sono stimati sul lato est del tracciato in progetto, in carreggiata direzione Messina e, nel periodo notturno, sono compresi tra 6 e 11 dBA rispetto al limite di fascia di 55 dBA.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

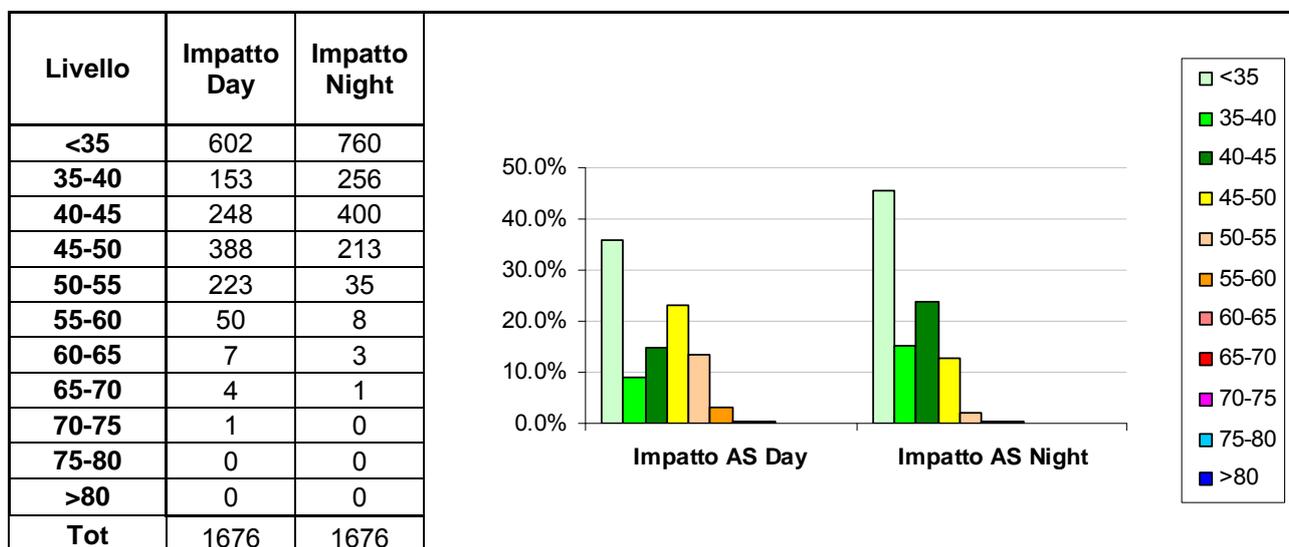


Figura 3.14 Distribuzione in classi di rumore dei livelli di impatto stradale Calabria

Esubero	N° edifici	
	N° day	N° night
<b>E ≤ -2</b>	1662	1593
<b>-2 &lt; E &lt; 0.5</b>	8	43
<b>0.5 &lt; E &lt; 2</b>	3	23
<b>2 &lt; E &lt; 5</b>	2	11
<b>E &gt; 5</b>	1	6
<b>Tot</b>	<b>1676</b>	<b>1676</b>

Tabella 3.3 Distribuzione esuberi/margini impatto stradale Calabria

### Versante Sicilia

La classe di rumore prevalente, in analogia al versante Calabria, è quella caratterizzata da livelli inferiori a 35 dBA, seguono le classi dei livelli compresi tra 50 e 55 dBA per il periodo diurno e 45-50 dBA per il periodo notturno con percentuali del 20% circa. Livelli più significativi, dell'ordine di grandezza del limite proprio dell'infrastruttura (65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno), incidono al più per il 5% (Figura 3.15).

La Tabella 3.4 relativa alla distribuzione in classi di margini/esubero all'interno dell'ambito di studio documenta anche in questo caso una situazione di diffusa e generalizzata conformità, con una netta prevalenza di margini superiori a 2dBA, mentre gli esuberi superiori all'ordine di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

approssimazione del modello (2 dBA) ricorrono per circa l'1.5-2.5 %. I superamenti più significativi riguardano:

- il tratto di trincea T01 e trincea profonda T02 tra il viadotto Pantano e l'area di esazione, con esuberi in periodo notturno fino a 10-12 dBA rispetto al limite di fascia di 55 dBA o a livelli di soglia di 52-54 dBA.
- l'ambito dell'imbocco lato Messina della Galleria Faro Superiore e del tratto in trincea profonda T03 con esuberi di 8-9 dBA in periodo notturno rispetto al limite di fascia di 55 dBA.
- la località Pace, con superamenti fino a 8-10 dBA in periodo notturno rispetto al limite di fascia di 55 dBA.

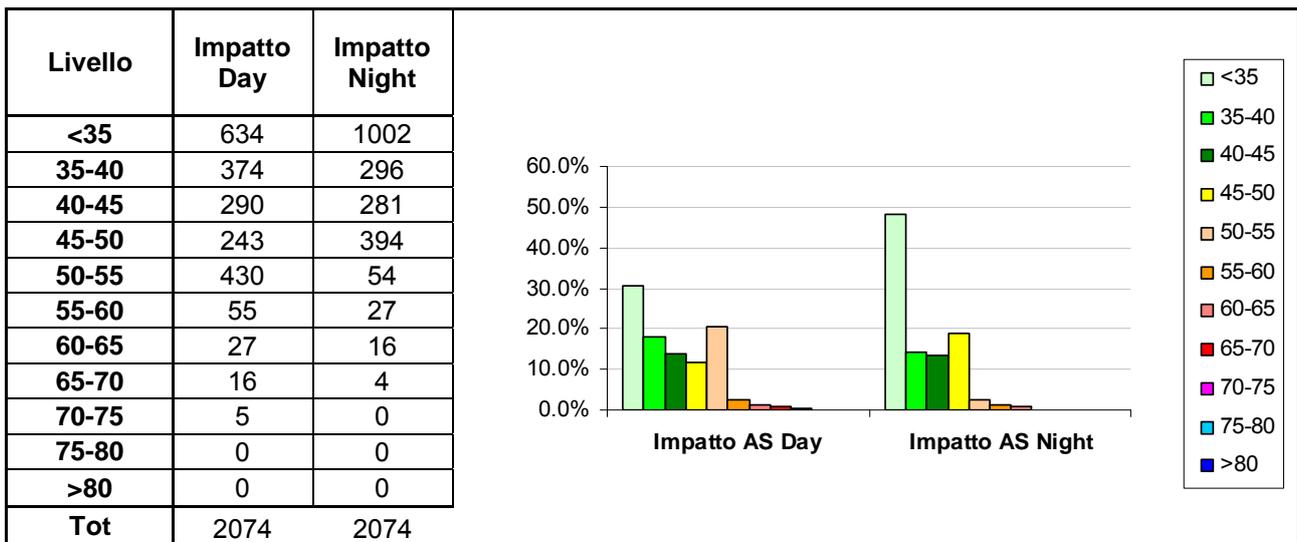


Figura 3.15 Distribuzione in classi di rumore dei livelli di impatto stradale Sicilia

Esuberato	N° edifici	
	N° day	N° night
<b>E ≤ -2</b>	2032	1893
<b>-2 &lt; E &lt; 0.5</b>	8	81
<b>0.5 &lt; E &lt; 2</b>	4	50
<b>2 &lt; E &lt; 5</b>	12	16
<b>E &gt; 5</b>	18	34
<b>Tot</b>	<b>2074</b>	<b>2074</b>

Tabella 3.4 Distribuzione esuberi/margini impatto stradale Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.4.6 Progettazione interventi di mitigazione

La mappatura di impatto acustico post mitigazione rappresenta il punto di arrivo dello studio previsionale a lungo termine e la traduzione, in indicatori di rumore, degli effetti degli interventi di mitigazione sul campo sonoro generato dall'esercizio autostradale. La mappatura viene pertanto preceduta dalla progettazione degli interventi di mitigazione "attivi" e "passivi" e dall'analisi della fattibilità tecnica, acustica e paesaggistica dell'installazione. Si prevede un intervento di mitigazione realizzato contestualmente alla realizzazione della infrastruttura autostradale, e in accordo alla macro scala di priorità indicata dal DMA 29.11.2000:

- direttamente sulla sorgente rumorosa;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

Per tutto il tracciato in progetto, con l'esclusione dell'opera di attraversamento, è stato ritenuto importante dar corso in primo luogo ad una applicazione estensiva di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti, affiancando alcuni interventi "attivi" complementari quali l'installazione di giunti silenti nei viadotti.

Gli interventi sulla via di propagazione del rumore sono stati spinti sino ad un punto di ragionevolezza tecnica ed economica, non dimenticando le problematiche di installazione, le problematiche legate alla sicurezza, le implicazioni di ordine paesaggistico e i margini di affinamento del quadro previsionale che potranno confluire nel progetto esecutivo.

Le barriere antirumore sono state prioritariamente dimensionate a protezione dei ricettori residenziali e dei ricettori sensibili. Ciò non toglie che nelle aree in cui l'urbanizzazione è mista il dimensionamento protegga anche edifici caratterizzati da fruizioni non residenziali. Per l'ottimizzazione del dimensionamento delle barriere antirumore sono stati presi in considerazione i seguenti criteri:

- altezza e tipologia di intervento da definire localmente in relazione ai vincoli di natura tecnica, alla fattibilità acustica nel perseguimento degli obiettivi di mitigazione e all'impatto paesaggistico;
- mitigazione con barriere di tutti i ricettori residenziali all'interno dei 250 m, a meno di casi di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

comprovata inefficacia acustica dell'intervento. Nel caso in cui l'intervento non risulti esaustivo nel conseguimento dei limiti normativi potranno essere previste delle verifiche sui ricettori;

- mitigazione con barriere dei principali nuclei residenziali che accolgono ricettori sensibili all'interno di 500 m dal tracciato;
- mitigazione con barriere delle principali aree di espansione o completamento residenziale.

Eventuali esuberi rispetto ai livelli di soglia o ai limiti di immissione diurno o notturno devono essere letti con la consapevolezza che lo scenario futuro è stato definito, in termini prudenziali, non considerando la progressiva riduzione delle emissioni del parco circolante attuale.

#### 3.4.6.1 Pavimentazione stradale fonoassorbente

Le strategie di ricerca europee per un'Europa più silenziosa sono, attualmente, fortemente concentrate sulla possibilità di ridurre considerevolmente il rumore da rotolamento che rappresenta la componente dominante di emissione.

L'azione è indirizzata da un lato al miglioramento prestazionale delle pavimentazioni stradali e, dall'altro, all'ottimizzazione acustica degli pneumatici al fine di modificare lo spettro di emissione.

La sperimentazione sulle pavimentazioni in atto in Europa è disomogenea perché tende a privilegiare da parte dei singoli Stati l'esperienza maturata in passato su specifici settori di produzione dei conglomerati bituminosi, anche in relazione alle differenti esigenze poste dalle condizioni climatiche. In alcuni paesi sono in corso verifiche su pavimentazioni porose mentre in altri l'attenzione è stata concentrata sulle pavimentazioni proelastiche.

Parlando di nuove tecnologie per le pavimentazioni stradali ci si riferisce tuttavia sempre a tecniche che hanno a che fare con i bitumi modificati. Il conglomerato drenante si propone come una tappa fondamentale nel cammino verso la soluzione dei problemi di sicurezza, di comfort di guida in caso di pioggia e per la riduzione dell'inquinamento acustico, anche se non può e non deve essere considerato l'unica soluzione nei tempi medio lunghi.

L'intervento sulle pavimentazioni è, infatti, caratterizzato dal sostanziale vantaggio di non essere definitivo ma di richiedere, al termine della vita utile dell'ordine di 4–7 anni, la sostituzione. E' quindi possibile prevedere l'introduzione, in tempi successivi alla prima posa, di pavimentazioni di nuova generazione o più performanti, nel frattempo passate dalla fase di sperimentazione alla fase

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

applicativa corrente.

Caratteristica principale della pavimentazione drenante è la capacità di modificare il timbro del rumore, spostando i massimi dello spettro verso le basse frequenze e impoverendo l'emissione di frequenze medio-alte (Figura 3.16). Da notare a tal riguardo che i limiti di rumorosità sono espressi dalla normativa nazionale in dB(A) e che sulla scala di pesatura "A" le basse frequenze sono avvantaggiate.

Dalle esperienze europee si può evincere che l'obiettivo di breve periodo per le pavimentazioni stradali viene individuato in una riduzione di 4 dB(A) medi sul tempo di vita della pavimentazione. Per le pavimentazioni innovative, attualmente non ancora passate dalla fase sperimentale alla fase applicativa corrente, sono attese riduzioni medie sul tempo di vita della pavimentazione di 6 dB(A).

Le aree di ricerca che si stanno percorrendo riguardano il miglioramento delle superfici porose, l'applicazione di asfalti a doppio strato, il miglioramento delle superfici non porose e, infine, l'applicazione di pavimentazioni di terza generazione definite "silent roads".

È importante sottolineare che la qualità dei manti drenanti dipende dalla presenza dei vuoti: la vita utile del manto stradale è quindi associata al persistere, nella struttura stessa della pavimentazione, di una certa percentuale di vuoti intercomunicanti.

Il traffico, le polveri ed ogni altro tipo di materiale che si posa sulla superficie del manto può ridurre o eliminare quasi totalmente la porosità. Questo fenomeno, definito di "colmatazione", determina una graduale riduzione delle proprietà drenanti/fonoassorbenti e può in casi limite annullare tutti i vantaggi descritti. La letteratura scientifica e le evidenze sperimentali documentano riduzioni generalmente comprese tra 1 – 2 dB(A) dopo 3–4 anni.

Lo scenario previsionale di lungo periodo 2036 affida alle pavimentazioni drenanti una riduzione generalizzata di 3 dBA dei livelli di rumore a vantaggio di tutto il sistema ricettore, residenziale e non residenziale, presente lungo il corridoio autostradale, con l'esclusione del ponte dove verranno utilizzate pavimentazioni speciali non fonoassorbenti. Questa assunzione è prudenziale rispetto alle prestazioni medie ottenibili nel corso della vita della pavimentazione. Il fenomeno di degrado delle caratteristiche drenanti, e di conseguente riduzione delle caratteristiche fonoassorbenti, può essere monitorato con misure annuali di permeabilità.

La Tabella 3.5 riporta i valori tipici di fonoassorbimento delle pavimentazioni stradali fonoassorbenti.

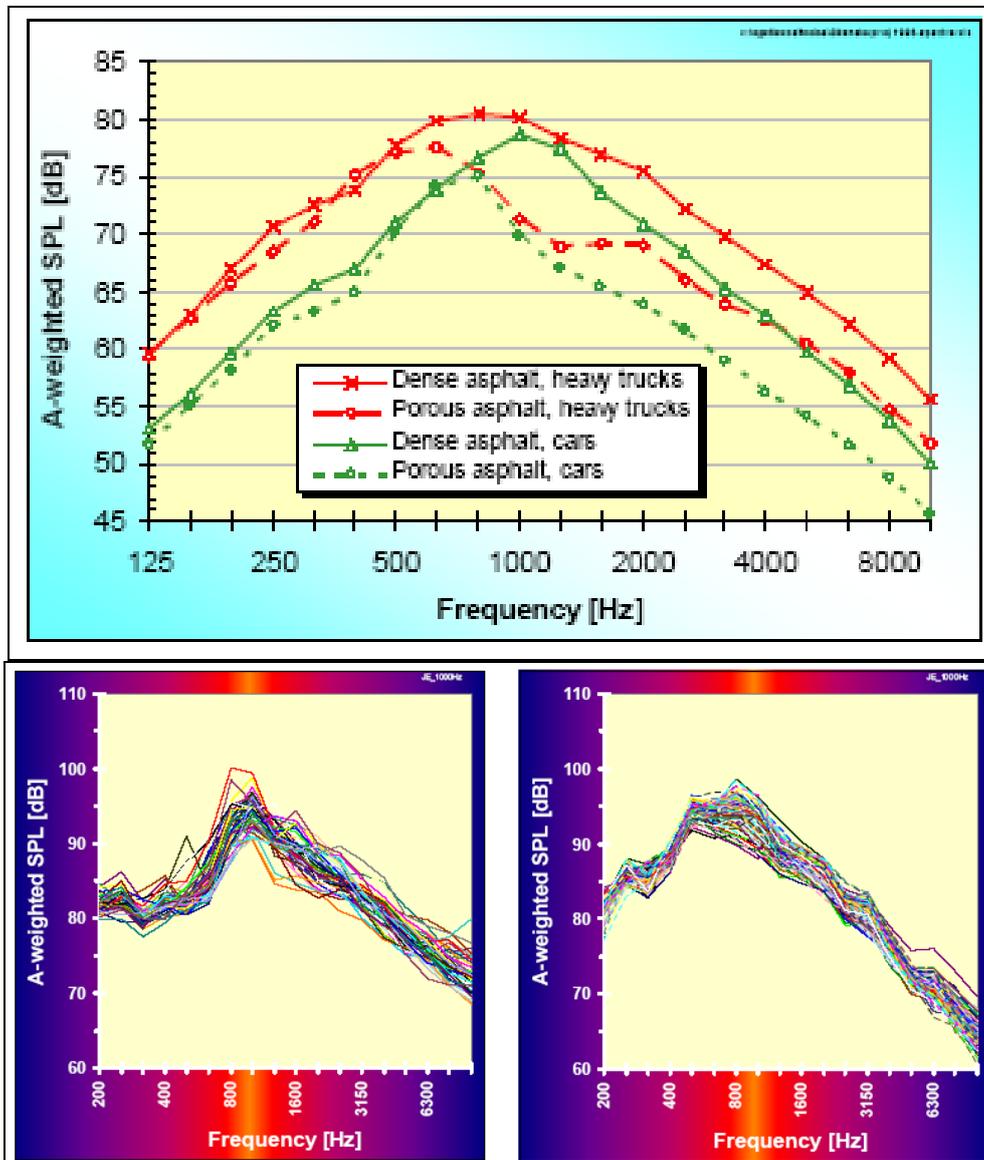


Figura 3.16 Spettri di rumore per veicoli leggeri e pesanti su pavimentazioni in asfalto tradizionale (sx) e drenante (dx)

Incidenza normale ( $\theta = 90^\circ$ )				Incidenza radente ( $\theta = 30^\circ$ )			
Hz	400-630	800-1600	2000-2500	Hz	400-630	800-1600	2000-2500
$\alpha_{\epsilon} \nu$	0.10	0.30	0.50	$\alpha_{\epsilon} \nu$	0.25	0.50	0.25

Tabella 3.5 Coefficienti di fonoassorbimento pavimentazioni stradali antirumore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.4.6.2 Giunti silenziosi

Le misure di rumore svolte su viadotti autostradali testimoniano che una corretta scelta del giunto permette di garantire una sostanziale riduzione delle emissioni di carattere impulsivo originate dall'impatto del pneumatico sul giunto. I giunti a tampone polimerico dimostrano prestazioni migliori di 1-2 dBA rispetto ai giunti in neoprene armato: la minore rumorosità del giunto a tampone deriva dal conferimento di una migliore complanarità e continuità tra pavimentazione e giunto.

I giunti a tampone polimerico sono composti da quattro parti funzionali. La prima è costituita dal sistema di supporto e di collegamento con l'impalcato in malta di legante elasto-polimerico ed inerti selezionati. Su di essa si inserisce il sistema di scorrimento che è composto da legante elasto-polimerico e da particolari fibre in gomma. Tra le due componenti si inserisce il sistema poliuretano (rivestito sulla parte inferiore e superiore con tessuto non tessuto) con lo scopo di costruire un "materassino" di interconnessione elastica tra il sistema di supporto e collegamento ed il sistema elastopolimerico di scorrimento. Infine è previsto un sistema di drenaggio delle acque di sottopavimentazione per evitare deleterie azioni di "pompaggio" sotto traffico dell'acqua.

Tali giunti vengono posti in opera a pavimentazione finita attraverso l'asportazione della pavimentazione a cavallo del giunto, il getto e la stesa della malta elasto-polimerica, la posa del materasso preformato intermedio a base poliuretano e infine la stesa, a superamento totale del varco e sino a complanarità delle pavimentazioni contigue, del sistema elasto-polimerico di movimento.

### 3.4.6.3 Barriere antirumore

I requisiti prestazionali acustici e non acustici da soddisfare sono indicati dalle norme UNI EN 1793-1,2 e UNI EN 1794-1,2: le prove del potere fonoisolante R devono essere eseguite secondo la norma EN 1793-2 e l'indice di valutazione del potere fonoisolante DLR si ricava secondo le norme EN 1793-2 e EN 1793-3; il coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_s$  deve essere certificato secondo la norma EN 1793-1 e l'indice di valutazione dell'assorbimento acustico DL  $\alpha$  si ricava secondo le norme EN 1793-1 e EN 1793-3. La curva in frequenza dell'indice di assorbimento acustico dei pannelli fonoassorbenti deve soddisfare i requisiti minimi indicati in Figura 3.17.

Considerando la normativa vigente e lo stato dei luoghi, il progetto acustico suggerisce che i materiali da utilizzare per la realizzazione delle barriere antirumore abbiano i seguenti requisiti prestazionali minimi:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- pannelli trasparenti fonoriflettenti in vetro stratificato/PMMA, categoria di isolamento B2, DLR 15-24 dB;
- pannelli opachi fonoassorbenti (in calcestruzzo, metallo, legno cemento o altro materiale scelto dai progettisti del paesaggio), categoria di assorbimento A2,  $DL\alpha = 4-7$  dB; categoria di isolamento B2, DLR 15- 24 dB.

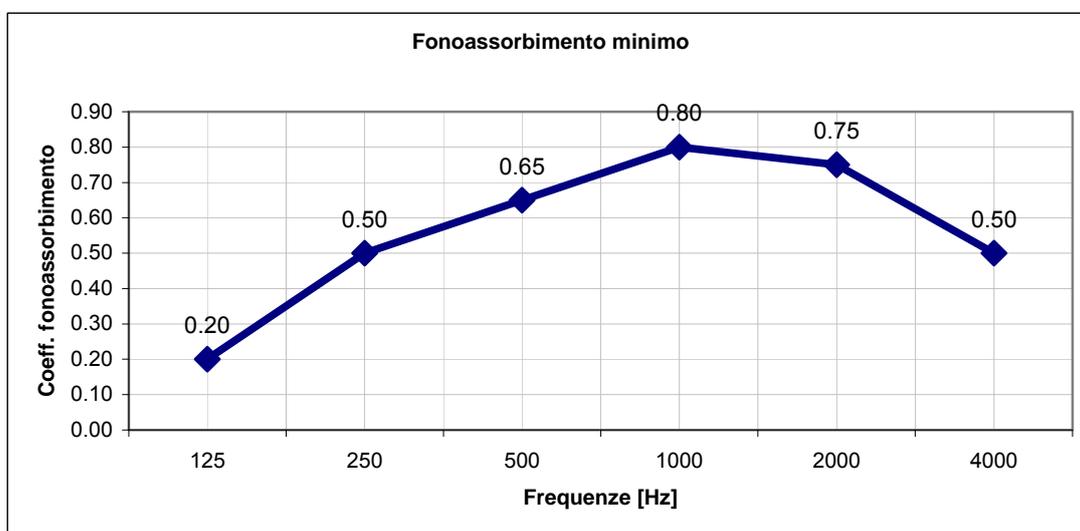


Figura 3.17 Coefficienti di fonoassorbimento minimi barriere antirumore (DMA 29.11.2000)

### Versante Calabria

La progettazione acustica delle barriere antirumore ha permesso di definire la geometria (altezza, lunghezza, superficie), localizzazione e condizioni di installazione degli interventi sulla propagazione del rumore. L'elenco delle barriere antirumore è riportato in Tabella 3.6.

L'impegno complessivo in barriere antirumore è pari a 280 m in carreggiata direzione Messina, con altezze comprese tra 4 m e 5 m. Il tratto iniziale delle barriere antirumore andrà scalettato in altezza al fine di un migliore inserimento visivo del manufatto sia rispetto ai viaggiatori sia ai ricettori.

Si evidenzia che è presente un Piano di Risanamento Acustico del tracciato A3 in configurazione ammodernato. In conseguenza della realizzazione delle rampe autostradali di collegamento al

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

tracciato A3, sarà necessario lo spostamento delle barriere ivi previste che verranno ad interferire con il tracciato delle nuove opere in progetto. In conseguenza dello spostamento sul ciglio delle nuove rampe delle mitigazioni, sarà previsto, ove possibile, un innalzamento pari a 1 m dell'altezza della mitigazione acustica dimensionata dal progetto acustico dell'A3.

In particolare le barriere sono localizzate in corrispondenza delle seguenti progressive chilometriche riferite al tracciato A3:

- Dal Km 427+698.50 al km 427+989.00 in direzione Villa S. Giovanni
- Dal Km 428+282.50 al km 428+525.50 in direzione Villa S. Giovanni
- Dal Km 432+176 al km 432+316 in direzione Scilla

CODICE	COMUNE	ASSE	Altezza [m]	Lunghezza [m]	pk iniz	pk fin	Tipo	Note
S-BAR01	Villa S. G.	ME	5.0	108.00	0+125	0+233	Mista	(1)
S-BAR02	Villa S. G.	ME	4.0	50.00	0+233	0+274	Mista	(1)
S-BAR03	Villa S. G.	ME	5.0	122.00	0+274	-	Mista	(2)
				280.00				
Note: (1) Installazione ciglio stradale tracciato in viadotto (2) Installazione su ciglio trincea rampa N3								

Tabella 3.6 Elenco barriere antirumore Calabria

### Versante Sicilia

La progettazione acustica delle barriere antirumore ha permesso di definire la geometria (altezza, lunghezza, superficie), localizzazione e condizioni di installazione degli interventi sulla propagazione del rumore. L'elenco delle barriere antirumore è riportato in Tabella 3.7.

L'impegno complessivo in barriere antirumore è pari a 1368 m, 230 m in carreggiata direzione Messina e 1138 m direzione Reggio Calabria, con altezze comprese tra 3 m e 5 m. Il maggiore impegno in carreggiata direzione Messina è una diretta conseguenza della localizzazione a nord e nord-ovest del tracciato delle principali aree residenziali. Il tratto iniziale delle barriere antirumore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

andrà scalettato in altezza al fine di un migliore inserimento visivo del manufatto sia rispetto ai viaggiatori sia ai ricettori.

CODICE	COMUNE	ASSE	Altezza [m]	Lunghezza [m]	pk iniz	pk fin	Tipo	Note
S-BAR01	Messina	ME	4.0	149.00	0+980	1+240	Mista	(1)(3)
S-BAR02	Messina	RC	5.0	259.00	1+000	1+143	Mista	(1)
S-BAR03	Messina	RC	5.0	69.00	1+120	1+188	Mista	(1)
S-BAR04	Messina	RC	5.0	307.50	0+780	1+120	Mista	(1)
S-BAR05	Messina	RC	3.0	70.00	0+706	0+780	Mista	(1)
S-BAR06a	Messina	RC	5.0	99.67	5+484	5+573	Mista	(1)
S-BAR06b	Messina	RC	5.0	176.29	5+561	5+737	Mista	(1)
S-BAR07	Messina	RC	5.0	34.00	5+574	5+827	Mista	(3)
S-BAR08	Messina	RC	5.0	122.60	5+608	5+716	Mista	(1)
S-BAR09	Messina	ME	5.0	23.00	7+203	7+226	Mista	(1)
S-BAR10	Messina	ME	4.0	58.00	7+226	7+284	Mista	(2)
				1368.00				
<b>Note:</b> (1) Installazione ciglio stradale tracciato in rilevato (2) Installazione ciglio stradale tracciato in viadotto (3) Installazione su paratia/ciglio trincea								

Tabella 3.7 Elenco barriere antirumore Sicilia

#### 3.4.6.4 Insonorizzazione imbocchi gallerie e muri di controripa

L'insonorizzazione degli imbocchi delle gallerie e il rivestimento dei muri di controripa in prossimità degli imbocchi rappresentano interventi "attivi" significativi in termini di riduzione dei livelli in dBA e di miglioramento degli effetti uditivi. Questi ultimi possono essere annoverati tra gli accorgimenti di "sound design" del tracciato autostradale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

L'intervento di insonorizzazione degli imbocchi consiste nella realizzazione di un rivestimento della parte terminale della galleria con pannelli fonoassorbenti per uno sviluppo longitudinale di 25 m e altezza 3 m. L'obiettivo di mitigazione prevede la riduzione di 3 dBA dell'immissione di rumore ad un 1 m di distanza dall'imbocco del tunnel. I materiali, con caratteristiche fonoassorbenti, possono essere scelti in relazione allo spettro del rumore stradale, con particolare attenzione al campo delle frequenze medio-basse.

Il rivestimento dei muri di controripa, muri di sostegno, ecc. in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie può essere realizzato con posa di blocchi/pannelli fonoassorbenti in calcestruzzo, legno-cemento, metallo, ecc. a contatto con la struttura portante. Rispetto alle possibili soluzioni in termini di materiali, eco-compatibilità, integrazione con prodotti fotocatalitici per la riduzione dell'inquinamento atmosferico, resa visiva, ecc., nel corso del P.E. la scelta dovrà privilegiare materiali caratterizzati dalla capacità di assorbire in modo significativo l'energia acustica incidente su di essi riducendo l'energia acustica riflessa. La capacità di fonoassorbimento è valutata attraverso i coefficienti di assorbimento acustico  $\alpha_s$  determinati secondo la metodologia ISO 354-1985, alle frequenze centrali di banda 1/3 d'ottava da 125 a 4000 Hz. Devono essere preferiti materiali con coefficiente di fonoassorbimento  $\alpha_s$  minimo di 0.5 su tutto lo spettro del rumore stradale. La Figura 3.18 visualizza alcuni esempi di rivestimento di corrente utilizzo.

### **Versante Calabria**

Al fine di migliorare l'efficienza ambientale delle gallerie stradali e di limitare l'intrusione del rumore verso l'esterno, è previsto il silenziamento degli imbocchi di tutte le gallerie. L'intervento ha specifiche necessità di riduzione dei livelli di rumore nelle seguenti gallerie:

- Galleria Pian di Lastrico, Rampa B e Rampa M in direzione dello svincolo A3 di Villa S. Giovanni.
- Imbocco Rampa M in direzione dello svincolo A3 di Villa S. Giovanni.

Negli altri casi l'intervento ha lo scopo di ridurre, in particolare nei periodi di minimo livello di rumore di fondo (in periodo notturno), il rapporto S/N del singolo transito di veicolo in uscita dalla galleria.

### **Versante Sicilia**

L'intervento di insonorizzazione ha specifiche necessità di riduzione dei livelli di rumore nelle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

seguenti gallerie:

- Galleria Faro Superiore lato Messina;
- Galleria Balena I;
- Galleria Le Fosse lato Reggio Calabria;
- Galleria Serrazzo lato Reggio Calabria.

Negli altri casi l'intervento ha lo scopo di ridurre, in particolare nei periodi di minimo livello di rumore di fondo (in periodo notturno), il rapporto S/N del singolo transito di veicolo in uscita dalla galleria.

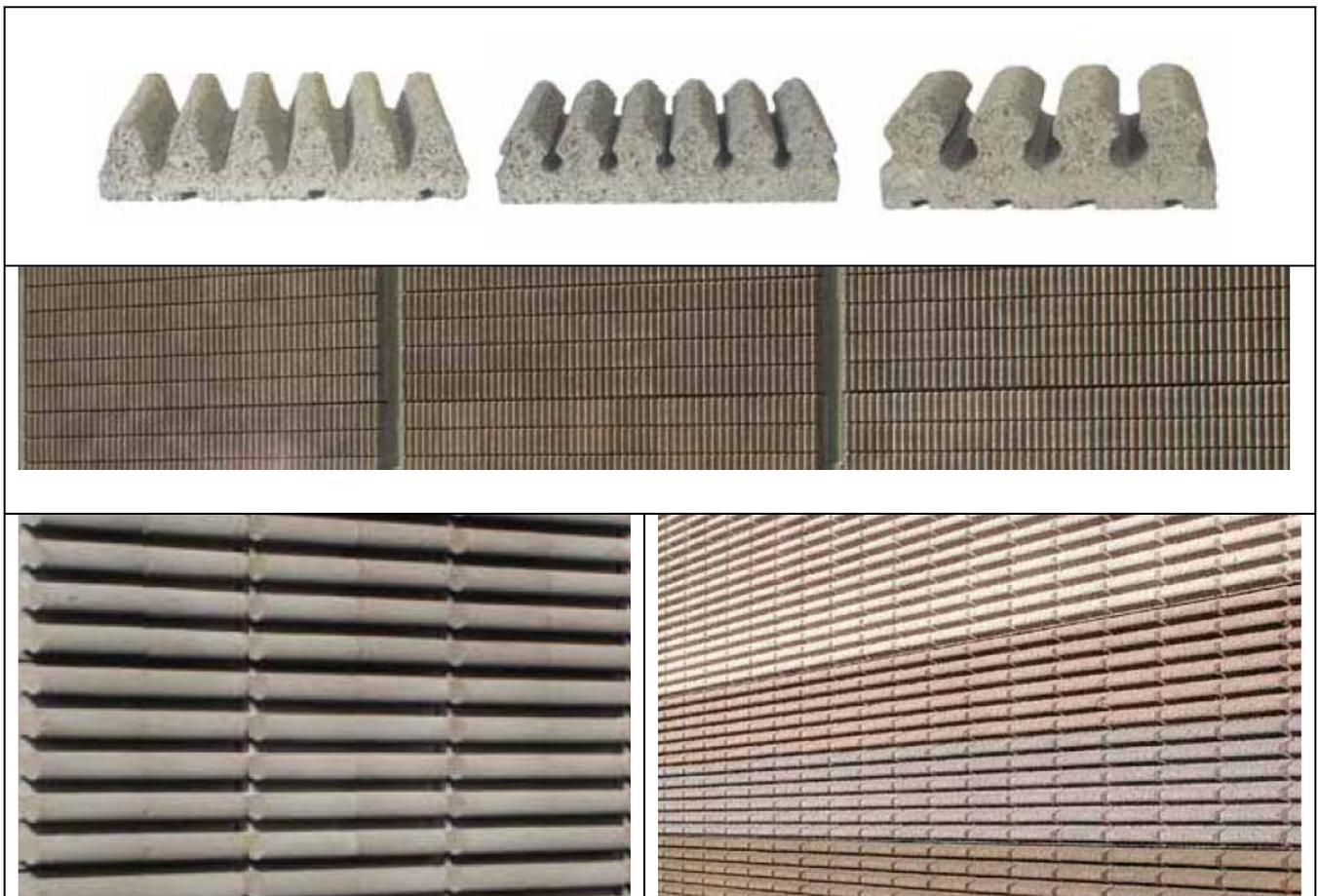


Figura 3.18

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.4.6.5 Interventi sui ricettori

Il DPR 142/2004 all'Art. 6 Comma 2 contempla, in analogia all'Art. 4 comma 3 del DPR 459/98 sul rumore ferroviario, la possibilità di adottare interventi diretti sul ricettore qualora i valori limite applicabili all'interno della fascia di pertinenza (limiti di immissione o livelli di soglia), o i valori limite all'esterno della fascia di pertinenza, non siano tecnicamente conseguibili. Le linee guida per la predisposizione degli interventi diretti introdotte all'Art. 7 del DPR 142/2004, demandate ad una Commissione istituita con decreto del Ministro dell'Ambiente, di concerto con i Ministro dei Trasporti e della Navigazione e della Sanità, non sono ancora state predisposte.

Gli interventi diretti devono garantire il rispetto di 40 dBA in periodo notturno nei ricettori residenziali, 45 dBA in periodo diurno negli edifici scolastici, 35 dBA in periodo notturno negli ospedali, case di cura e case di riposo. Questi interventi possono consistere in:

- sostituzioni dei serramenti esistenti;
- applicazione di doppi serramenti;
- miglioramento delle prestazioni fonoisolanti degli elementi deboli di facciata (cassonetti,...)
- ecc.

Il miglioramento del fonoisolamento acustico può richiedere, come azione compensativa della limitazione nell'uso della ventilazione naturale, la predisposizione di impianti di condizionamento. E' pertanto evidente quanto questi interventi possano essere problematici richiedendo autorizzazioni alla loro realizzazione da parte della proprietà, autorizzazioni comunali, costi di manutenzione degli impianti.

Il progetto degli interventi di mitigazione ha avuto pertanto l'obiettivo prioritario di minimizzare il ricorso agli interventi diretti.

La verifica dei livelli di rumore in ambiente abitativo svolta per i pochi ricettori caratterizzati da livelli post mitigazione superiori ai limiti di legge, considerando valori di fonoisolamento di facciata estremamente prudenziali (17 dBA), ha evidenziato la presenza di alcuni edifici per i quali gli interventi di mitigazione attivi e sulla propagazione non sarebbero sufficienti a garantire il rispetto del limite in ambiente abitativo. La ridotta entità degli esuberi (1-2 dBA) rispetto al limite di fascia, esuberi quindi dell'ordine della sovrastima del modello previsionale, consiglia di prevedere nel P.E. delle verifiche di fonoisolamento di facciata dei ricettori.

In corrispondenza di questi ricettori dovranno essere svolte nella fase di PE opportune verifiche e

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

approfondimenti sperimentali sull'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, in accordo alla UNI 20001380 Acustica "Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto", al fine di validare o escludere la realizzazione degli interventi diretti.

### **Versante Calabria**

Le stime previsionali evidenziano su un unico ricettore residenziale (VSG786) al 3° piano f.t. un livello in ambiente abitativo superiore a 40 dBA in periodo notturno, sul quale sarà opportuno verificare nel P.E. l'isolamento acustico di facciata. Si tratta di un edificio a 3 piani localizzato all'altezza del viadotto di accesso a quota superiore rispetto al tracciato in progetto. La geometria sorgente-ricettore e i vincoli di natura tecnica non permettono ulteriori miglioramenti di perdita di inserzione.

### **Versante Sicilia**

Le stime previsionali evidenziano su un unico ricettore residenziale (sigla 773 in planimetria n° 1) un livello in ambiente abitativo superiore a 40 dBA in periodo notturno, sul quale sarà opportuno verificare nel P.E. l'isolamento acustico di facciata. Si tratta di un edificio localizzato alla sommità della trincea profonda T02 prima dell'area di esazione.

### **3.4.7 Mappatura impatto acustico post operam mitigato**

A seguito del dimensionamento acustico degli interventi di mitigazione sono state realizzate le mappe di rumore per lo scenario di post operam mitigato. Le mappature, a 4 m di altezza dal piano campagna locale, sono state ottenute con impostazioni di calcolo analoghe a quelle dello scenario di post operam in assenza di mitigazioni.

### **Versante Calabria**

Gli elaborati di riferimento sono:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   46
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   47
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   48
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   55
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   56
Tracciato stradale-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/3	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   57

Si riporta in Figura 3.19 una vista 3D relativa al periodo notturno.

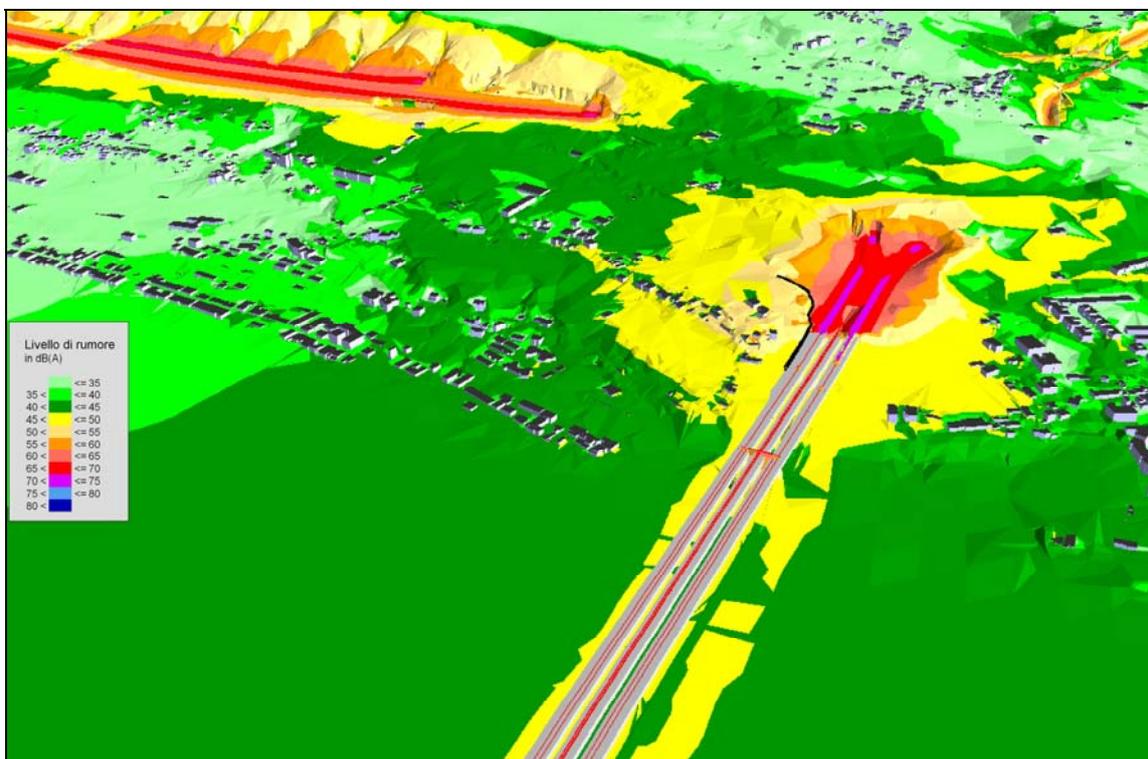


Figura 3.19 Scenario Post Operam Mitigato (Periodo Notturno)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c. per il periodo notturno evidenziano, in corrispondenza dei ricettori residenziali caratterizzati dai massimi livelli di rumore nello scenario di post operam, livelli compresi tra 50 e 55 dBA e pertanto, all'altezza del 2° piano f.t., valori conformi ai limiti di zona di 55 dBA in periodo notturno (edifici in fascia di pertinenza stradale), e una efficacia degli interventi di mitigazione dell'ordine di 10 dBA.

La distribuzione delle classi di rumore (Figura 3.20) evidenzia un incremento dei livelli di impatto inferiori a 35 dBA a fronte di un decremento dei livelli più alti. Anche la Tabella 3.8 documenta il beneficio degli interventi di mitigazione, non si segnalano infatti più edifici caratterizzati da esuberi > a 5 dBA.

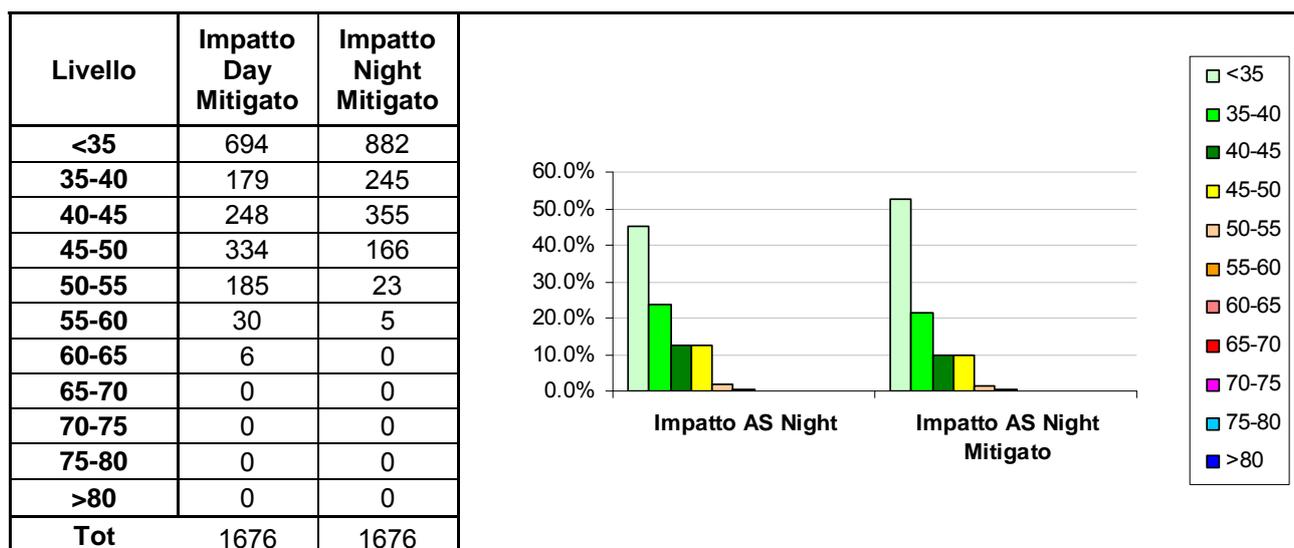


Figura 3.20 Distribuzione classi di rumore impatto stradale mitigato Calabria

Esuberato	N° edifici		N° edifici scenario mitigato	
	N° day	N° night	N° day	N° night
$E \leq -2$	1662	1593	1673	1624
$-2 < E < 0.5$	8	43	3	30
$0.5 < E < 2$	3	23	0	13
$2 < E < 5$	2	11	0	9
$E > 5$	1	6	0	0
<b>Tot</b>	<b>1676</b>	<b>1676</b>	<b>1676</b>	<b>1676</b>

Tabella 3.8 Distribuzione margini/esuberi impatto stradale mitigato Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### Versante Sicilia

La riduzione del campo sonoro ottenibile dalla implementazione di tutti gli interventi di mitigazione, attivi e passivi, precedentemente indicati in accordo agli obiettivi di mitigazione espressi dalla normativa vigente, è resa in forma grafica nella mappatura di impatto acustico post operam mitigato. Le impostazioni di calcolo sono state mantenute analoghe a quelle dello scenario di post operam in assenza di mitigazioni.

I calcoli previsionali hanno permesso la predisposizione di mappe di rumore al continuo riferite ad un piano ricevente ad altezza costante di 4 m dal piano campagna locale. In particolare sono state prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	49
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	50
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	51
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 4/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	52
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 5/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	53
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 6/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	54
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	58
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	59
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	60
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 4/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	61
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 5/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	62
Tracciato stradale-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 6/6	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	63

Le mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c. per il periodo notturno evidenziano livelli compresi tra 50-55 dBA o inferiori in corrispondenza dei ricettori residenziali più vicini al tracciato, ricadenti nell'ambito di pertinenza dell'infrastruttura stradale e soggette pertanto a limiti di zona di 55 dBA in periodo notturno, e una efficacia degli interventi di mitigazione dell'ordine di 10 dBA.

L'efficacia degli interventi di mitigazione progettati emerge anche da quanto riportato nella Figura 3.21 e, nella Tabella 3.9 in particolare, si evidenzia che il numero dei ricettori caratterizzati da

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

esuberi superiori a 5 dBA passano da 7 a 0 nel periodo diurno e da 26 a 1 nel periodo notturno.

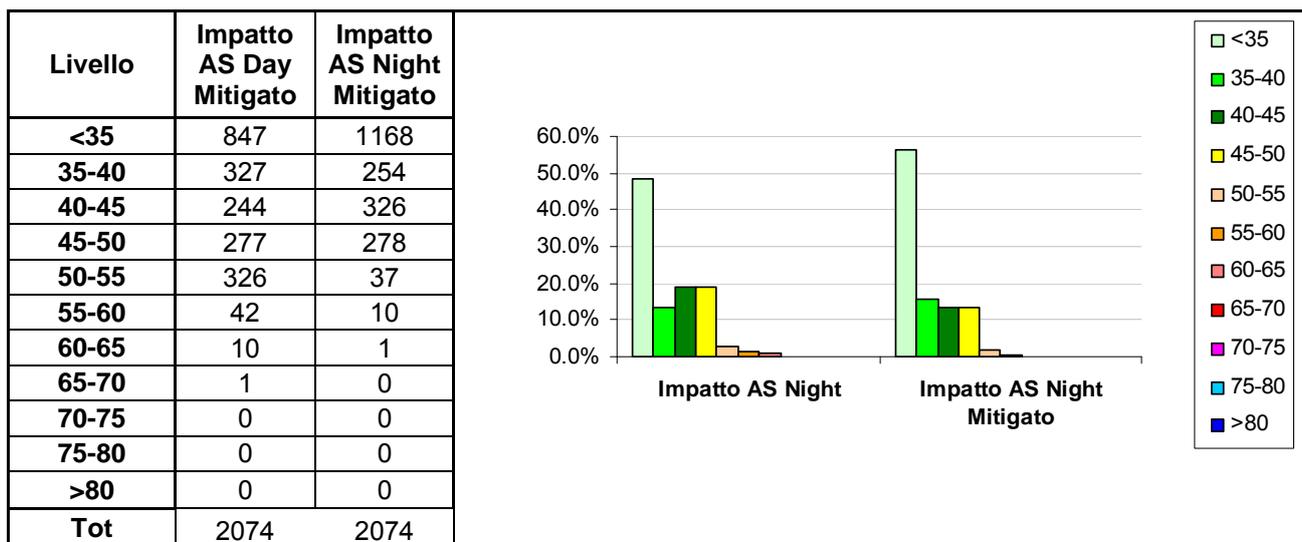


Figura 3.21 Distribuzione classi di rumore impatto stradale mitigato Sicilia

Esuberato	N° edifici		N° edifici scenario mitigato	
	N° day	N° night	N° day	N° night
<b>E ≤ -2</b>	2038	1897	2067	1985
<b>-2 &lt; E &lt; 0.5</b>	10	80	6	55
<b>0.5 &lt; E &lt; 2</b>	7	53	0	24
<b>2 &lt; E &lt; 5</b>	12	18	1	9
<b>E &gt; 5</b>	7	26	0	1
<b>Tot</b>	<b>2074</b>	<b>2074</b>	<b>2074</b>	<b>2074</b>

Tabella 3.9 Distribuzione margini/esuberi impatto stradale mitigato Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 3.5 Analisi previsionale rumore ferroviario

### 3.5.1 Il metodo di calcolo RMR2002 per il rumore ferroviario

Per la mappatura di clima acustico del rumore ferroviario è stato utilizzato il metodo di calcolo RMR2002. Tale metodo di calcolo è raccomandato dal Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La legislazione nazionale italiana ribadisce quanto affermato dal testo redatto dalla Commissione della comunità europea e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 22/08/2003 in merito alle linee guida relative ai metodi di calcolo. Le emissioni sonore legate all'esercizio delle infrastrutture ferroviarie dipendono da:

- condizioni di esercizio (tipologie di treni, velocità di transito, numero di convogli);
- caratteristiche dei binari (rugosità delle rotaie, presenza di scambi, etc.).

Riguardo ai dati di emissione, la EC "Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità" indica quale banca dati generica raccomanda quella dei Paesi Bassi (contenuta nel metodo nazionale RMR per il calcolo del rumore ferroviario (AA.VV., "Reken en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai 2002", Ministerie Volk-shuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Paesi Bassi, 28 marzo 2002).

Vengono inoltre indicati i metodi di misurazione che consentiranno agli Stati membri di generare nuovi dati di emissione per compensare la mancanza, nella base di dati generica, di dati relativi a materiale rotabile e binari non dei Paesi Bassi. Prima di calcolare il «livello di pressione sonora continua equivalente», tutti i veicoli che utilizzano un tratto di linea ferroviaria e seguono le pertinenti direttive di servizio devono essere classificati in una delle 10 categorie di veicoli ferroviari esistenti (Tabella 3.10) o, se del caso, in una categoria ulteriore dopo l'effettuazione delle misurazioni indicate dalla Raccomandazione. Le categorie esistenti riportate nella base di dati di emissioni dei Paesi Bassi si differenziano fra loro principalmente per sistema di trazione e sistema di frenaggio.

Le caratteristiche di emissione acustica di un veicolo ferroviario o di un binario devono essere

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

determinate utilizzando i procedimenti di misurazione descritti nel metodo RMR che presenta tre procedure:

CATEGORIA	DESCRIZIONE DEL TRENO
1	Treni passeggeri con freni a ceppi
2	Treni passeggeri con freni a disco e a ceppi
3	Treni passeggeri con freni a disco
4	Treni merci con freni a ceppi
5	Treni diesel con freni a ceppi
6	Treni diesel con freni a disco
7	Treni comprensoriali e tranvie rapide con freni a disco
8	Treni interurbani e treni lenti con freni a disco
9	Treni ad alta velocità con freni a disco e a ceppi
10	Riservata provvisoriamente per treni ad alta velocità del tipo ICE-3 (M) (TAV Est)

Tabella 3.10 Tipi di convogli sulla base del metodo RMR dei Paesi Bassi

- la procedura A è un metodo semplificato, che consente di determinare se un veicolo ferroviario possa essere assegnato ad una categoria esistente. L'assegnazione avviene principalmente in base al tipo di sistema di trazione (diesel, elettrico, idraulico) e al sistema di frenaggio (a disco o a ceppi);
- la procedura B descrive metodi per ottenere dati sulle emissioni di veicoli ferroviari che non si inquadrano necessariamente in una categoria esistente;
- la procedura C consente la determinazione delle caratteristiche acustiche dell'armamento (traversine, massicciata, ecc.).

La taratura di RMR realizzata per lo studio in oggetto ha fatto uso delle misure di rumore svolte per la caratterizzazione delle emissioni delle linee ferroviarie esistenti Salerno-Reggio Calabria e Messina-Palermo, a partire dagli spettri dei SEL (alla velocità di riferimento dello standard) riportati in Tabella 3.11 per la categoria 2, utilizzata per i convogli Locali e a Lungo Percorrenza, e per la categoria 4 prevista per i convogli Merci.

	Vrif. [Km/h]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz
Cat. 2	160	77.6	87.5	92.1	96.2	94.4	93.7	86.12	72.2
Cat. 4	100	75.6	85.5	92.1	92.9	90.2	86.4	81.4	70.1

Tabella 3.11 Spettro di riferimento convoglio ferroviario (in dB)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Per l'area di Bolano le stime dei livelli di impatto derivano dalle simulazioni contenute nello SIA sul progetto preliminare realizzate con il software Mithra. La modellazione tridimensionale di base del territorio utilizzata nella simulazione MITHRA è stata sviluppata tenendo in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio e la tipologia delle superfici. Le simulazioni sono state svolte implementando i traffici ed i relativi livelli sonori indotti dai transiti sulle opere ferroviarie. Il risultato delle elaborazioni è una serie di mappe di rumore ad altezza costante dal piano campagna locale pari a 4m.

### 3.5.2 Interconfronto tra modelli previsionali rumore ferroviario

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, su mandato del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e in collaborazione con il sistema agenziale ARPA/APPA, ha svolto un'attività di interconfronto tra modelli di simulazione del rumore ambientale, compreso quello ferroviario. L'attività ha avuto l'obiettivo di effettuare un confronto tra i risultati di simulazioni condotte da differenti operatori, utilizzando varie implementazioni commerciali dei metodi di calcolo. Per l'interconfronto sono stati utilizzati una serie di scenari ferroviari standard, comuni a tutti i partecipanti.

Le simulazioni sono state condotte da 6 laboratori, afferenti a ISPRA e a tre Agenzie Regionali (ARPA Lombardia, ARPAT Toscana e ARPA Sicilia). Tre laboratori hanno utilizzato il software di simulazione SoundPlan, due laboratori IMMI ed un laboratorio CadnaA; nell'interconfronto, pertanto, per ciascun scenario sono state ottenute tre valutazioni SoundPlan, due IMMI ed una CadnaA. Ai lavori dell'interconfronto non ha partecipato, invece, RFI; questo non ha permesso di effettuare il paragone tra il modello ad interim "Reken en Meetvoorschrift Rail-verkeerslawaaï" 1996 (RMR), implementato da tutti i laboratori partecipanti, e il modello nazionale di RFI.

Per la realizzazione delle attività, è stato utilizzato un set di scenari predisposti dall'Institute for Health and Consumer Protection (IHCP) del Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea per l'attuazione della Direttiva 2002/49/CE. Il supporto fornito da JRC riguardava, in particolare, un'attività di test cui sottoporre i modelli nazionali utilizzati dagli Stati membri, allo scopo di valutarne le differenze nei risultati ottenuti, per tutte le tipologie di sorgente di rumore, rispetto ai modelli ad interim fissati dalla Comunità Europea.

Dal documento JRC sono stati scelti 9 scenari, relativi alle 3 tipologie di treni (passeggeri, merci e ad alta velocità), tipicamente presenti sulle tratte ferroviarie italiane; l'infrastruttura è stata posta, di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

volta in volta, sul piano di campagna, in trincea od in ri-levato; in ogni scenario, inoltre, sono presenti sezioni con e senza barriere, con presenza di edificato – più o meno denso – e senza edificato.

Gli scenari JRC considerati presentano, nelle diverse sezioni, le seguenti condizioni: linea ferroviaria in campo libero; linea prossima a zone con edificato rado; linea nelle vicinanze di zone con edificato denso; una stazione ferroviaria con blocchi di edifici sparsi in prossimità; linea ferroviaria che descrive una curva in campo libero (Tabella 3.12). Sono presenti, inoltre, barriere antirumore e porzioni di terreno con caratteristiche acustiche assorbenti. I livelli di rumore sono calcolati in corrispondenza di recettori posizionali in campo libero o in facciata degli edifici, prevalentemente ad un'altezza di 4 m.

L'elaborazione dei dati ottenuti dalle simulazioni ha riguardato, tra l'altro, il calcolo delle deviazioni standard medie, in corrispondenza delle singole sezioni, calcolate per le varie tipologie di tracciato. Per ciascun recettore è calcolata la deviazione standard dei valori calcolati dai 6 Laboratori; è poi calcolata la media aritmetica delle suddette deviazioni standard considerando i recettori appartenenti ad una stessa sezione. Nella Figura 3.22 sono riportati i valori ottenuti della deviazione standard media per i casi di treni passeggeri e merci; nella Figura 3.23 è riportato il caso relativo ai treni ad alta velocità. Dalle figure si può osservare quanto segue:

- Sezioni a campo libero (A, B, C): la deviazione standard media risulta contenuta entro 1,5 dB; è leggermente inferiore per la ferrovia a raso, mentre è maggiore con la sorgente in rilevato.
- Sezioni a edificato rado (D, E, F): la deviazione standard media ha valori maggio-ri rispetto alle sezioni a campo libero, attestandosi intorno ai 2 dB e arrivando a circa 3 dB per la sez. D; anche in questo caso la deviazione standard media mostra una tendenza ad essere inferiore con la ferrovia a raso, mentre è maggiore con la sorgente in rilevato.
- Sezioni a edificato denso (G, H): per queste sezioni la deviazione standard media ha valori compresi tra 2-3 dB; a differenza delle precedenti sezioni, in questo caso i valori medi calcolati tendono ad essere maggiori con la ferrovia a raso e leggermente inferiori con la sorgente in rilevato.
- Stazione (sezione I): per i recettori posizionati in corrispondenza della stazione, la deviazione standard media assume i valori più alti rispetto alle altre sezioni, compresi tra 3-4,5 dB e più elevati per la sorgente in trincea.
- Curva (sezione L): il valore della deviazione standard media torna ad assumere valori più

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

contenuti, compresi tra 1-2 dB.

Decisamente più complesso è l'andamento della deviazione standard media per i treni ad alta velocità. In questo caso si osserva che i valori delle deviazioni standard medie sono decisamente più alti rispetto ai treni passeggeri/merci, essendo sempre superiori ai 3 dB e arrivando in alcune sezioni oltre i 7 dB. Inoltre, per quasi tutte le sezioni, si notano valori molto differenti della deviazione standard media per le situazioni di sorgente in trincea rispetto a quelle a raso e in rilevato. Considerando le tre categorie di materiale rotabile (treni passeggeri, merci e ad alta velocità) è stata calcolata, per ciascuna tipologia, la media delle tre configurazioni del tracciato (Figura 3.24). Si osserva come le deviazioni standard delle categorie di treni merci/passeggeri presentano valori piuttosto contenuti, mentre sono decisamente più elevati i valori riscontrati per l'alta velocità.

Un'attenta analisi delle simulazioni ha consentito di verificare che le differenze riscontrate nel caso dei treni ad alta velocità, rispetto alle altre categorie, sono dovute principalmente alle inesattezze, commesse dall'operatore, relative alla scelta di categoria di treni ad alta velocità e al calcolo dei flussi orari dei convogli, soprattutto nel caso dei laboratori che hanno utilizzato il software IMMI.

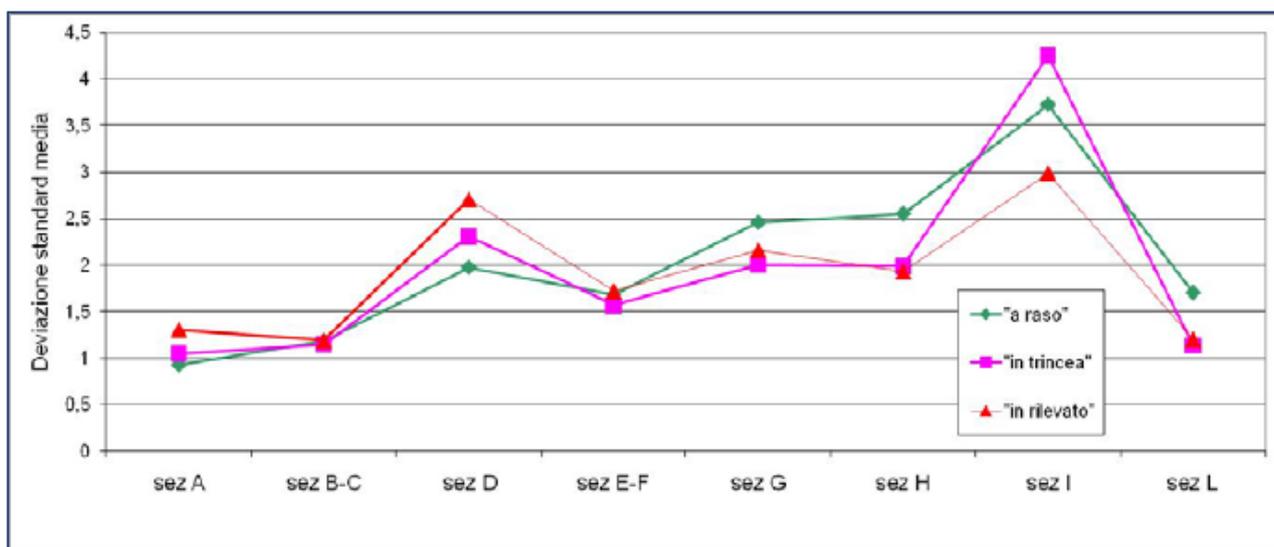


Figura 3.22 Deviazioni standard medie, calcolate per i treni passeggeri e merci, lungo le sezioni del tracciato nei casi di linea "a raso", "in trincea" e "in rilevato"

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

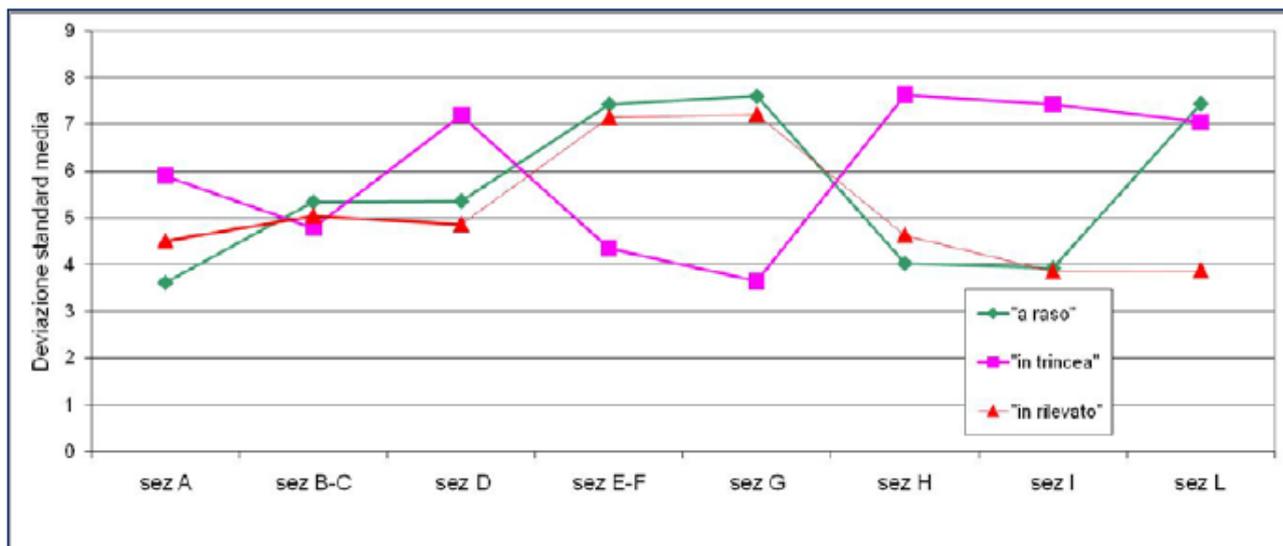


Figura 3.23 Deviazioni standard medie, calcolate per i treni ad alta velocità, lungo le sezioni del tracciato nei casi di linea "a raso", "in trincea" e "in rilevato"

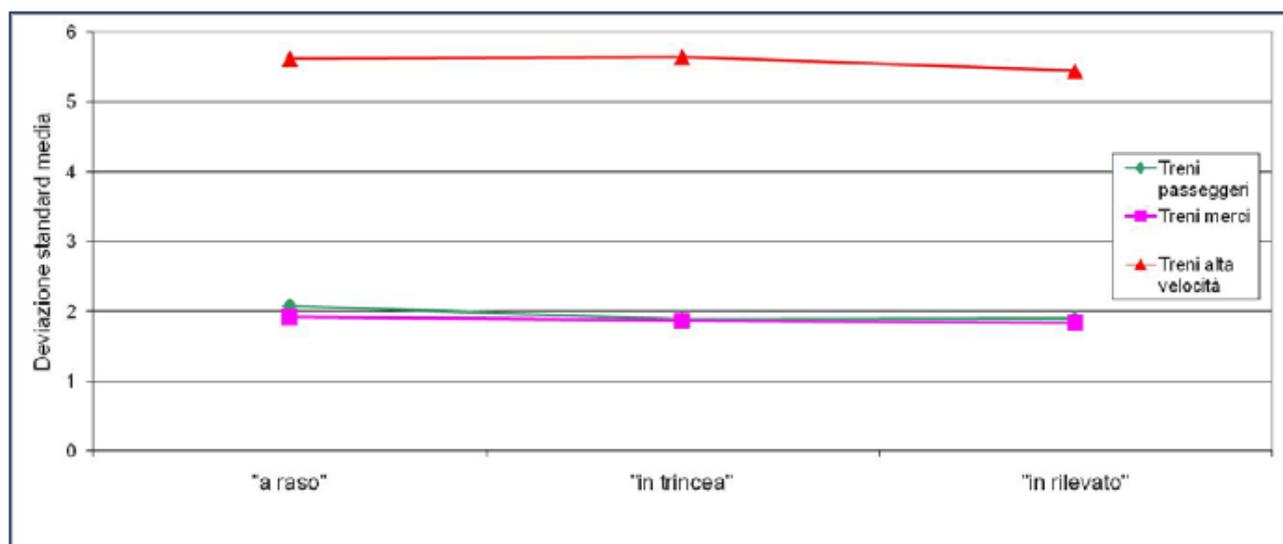


Figura 3.24 Deviazione standard media per categoria di treno nelle configurazioni del tracciato "a raso", "in trincea" e "in rilevato"

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<i>Sezione</i>	<i>Descrizione della sezione</i>
<i>Campo libero</i>	
A	Terreno assorbente e riflettente.
B	Terreno assorbente e riflettente; un'unica barriera sul lato dove il terreno è assorbente. Sezione analoga alla precedente sezione A, con in più la presenza di barriera.
C	Terreno assorbente e riflettente; un'unica barriera sul lato dove il terreno è riflettente. Sezione analoga alla precedente sezione A, con in più la presenza di barriera.
<i>Edificato rado</i>	
D	Due file di edifici parallele alla ferrovia e due edifici perpendicolari ad essa; terreno riflettente.
E	Due file di edifici parallele alla ferrovia e due edifici perpendicolari ad essa; terreno riflettente. Presenza di barriere assorbenti di altezza 2 m su entrambi i lati della ferrovia. Sezione analoga alla precedente sezione D, con in più la presenza di barriere.
F	Due file di edifici parallele alla ferrovia e due edifici perpendicolari ad essa; terreno riflettente. Presenza di barriere assorbenti di altezza 4 m su entrambi i lati della ferrovia. Sezione identica alla precedente sezione E, con barriere più alte.
<i>Edificato denso</i>	
G	Terreno riflettente. Presenza di barriere assorbenti di altezza 4 m su entrambi i lati della ferrovia.
H	Terreno riflettente. Sezione identica alla precedente sezione G ma senza barriere.
<i>Stazione</i>	
I	Sei binari; due file di edifici parallele alla ferrovia e una serie di edifici; terreno riflettente.
<i>Curva</i>	
L	La ferrovia descrive una curva; nessun edificio; terreno riflettente.

Tabella 3.12

### 3.5.3 Verifica di accuratezza del modello previsionale

In località Canitello e in località Bolano sono state svolte misure di rumore ferroviario presso due edifici localizzati in prossimità della linea ferroviaria Salerno-Reggio Calabria, finalizzate sia alla caratterizzazione del clima acustico che alla verifica di accuratezza del modello previsionale adottato e quindi alla sua taratura.

In relazione a tale aspetto pertanto, nel modello di calcolo sono stati inseriti il numero di transiti rilevati per tipologia (treni passeggeri e treni merci) e direzione (Reggio Calabria e Gioia Tauro) e le velocità medie.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In particolare, sul ricettore in località Cannitello è stato misurato un Leq di transito pari a 62.0 dBA nel periodo diurno e a 59.2 dBA nel periodo notturno, in corrispondenza di 103 treni passeggeri e 1 treno merci.

In località Bolano, è stato misurato un Leq di transito di 63.7 dBA nel periodo diurno e di 59.6 dBA nel periodo notturno ed un numero di transiti pari a 117 treni passeggeri. Il modello di calcolo stima nei due punti valori sovrastimati dell'ordine di 2 dBA.

Per quanto riguarda il versante Sicilia, in località Contesse è stata svolta una misura di rumore ferroviario presso un edificio localizzato a circa 5 m dalla linea Messina – Catania, finalizzata sia alla caratterizzazione del clima acustico che alla verifica di accuratezza del modello previsionale adottato e quindi alla sua taratura.

In relazione a tale aspetto pertanto, nel modello di calcolo sono stati inseriti il numero di transiti rilevati per tipologia (treni passeggeri e treni merci) e direzione (Messina e Catania) e le velocità medie.

In particolare, in corrispondenza di 73 transiti, di cui 66 passeggeri e 7 merci, è stato rilevato un leq di transito nel periodo diurno di 66.1 dBA e di 58.8 dBA nel periodo notturno. Il modello previsionale stima un leq di 67.2 dBA nel periodo diurno e di 59.3 dBA nel periodo notturno. L'accuratezza del modello è pertanto dell'ordine di 0.5-1.0 dBA.

#### **3.5.4 Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie**

Dal punto di vista teorico una galleria può essere considerata come un condotto acustico entro il quale il suono non si propaga con onde piane a condizione che la lunghezza della galleria risulti maggiore della lunghezza d'onda del suono emesso dalle sorgenti in transito. Considerando ad esempio lo spettro di emissione medio del rumore da traffico è possibile verificare che questa condizione è in pratica sempre soddisfatta se la galleria ha sviluppo longitudinale maggiore di 50 m.

L'energia sonora che raggiunge la bocca della galleria, assumendo in prima approssimazione nullo o trascurabile l'assorbimento entro la galleria, è uguale alla metà dell'energia sonora emessa all'interno. L'energia sonora che raggiunge la bocca della galleria, per il fatto che il rapporto tra il perimetro della bocca e la lunghezza d'onda del suono è di diverse unità, si propaga totalmente all'esterno in quanto l'impedenza di radiazione della bocca ha reattanza nulla e resistenza prossima a quella dello spazio libero.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Se sono verificate le ipotesi precedentemente indicate, come accade nelle gallerie in progetto, la sezione terminale delle gallerie può essere considerata come una sorgente di rumore concentrata e fissa, di tipo puntuale o superficiale, con un livello di potenza sonora dipendente dalla superficie assorbente equivalente della galleria, dalla superficie della sezione terminale e dalla potenza sonora correlata al futuro esercizio ferroviario per unità di lunghezza.

Le evidenze sperimentali sulle gallerie, riguardanti perlopiù gallerie stradali, evidenziano che l'impatto sonoro ha un ambito spaziale di diffusione esteso radialmente per un massimo di 100 m dall'imbocco e che sono possibili incrementi di livello sonoro di 5-6 dBA nel campo vicino e di 3 dBA a distanze superiori a 25 m. In termini di riscontro uditivo l'ambito entro cui manifesta l'effetto sonoro degli imbocchi delle gallerie è molto più esteso.

Il diverso comportamento delle gallerie ferroviarie rispetto a quelle stradali è determinato principalmente dalle differenti caratteristiche emissive e spettrali della sorgente di rumore e dalle differenti caratteristiche geometriche e di assorbimento della sezione. E' pertanto necessario disporre di una specifica base di conoscenza sperimentale.

La problematica dell'impatto da rumore determinato dagli imbocchi ferroviari sono state oggetto di studi sperimentali lungo la linea direttissima Firenze-Roma al transito di convogli AV tipo ETR500, ETR460, ETR450 e treni InterCity.

Le misure finalizzate alla determinazione dell'incremento di livello sonoro prodotto dalla presenza della galleria sulla linea hanno dimostrato che, al passaggio di convogli A.V. tipo ETR500 e ETR460, il rilevato emette mediamente 2.3 dBA in più rispetto all'imbocco, con una deviazione standard di 0.86 dBA. Questa tendenza è confermata dall'analisi dei dati di rumorosità degli IC: il rilevato emette mediamente 2.5 dBA in più rispetto all'imbocco, con una deviazione standard di 1.6 dBA. Questi valori medi sono stati ottenuti considerando le registrazioni delle tracce acustiche dei convogli AV e IC contraddistinti da uno scarto di velocità di percorrenza tra le due postazioni di misura inferiore a 5 km/h per gli AV e a 10 km/h per gli IC. A questi intervalli di velocità è associata una componente di varianza dei risultati dell'ordine di  $\pm 0.5$  dBA.

Ciò significa che il fenomeno di propagazione del rumore in prossimità dell'imbocco della galleria non determina incrementi di rumore rispetto alla condizione di propagazione da rilevato è che, viceversa, viene documentata una riduzione di rumore sostanzialmente dovuta al minore angolo di vista del microfono sulla sorgente lineare di rumore.

La verifica del livello sonoro prodotto dal transito dei convogli all'interno della galleria è stata svolta analizzando inizialmente l'intero transito del convoglio davanti alla galleria e, successivamente,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

correlando i multispettri sincronizzati dei passaggi registrati in rilevato con i passaggi davanti all'imbocco della galleria, considerando gli istanti t10 e t100 in cui il convoglio all'interno della galleria è ad una distanza rispettivamente di 10 m e 100 m dalla sezione terminale.

I risultati ottenuti, riassunti in Tabella 3.13, indicano che il SEL con convoglio fuori della galleria rappresenta in pratica la totalità del SEL di passaggio, a meno di 0.2 dBA per i convogli AV e 0.3-0.4 dBA per gli Intercity. A conferma della scarsa significatività delle emissioni dalla bocca della galleria quando il convoglio è all'interno della medesima, la differenza tra SEL in esterno e SEL in interno è di circa 14 dBA per i convogli AV e di 11-12 dBA per i convogli InterCity.

TIPOLOGIA CONVOGLIO	L TOT [dBA]		L est. galleria [dBA]		L int. galleria [dBA]		DIFFERENZA [dBA]	
	Leq(-20)	SEL(-20)	Leq(-20)	SEL(-20)	Leq(-20)	SEL(-20)	SEL,tot- SEL,est	SEL,est-SEL,int
IC/binario P	90.2	99.8	90.7	99.5	85.7	87.4	0.3	12.1
IC/binario D	82.4	93.4	82.8	93.0	79.3	81.8	0.4	11.2
ETR500/binario P	90.4	99.0	91.0	98.8	84.3	84.8	0.2	14.0
ETR450/binario D	88.8	97.8	89.4	97.6	82.0	83.2	0.2	14.4

Tabella 3.13 Risultati analisi decorso temporale delle misure fuori/dentro galleria

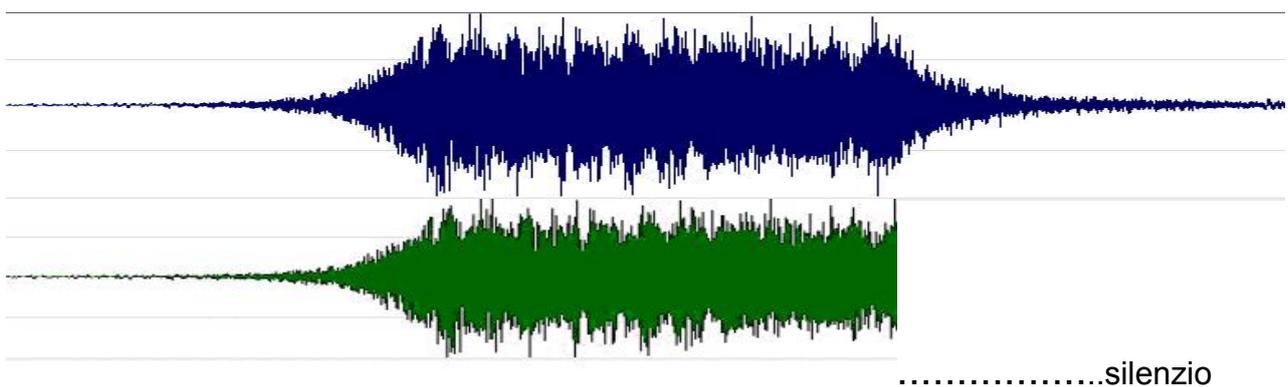
Si può pertanto concludere che l'emissione di rumore ferroviario dalla bocca della galleria rappresenta una componente di rumore scarsamente significativa, in grado di intervenire sul SEL o sul Leq di passaggio solo in termini di decimali, con modificazioni spettrali selettive alle basse frequenze di scarso significato ai fini della valutazione del rispetto normativo di cui al DPR 459/98 e DPCM 14.11.1997.

Il valore medio del tempo di riverberazione della galleria rilevato a 500 Hz è pari a 1,7 s. Il parametro presenta un andamento sostanzialmente lineare nel dominio di frequenza 125÷10.000 Hz, mentre al di sotto di tale intervallo esso aumenta notevolmente, con incrementi compresi tra il 100 ed il 150% rispetto al valore medio, corrispondenti a RT60 di 3÷4 s.

I risultati pratici che possono essere tratti dagli studi sperimentali e modellistici relativi alla propagazione del rumore dagli imbocchi delle gallerie ferroviarie, e trasferiti agli studi delle infrastrutture ferroviarie del Ponte sullo Stretto, sono:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1. Gli imbocchi delle gallerie rappresentano punti del tracciato in corrispondenza dei quali il campo sonoro dinamico generato dal transito dei convogli ferroviari si “frattura”. La modellazione della propagazione del rumore dalla nuova linea ferroviaria può procedere inserendo nel modello 3D del territorio e del corpo ferroviario delle linee di emissione in asse ai binari lato P e lato D in assenza di specifica considerazione degli imbocchi, limitando le linee di emissione in corrispondenza del portale di ingresso alle gallerie.
2. Non esiste tanto un problema di coda sonora generata dall’effetto di incanalamento del rumore all’interno della galleria, come avviene nelle gallerie stradali, ma bensì di improvviso innalzamento del rapporto segnale-rumore avvertito all’esterno anche a lunga distanza. La problematica acustica principale da risolvere consiste nell’inserimento improvviso del transito dei convogli in una zona caratterizzata da un basso livello di fondo, con il conseguente elevato rapporto S/N (signal/noise) e facile localizzabilità della sorgente, che è in grado di essere identificata come causa di disturbo ed istantaneamente associato alla causa. L’effetto sonoro, non potendo sempre essere accompagnato dal riscontro visivo (rafforzativo sinestetico del legame causa-effetto) può determinare disorientamento e un effetto di disturbo complementare dovuto alla distrazione che determina sul chi è testimone della scena sonora.



3. Il diagramma di radiazione dell’imbocco della galleria può essere riprodotto introducendo delle sorgenti di emissione puntuali secondo le indicazioni precedentemente riportate.

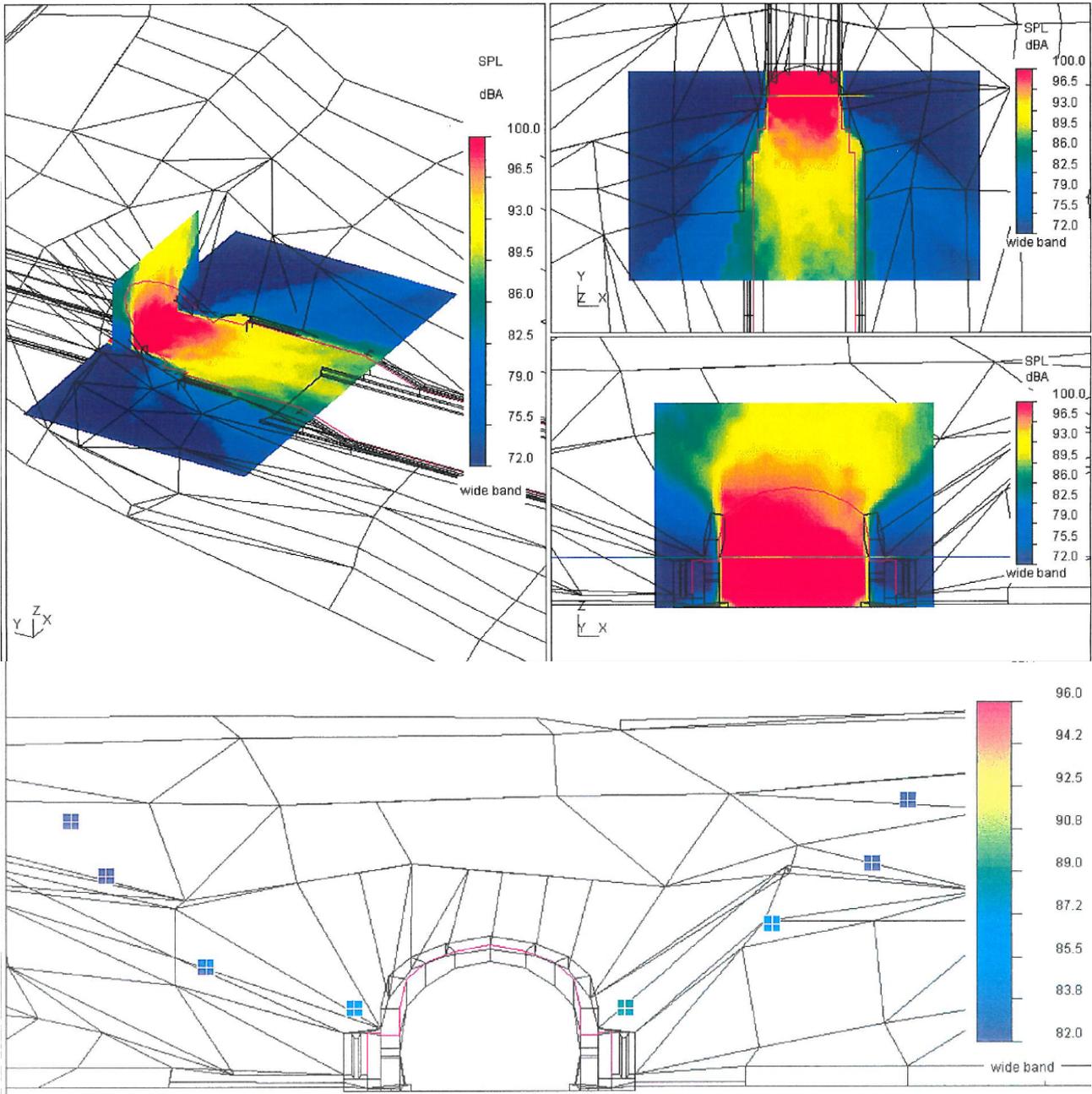


Figura 3.25 Esempio di mappatura SEL di transit all'imbocco

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.5.5 Previsioni di impatto rumore ferroviario e mappatura acustica

#### 3.5.5.1 Ambito di mappatura

Lo studio acustico in oggetto esamina un ambito spaziale esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato stradale o dal binario della linea ferroviaria fuori terra in progetto e caratterizzato da un'ampiezza complessiva minima 2 km in prossimità dell'opera di attraversamento. Ciò permette di verificare le alterazioni di clima acustico anche a distanze molto superiori a quelle richieste dalla normativa (250-500 m) e di dare evidenza della sovrapposizione degli effetti anche nei tratti in cui le due infrastrutture si allontanano.

All'interno di questo corridoio sono stati svolti specifici sopralluoghi finalizzati a verificare lo stato fisico dei luoghi (morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali, ecc.), le sorgenti di rumore e i caratteri tipici del paesaggio sonoro.

Il censimento dei ricettori rappresenta una attività svolta nel corso del P.D. e confluita nello studio acustico. In analogia, anche il reperimento e la mosaicatura dei Piani Regolatori Comunali (PRG) vigenti, delle classificazioni acustiche comunali adottate dai Comuni territorialmente interessati dal progetto e delle aree naturali vincolate (SIC, Parchi,...) costituiscono fasi di attività specialistica svolte nel P.D. i cui risultati sono stati trasferiti come base informativa allo studio acustico dei cantieri. L'insieme delle informazioni recepite ha permesso di verificare la futura evoluzione del sistema ricettore e degli obiettivi di tutela sonora del territorio.

#### 3.5.5.2 Il modello geometrico

Il modello geometrico tridimensionale utilizzato è stato costruito partendo dalla cartografia disponibile e dagli elaborati di progetto dell'infrastruttura stradale, convertiti da coordinate rettilinee in coordinate Gauss-Boaga.

Gli ostacoli come terrapieni, cavalcavia, svincoli od ondulazioni del terreno sono stati inclusi nel modello geometrico.

Gli edifici sono stati disegnati partendo dalle polilinee del loro contorno geometrico in pianta ed appoggiati alla ricostruzione della geometria del terreno ad una quota pari a quella del terreno in quel punto. L'altezza degli edifici è stata inserita considerando l'altezza fornita dal rilievo.

I viadotti, nel modello Soundplan, possono essere definiti solo nel modulo dedicato alla caratterizzazione delle sorgenti. Ai viadotti è stato attribuito uno spessore dell'impalcato ed una

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

larghezza pari alle loro reali dimensioni.

### 3.5.5.3 Caratteristiche di impedenza dei materiali

Per quanto riguarda i coefficienti di assorbimento dei materiali:

- a tutti gli edifici è stato assegnato un valore medio di perdita per riflessione pari a 1 dB al fine di considerare la presenza di facciate generalmente lisce, che utilizzano anche materiali parzialmente fonoassorbenti (intonaco grossolano, rivestimenti in lastre di cemento, ecc.) e di balconi;
- coefficiente di assorbimento copertura terreno: è stato assegnato un coefficiente G variabile tra 0 (terreno liscio fortemente riflettente) e 1 (terreno frastagliato, ricoperto di vegetazione e fortemente assorbente). Tale attribuzione è stata fatta in base alla mappatura Corine Land Cover.

### 3.5.5.4 Dati meteorologici di progetto

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area di studio interessata dal tracciato autostradale sono stati utilizzati i dati forniti dal modello LAMA prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell) in corrispondenza di una griglia di punti equispaziati. In corrispondenza di ogni nodo vengono forniti su base oraria i valori di temperatura, direzione del vento, velocità del vento, copertura nuvolosa totale, radiazione visibile netta, radiazione infrarossa netta, flusso di calore latente, flusso di calore sensibile, la lunghezza Monin-Obukov, la classe di stabilità atmosferica, la velocità d'attrito e, infine, l'altezza di rimescolamento.

L'individuazione delle ore in cui si verificano le condizioni favorevoli alla propagazione è stata effettuata applicando il metodo ripreso dalla pubblicazione "Work Package 3.1.1: Road Traffic Noise – Description of the calculation method".

La tavola grafica CG0700AE2DCI700RM00000004 in scala 1:50000 contiene la mappatura delle percentuali di condizioni favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno. La trattazione estesa di queste analisi è contenuta nella relazione acustica generale CG0700ARGDSI700RM00000001.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.5.5.5 Traffico di progetto

Lo scenario trasportistico considerato nelle previsioni di impatto a lungo termine (2036) è riassunto in Tabella 3.14 e Tabella 3.15.

LINEA F.S.	TGM(0-24)	TGM(6-22)	V media Km/h	TGM(22-6)	V media Km/h
ATTRAVERSAMENTO PONTE	42 LO 32 LP 36 ME	31 LO 24 LP 18 ME	100	11 LO 8 LP 18 ME	100
DISPARI_RC_ME_RAMO1	50% flusso totale	50% flusso totale	120	50% flusso totale	120
PARI_ME_RC_RAMO2	50% flusso totale	50% flusso totale	120	50% flusso totale	120

Tabella 3.14 Traffico di progetto Lato Calabria

LINEA F.S.	TGM(0-24)	TGM(6-22)	V media Km/h	TGM(22-6)	V media Km/h
ATTRAVERSAMENTO PONTE	42 LO 32 LP 36 ME	31 LO 24 LP 18 ME	130	11 LO 8 LP 18 ME	130
DISPARI_RC_ME_RAMO1	50% flusso totale	50% flusso totale	60 c/o St. Messina	50% flusso totale	60 c/o St. Messina
PARI_ME_RC_RAMO2	50% flusso totale	50% flusso totale	60 c/o St. Messina	50% flusso totale	60 c/o St. Messina

Tabella 3.15 Traffico di progetto Lato Sicilia

### 3.5.5.6 Localizzazione dei punti di calcolo

#### Ricettori residenziali e non residenziali (industriali, commerciali, terziari)

Soundplan consente di posizionare i punti di calcolo su ogni facciata dell'edificio e ad ogni piano cui è stata assegnata un'altezza standard pari a 3 m. Il primo punto di calcolo è ad una altezza pari a 1.5 m dal piano campagna e poi ogni 3 m di altezza dell'edificio.

Le previsioni acustiche sono state effettuate su tutti i punti così definiti per il periodo diurno e notturno, ad 1 metro di distanza dalla facciata, considerando anche il contributo dato dalla riflessione sulla facciata stessa.

#### Aree di espansione residenziali, commerciali, industriali e a servizio

La verifica di calcolo si è avvalsa delle mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c.. Sono state prese

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

in considerazione tutte le aree incluse nell'ambito di studio.

### 3.5.5.7 Specifiche di calcolo

I calcoli acustici con il modello previsionale Soundplan sono stati svolti utilizzando i seguenti parametri:

- Riflessioni: vengono considerate, quando richiesto dai calcoli, riflessioni del 2° ordine sulle superfici riflettenti.
- Raggio di ricerca delle sorgenti: 1000 m.
- Angolo di ricerca delle sorgenti: 360°.
- Incremento angolare: 1°.
- Diffrazione: è abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale.
- Calcolo di mappe isofoniche in pianta: maglia quadrata a passo 15x15 m in presenza di ostacoli, 60x60 m in campo libero del metodo di calcolo grid noise map.
- Condizioni meteo: definite dalle rose di propagazioni locali.

### 3.5.5.8 Scenari simulati

Sono stati simulati due scenari previsionali all'orizzonte temporale a lungo termine (2036):

- Scenario di impatto: considera le infrastrutture ferroviarie inserite nel territorio, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto e le condizioni di traffico a lungo termine (2036).
- Scenario di impatto post operam con mitigazioni: riproduce lo scenario di impatto considerando gli interventi di mitigazione previsti.

### 3.5.5.9 Mappatura impatto acustica

#### **Versante Calabria**

Le valutazioni previsionali di impatto acustico sono state effettuate anche tramite mappe orizzontali a 4 m di altezza dal piano campagna. In particolare sono state prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>64</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	64
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	64		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>65</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	65
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	65		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>66</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	66
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	66		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>73</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	73
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	73		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>74</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	74
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	74		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>75</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	75
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	75		

In Figura 3.26 e Figura 3.27 vengono rappresentate alcune viste 3D delle mappe di impatto relative al periodo di riferimento diurno e notturno.

Le mappe documentano un impatto molto circoscritto dell'opera ferroviaria. I livelli più elevati sono associati agli edifici più vicini in prossimità della fine del viadotto e a quote superiori rispetto al piano del ferro e sono compresi tra 45 e 50 dBA, inferiori pertanto al limite di zona.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Figura 3.26 Vista 3D Periodo Diurno

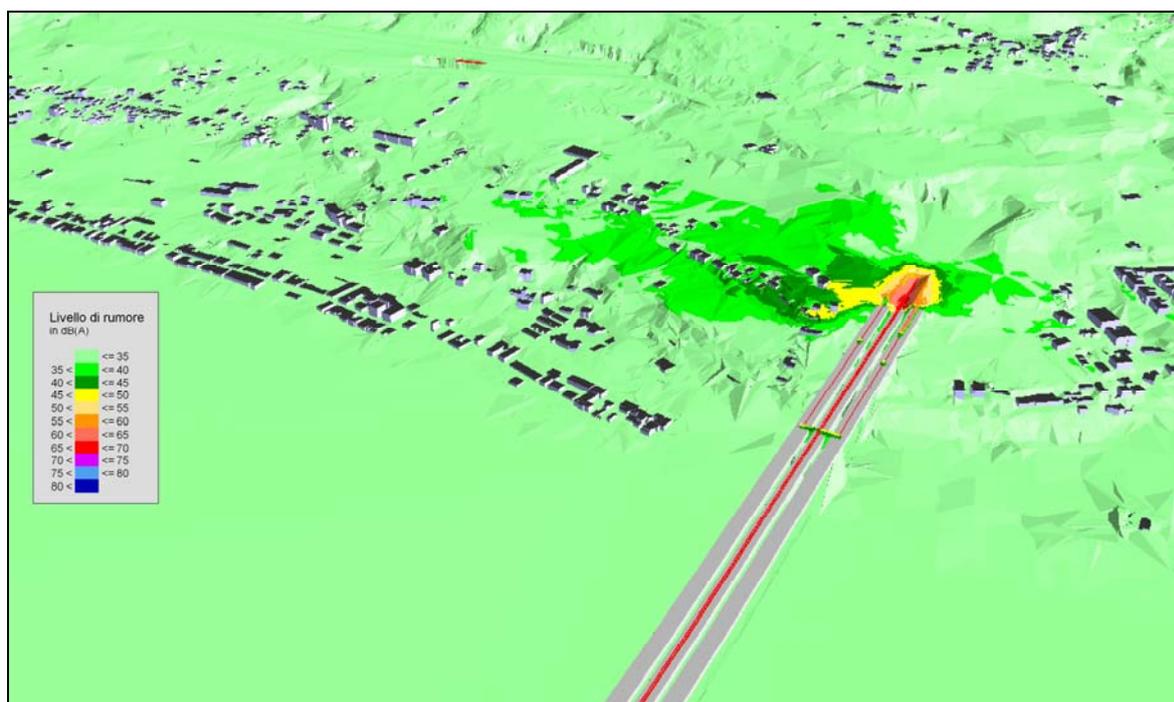


Figura 3.27 Vista 3D Periodo Notturno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Per quel che riguarda l'area di Bolano si fa riferimento a quanto riportato nelle integrazioni al SIA 2002 del Progetto Preliminare. Le mappe di rumore calcolate a 4 m di altezza dal p.c. vengono riportate esclusivamente in relazione e non negli elaborati cartografici in scala 1:5000 essendo relative ad una fase progettuale e a metodi di elaborazione differenti rispetto a quelli utilizzati per lo studio delle opere di collegamento alle opere di attraversamento .

La modellazione tridimensionale di base del territorio utilizzata nella simulazione MITHRA è stata sviluppata tenendo in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio e la tipologia delle superfici. Le simulazioni sono state svolte implementando i traffici ed i relativi livelli sonori indotti dai transiti sulle opere ferroviarie.

Come dati di emissione dei convogli merci e passeggeri sono stati utilizzati i riferimenti attuali del parco circolante tratti da caratterizzazioni sperimentali delle emissioni dei convogli ferroviari.

Le valutazioni previsionali riportate nella Figura 3.28 evidenziano una certa significatività dell'impatto da rumore di origine ferroviaria. I livelli di rumore espressi in termini di livelli equivalenti sul periodo di riferimento sono superiori a 60 dBA limitatamente ai primi 50 m di distanza dalla infrastruttura, sia nel periodo diurno che nel periodo notturno. Oltre i 100 m i livelli di rumorosità scendono sotto i 55 dBA, mentre a distanze maggiori le mappe di rumorosità diventano più irregolari perché la propagazione del suono è fortemente influenzata dalla morfologia del suolo e dalla presenza di ostacoli di natura antropica.

Poiché in alcuni casi sono presenti edifici residenziali a distanze inferiori a 50 m per tali fronti edificati si determinano impatti notturni leggermente superiori ai limiti previsti dal DPR 459/98 con riferimento alla fascia A, mentre risultano rispettati i limiti relativi al periodo diurno.

Particolare attenzione deve essere prestata alla Comunità in prossimità dell'imbocco del ramo diretto verso Reggio Calabria, per tale ricettore sensibile sono previsti impatti di circa 50 dBA sia nel periodo notturno che in quello diurno.

Al di fuori fascia della fascia di pertinenza della infrastruttura ferroviaria, i livelli di rumore sono compatibili con le classi di zonizzazione acustica del territorio.

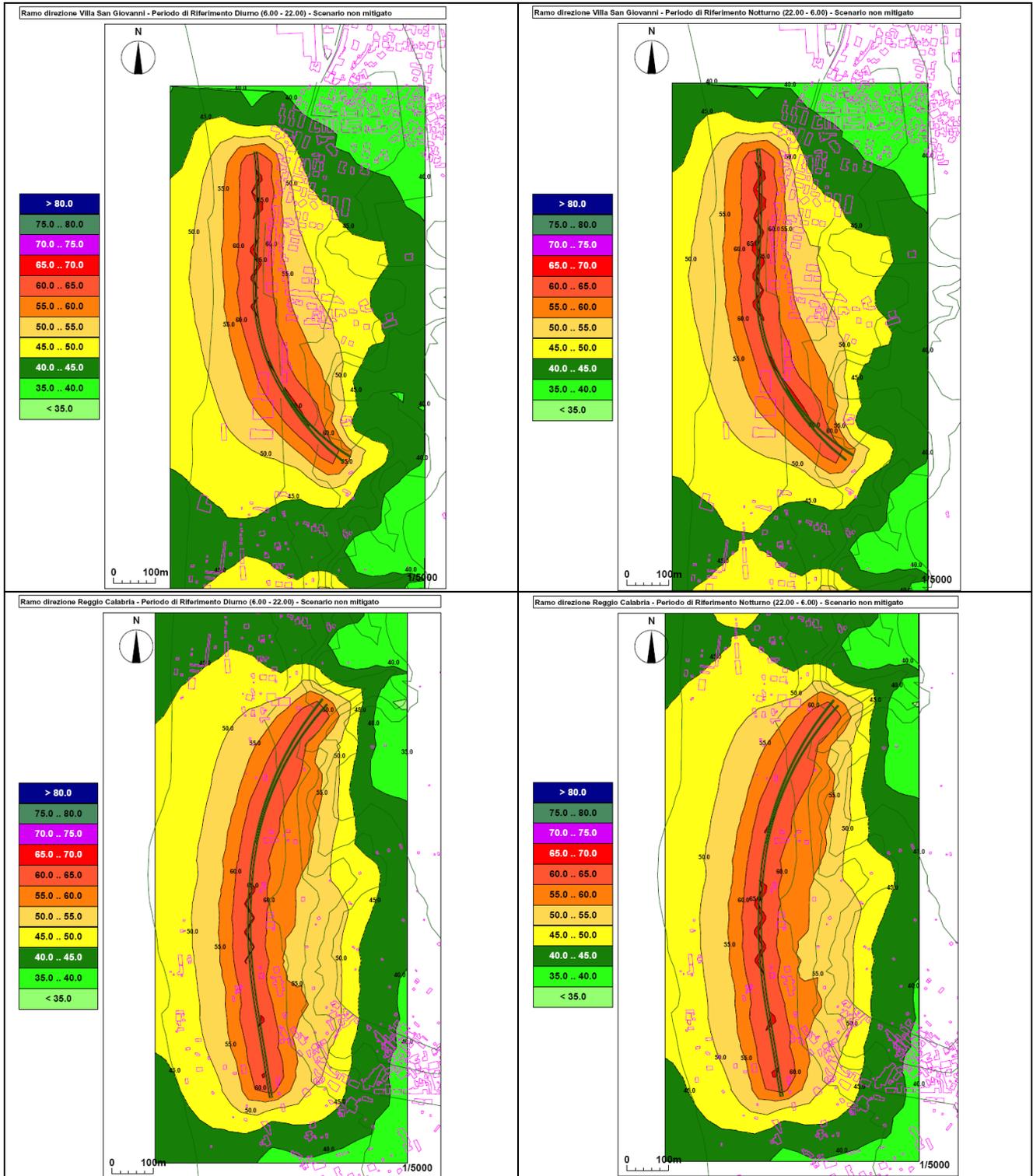


Figura 3.28

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### Versante Sicilia

Le valutazioni previsionali di impatto acustico sono state effettuate anche tramite mappe orizzontali a 4 m di altezza dal piano campagna. In particolare sono stati prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   67
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   68
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   69
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   70
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   71
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   72
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   76
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   77
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   78
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   79
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   80
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico ante-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   81

Gli ambiti di massima interazione acustica della nuova opera in progettazione, evidenziate dalle mappe di rumore, riguardano le località in cui il tracciato ferroviario corre a cielo aperto:

- Ambito 1: Ganzirri/Torre Faro e Faro Superiore (Tavola 1);

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- Ambito 2: Località Curcuraci (Tavola 2);

La linea ferroviaria dalla località Curcuraci, dove è presente un posto di manutenzione, corre in galleria per circa 12 Km (Galleria S. Cecilia) e esce in località Contesse dove, in corrispondenza del termine della galleria, ha fine la competenza di SdM.

Nell'ambito 1 il tracciato ferroviario si sviluppa dopo circa 236 m dall'asse Torre in viadotto alto, denominato Viadotto Pantano, di lunghezza di circa 470 m, con quota del piano del ferro inizialmente prossima a quella stradale in affiancamento e poi decrescente fino ad imboccarsi al Km 0+961-0+963 nella Galleria S. Agata lunga 4.3 Km.

L'impatto della linea ferroviaria è più elevato a nord dell'opera in progetto, dove all'interno della propria fascia A di pertinenza si documentano livelli in periodo notturno compresi tra 55 e 60 dBA, quindi conformi con il limite di 70/60 dBA. Tale zona di rumore insiste nel tratto in cui il piano ferroviario non è ancora particolarmente schermato dal tracciato autostradale e non investe gli edifici residenziali, che invece ricadono nelle zone di rumore inferiori, essendo localizzati a ovest dell'imbocco della galleria S. Agata.

A sud dell'opera, la morfologia del territorio e il progetto stradale si configurano come ostacolo alla propagazione del rumore, per cui limitatamente ad una zona circoscritta in fascia B sono documentati livelli compresi tra 45 e 50 dBA.

Le zone SIC di Pantano Grande e Pantano Piccolo sono interessate in periodo diurno da livelli di rumore massimi compresi tra 40-45 dBA, limitatamente alle aree più vicine al tracciato ferroviario. In periodo notturno i livelli equivalenti di rumore diminuiscono di circa 5 dBA. Confrontando questi livelli di impatto con la mappatura di clima acustico si evidenzia che la situazione di rumorosità attuale, per effetto del traffico sulla viabilità locale, è significativamente più gravosa di quella futura, con livelli di rumorosità dell'ordine di 60-65 dBA a Pantano Grande e 50-55 dBA a Pantano Piccolo.

In termini assoluti l'innalzamento dei livelli di rumore di fondo nelle aree SIC dei due Pantani non determina criticità rispetto all'habitat naturale. L'impatto della linea ferroviaria è pertanto molto confinato.

In località Curcuraci la linea ferroviaria fuoriesce tra le gallerie S. Agata e S. Cecilia. Qui è presente un posto di manutenzione.

L'impatto è anche in questa zona circoscritto per via della morfologia del territorio, in particolare a

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

nord del tracciato. L'area circostante non è comunque abitata.

In Figura 3.29 e Figura 3.30 sono rappresentate alcune viste 3D dei suddetti ambiti con riferimento al periodo notturno.

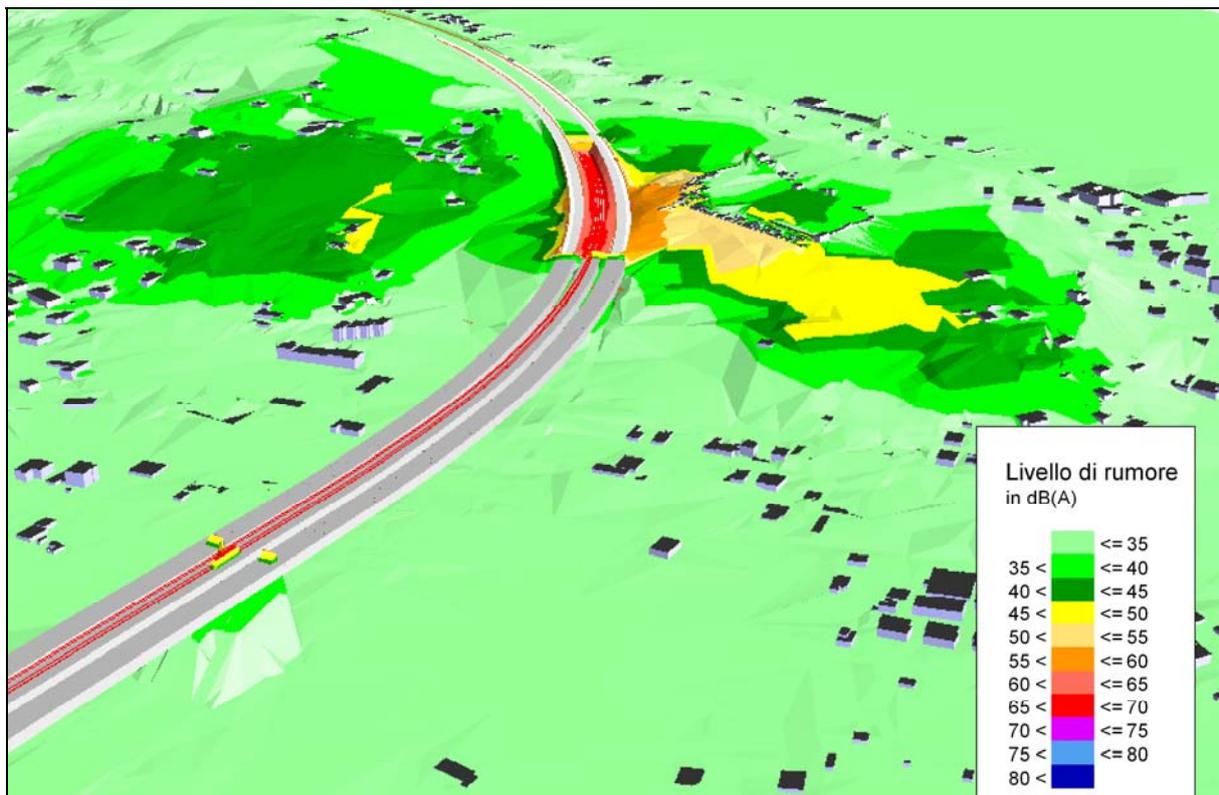


Figura 3.29 Vista 3D Località FARO

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

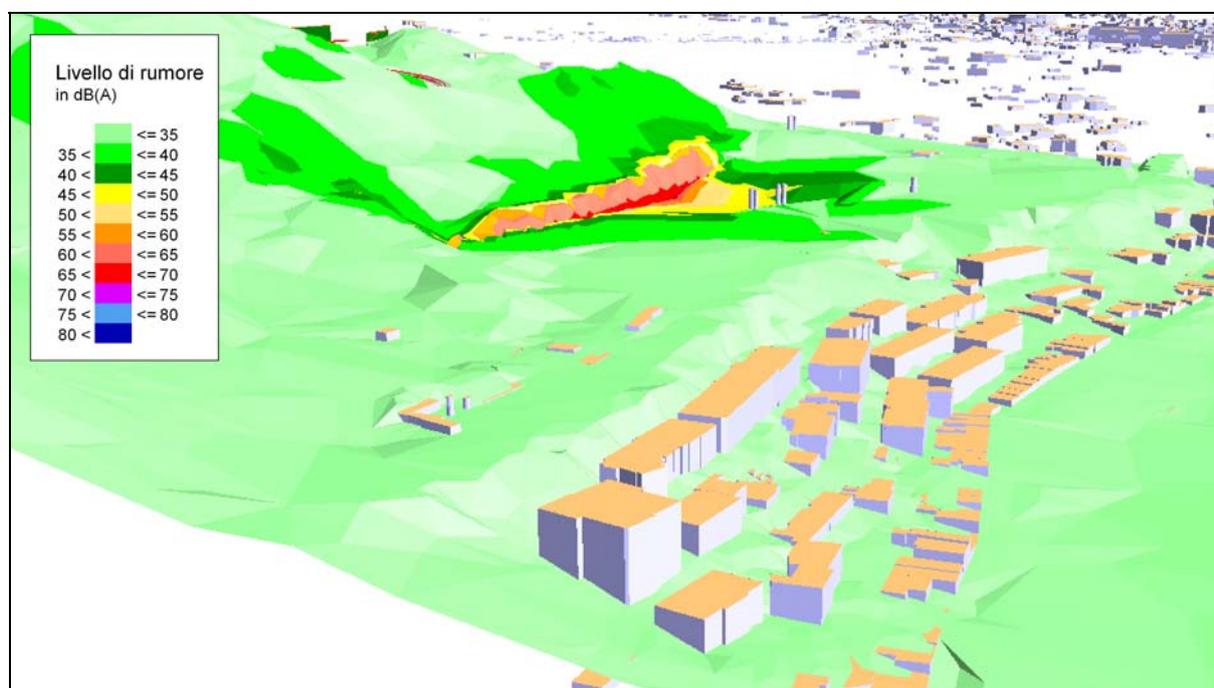


Figura 3.30 Vista 3D Località CURCURACI

### 3.5.5.10 Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione

I livelli di impatto sono stati calcolati e verificati anche su tutti i piani e su tutte le facciate di ciascun edificio contenuto all'interno di un ambito di 500 m dalla infrastruttura ferroviaria in progetto, ad esclusione di quanto censito o classificato come "altro" e in generale di dimensioni superficiali inferiori a 30 mq. Inoltre non sono state considerate le facciate di lunghezza inferiore a 2 m.

Il punto di calcolo è stato posizionato a 1 m dalla facciata. Per ogni edificio è stata successivamente individuata la facciata più esposta.

I risultati dei calcoli puntuali per le facciate di massima esposizione sono confluiti in una Tabella nell'Allegato "Verifiche di calcolo puntuali" CG0700PSZDGAMIAQ300000001.

In particolare la Tabella contiene per ogni edificio e piano e per entrambi i periodi di riferimento i livelli di clima acustico, i livelli di impatto ante e post mitigazione, i limiti di zona o i livelli di soglia in caso di concorsualità, gli esuberi/margini e il livello in ambiente abitativo nel caso sia necessaria la verifica di fonoisolamento sul ricettore. Vengono anche specificate le destinazioni d'uso del ricettore e le sorgenti concorsuali eventualmente presenti.

Ciascun ricettore è identificabile mediante apposito codice riportato nelle planimetrie nell'Allegato

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

“Calabria – Localizzazione, tipizzazione e denominazione dei ricettori” CG0700PP6DGAMIAQ300000001 e “Sicilia - Localizzazione, tipizzazione e denominazione dei ricettori” CG0700PP6DGAMIAQ300000002. La planimetria in cui ricade il singolo ricettore è specificata in Tabella.

### Versante Calabria

La distribuzione delle classi di rumore di cui alla Figura 3.31 evidenzia la predominanza di livelli inferiori a 35 dBA e la presenza di livelli di impatto superiori a 50 dBA in un unico edificio nel periodo diurno. La Tabella 3.16 di sintesi degli edifici con margini o esuberi conferma l'assenza di situazioni di esubero rispetto ai limiti normativi.

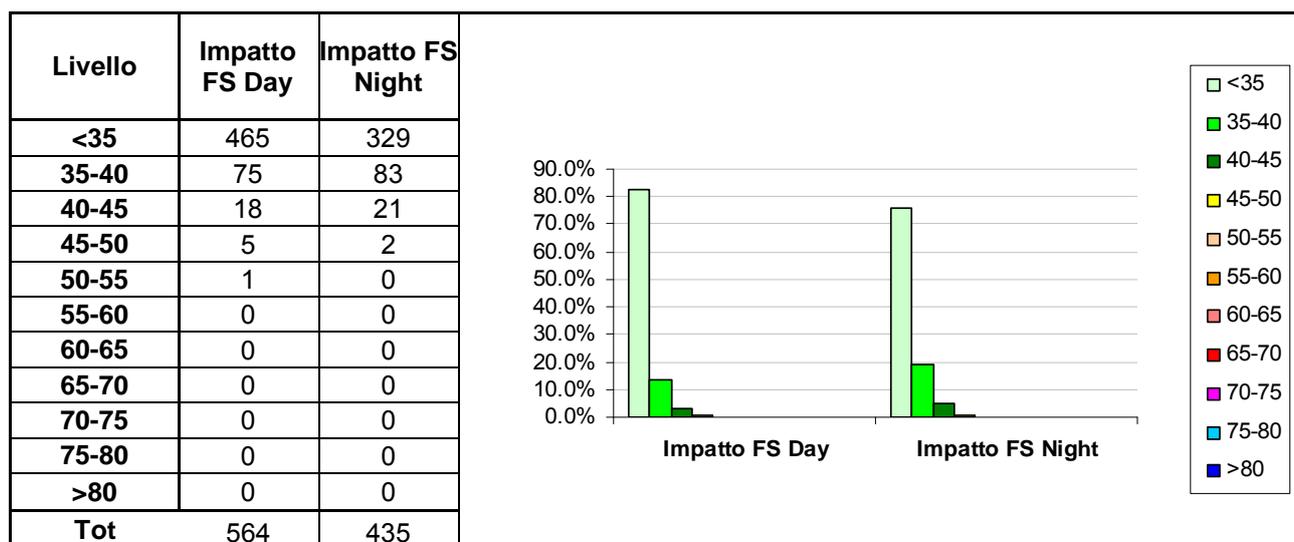


Figura 3.31 Distribuzione classi di rumore impatto ferroviario Calabria

Esuberato	N° edifici	
	N° day	N° night
<b>E ≤ -2</b>	564	564
<b>-2 &lt; E &lt; 0.5</b>	0	0
<b>0.5 &lt; E &lt; 2</b>	0	0
<b>2 &lt; E &lt; 5</b>	0	0
<b>E &gt; 5</b>	0	0
<b>Tot</b>	<b>564</b>	<b>564</b>

Tabella 3.16 Distribuzione esuberi/margini impatto ferroviario Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Versante Sicilia

Predominanza anche su questo versante di livelli inferiori a 35 dBA. Non si stimano inoltre livelli superiori a 55 dBA e livelli compresi tra 50 e 55 dBA sono attribuiti unicamente a 2 ricettori in entrambi i periodi di riferimento (Figura 3.32). La Tabella 3.17 relativa ai margini/esuberi non evidenziano situazioni di criticità.

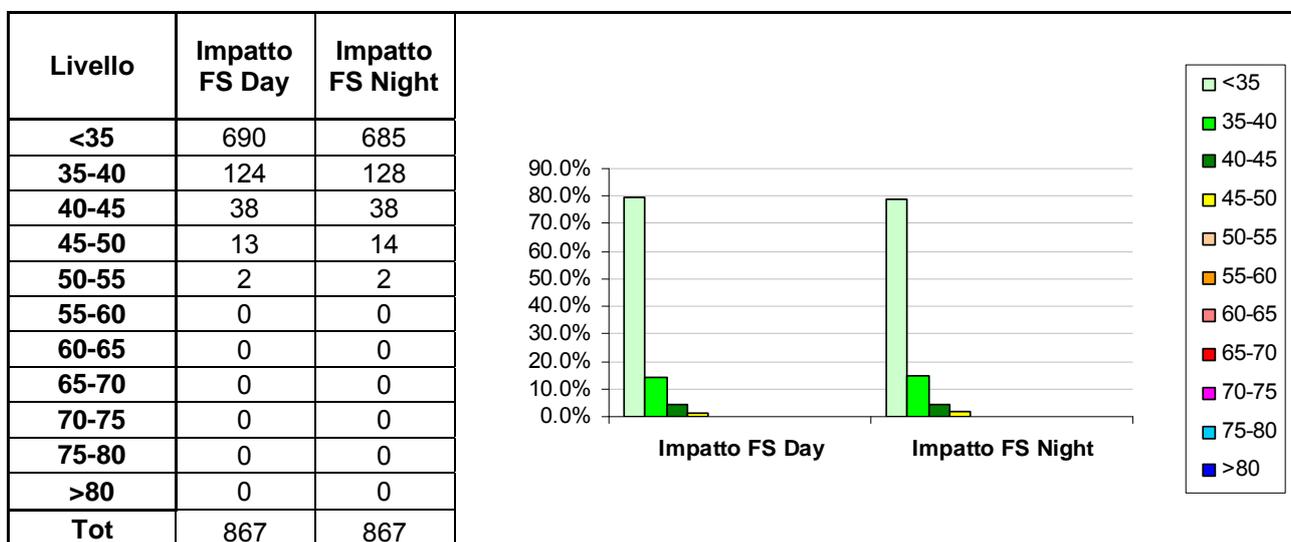


Figura 3.32 Distribuzione classi di rumore impatto ferroviario Sicilia

Esuberato	N° edifici	
	N° day	N° night
$E \leq -2$	867	860
$-2 < E < 0.5$	0	7
$0.5 < E < 2$	0	0
$2 < E < 5$	0	0
$E > 5$	0	0
<b>Tot</b>	<b>867</b>	<b>867</b>

Tabella 3.17 Distribuzione esuberi/margini impatto ferroviario Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.5.6 Progettazione interventi di mitigazione

Gli interventi di mitigazione realizzati contestualmente alla costruzione della infrastruttura ferroviaria e in accordo alla macro scala di priorità indicata dal DMA 29.11.2000:

- sulla sorgente di emissione;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

Nei tratti in cui il tracciato ferroviario è inserito in posizione centrale rispetto alle carreggiate autostradali, sono stati in primo luogo considerati gli effetti di schermatura delle barriere antirumore progettate per il traffico autostradale. Ad integrazione, laddove si sono manifestate delle ulteriori necessità di contenimento del rumore, sono state considerate barriere antirumore di completamento. Da notare che sull'opera di attraversamento non è stato possibile prevedere alcuna installazione di barriera antirumore per motivi tecnici legati agli studi in galleria del vento sull'aerodinamica dell'impalcato.

#### 3.5.6.1 Barriere antirumore

Gli interventi sulla via di propagazione del rumore sono stati spinti sino ad un punto di ragionevolezza tecnica ed economica, non dimenticando le problematiche di installazione, le problematiche legate alla sicurezza, le implicazioni di ordine paesaggistico e i margini di affinamento del quadro previsionale che potranno confluire nel progetto esecutivo.

Le barriere antirumore sono state prioritariamente dimensionate a protezione dei ricettori residenziali e dei ricettori sensibili. Ciò non toglie che nelle aree in cui l'urbanizzazione è mista il dimensionamento protegga anche edifici caratterizzati da fruizioni non residenziali. Per l'ottimizzazione del dimensionamento delle barriere antirumore sono stati presi in considerazione i seguenti criteri:

- altezza e tipologia di intervento da definire localmente in relazione ai vincoli di natura tecnica, alla fattibilità acustica nel perseguimento degli obiettivi di mitigazione e all'impatto paesaggistico;
- mitigazione con barriere di tutti i ricettori residenziali all'interno dei 250 m, a meno di casi di comprovata inefficacia acustica dell'intervento. Nel caso in cui l'intervento non risulti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

esaustivo nel conseguimento dei limiti normativi potranno essere previste delle verifiche sui ricettori;

- mitigazione con barriere dei principali nuclei residenziali che accolgono ricettori sensibili all'interno di 500 m dal tracciato;
- mitigazione con barriere delle principali aree di espansione o completamento residenziale.

I requisiti prestazionali acustici e non acustici da soddisfare sono indicati dalle norme UNI EN 1793-1,2 e UNI EN 1794-1,2: le prove del potere fonoisolante R devono essere eseguite secondo la norma EN 1793-2 e l'indice di valutazione del potere fonoisolante DLR si ricava secondo le norme EN 1793-2 e EN 1793-3; il coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_s$  deve essere certificato secondo la norma EN 1793-1 e l'indice di valutazione dell'assorbimento acustico  $DL_{\alpha}$  si ricava secondo le norme EN 1793-1 e EN 1793-3. La curva in frequenza dell'indice di assorbimento acustico dei pannelli fonoassorbenti deve soddisfare i requisiti minimi indicati dal DPCM 29.11.2000.

Considerando la normativa vigente e lo stato dei luoghi, il progetto acustico suggerisce che i materiali da utilizzare per la realizzazione delle barriere antirumore abbiano i seguenti requisiti prestazionali minimi:

- pannelli trasparenti in vetro stratificato, categoria di isolamento B2, DLR 15-24 dB;
- pannelli opachi (in cls, metallo o legno), categoria di assorbimento A2,  $DL_{\alpha} = 4-7$  dB; categoria di isolamento B2, DLR 15- 24 dB.

### **Versante Calabria**

La progettazione acustica delle barriere antirumore ha permesso di definire la geometria (altezza, lunghezza, superficie), localizzazione e condizioni di installazione degli interventi sulla propagazione del rumore.

L'elenco delle barriere antirumore è riportato in Tabella 3.18 e si riferisce agli interventi previsti a mitigazione dell'opera stradale. Non si è reso infatti necessario prevedere alcun intervento di mitigazione aggiuntivo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CODICE	COMUNE	ASSE	Altezza [m]	Lunghezza [m]	pk iniz	pk fin	Tipo	Note
S-BAR01	Villa S. G.	ME	5.0	108.00	0+125	0+233	Mista	(1)
S-BAR02	Villa S. G.	ME	4.0	50.00	0+233	0+274	Mista	(1)
S-BAR03	Villa S. G.	ME	5.0	122.00	0+274	-	Mista	(2)

Note:

(1) Installazione ciglio stradale tracciato in viadotto

(2) Installazione su ciglio trincea rampa N3

Tabella 3.18 Elenco barriere antirumore Calabria

Per quanto riguarda l'ambito di Fascio Bolano, le valutazioni previsionali svolte nell'ambito dello SIA 2002 e successive integrazioni, hanno permesso di definire gli interventi di mitigazione richiesti. L'impatto acustico delle opere in progetto risulta essere relativamente contenuto, in quanto il tracciato si sviluppa principalmente in galleria e i tratti a cielo libero sono disposti in gran parte in stretto affiancamento alla linea ferroviaria esistente.

Al fine di rispettare integralmente i limiti previsti dalla normativa vigente, in particolare il rispetto del limite previsto per il livello equivalente di rumore relativo al periodo notturno occorre prevedere la predisposizione di barriere antirumore in prossimità della linea ferroviaria. Lo studio indica la necessità di prevedere:

- una barriera sul lato del ramo 3 diretto a Villa San Giovanni dal km 1+013 a fine linea, di altezza pari a 4 m;
- una barriera sul lato del ramo 2 diretto a Reggio Calabria dal km 5+277 a fine linea, di altezza pari a 4 m;
- una barriera sul lato del ramo 1 diretto a Reggio Calabria dal km 5+225 al km 5+325;
- una barriera sul lato del ramo 1 diretto a Reggio Calabria dal km 5+650 al km 5+850.

Viene altresì indicato che nel proseguimento degli studi dovranno essere svolti gli opportuni approfondimenti in relazione agli interventi diretti sui ricettori isolati e all'affiancamento della infrastruttura in progetto con la linea ferroviaria esistente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Versante Sicilia

La progettazione acustica delle barriere antirumore ha permesso di definire la geometria (altezza, lunghezza, superficie), localizzazione e condizioni di installazione degli interventi sulla propagazione del rumore. L'elenco delle barriere antirumore è riportato in Tabella 3.19 e si riferisce alle mitigazioni previste sull'opera stradale.

CODICE	COMUNE	ASSE	Altezza [m]	Lunghezza [m]	pk iniz	pk fin	Tipo	Note
S-BAR01	Messina	ME	4.0	149.00	0+980	1+240	Mista	(1)(3)
S-BAR02	Messina	RC	5.0	259.00	1+000	1+143	Mista	(1)
S-BAR03	Messina	RC	5.0	69.00	1+120	1+188	Mista	(1)
S-BAR04	Messina	RC	5.0	307.50	0+780	1+120	Mista	(1)
S-BAR05	Messina	RC	3.0	70.00	0+706	0+780	Mista	(1)
S-BAR06a	Messina	RC	5.0	99.67	5+484	5+573	Mista	(1)
S-BAR06b	Messina	RC	5.0	176.29	5+561	5+737	Mista	(1)
S-BAR07	Messina	RC	5.0	34.00	5+574	5+827	Mista	(3)
S-BAR08	Messina	RC	5.0	122.60	5+608	5+716	Mista	(1)
S-BAR09	Messina	ME	5.0	23.00	7+203	7+226	Mista	(1)
S-BAR10	Messina	ME	4.0	58.00	7+226	7+284	Mista	(2)

Note

(1) Installazione ciglio stradale tracciato in rilevato  
(2) Installazione ciglio stradale tracciato in viadotto  
(3) Installazione su paratia/ciglio trincea

Tabella 3.19 Elenco barriere antirumore Sicilia

### 3.5.6.2 Interventi sui ricettori

L'Art. 4 comma 3 del DPR 459/98 sul rumore ferroviario contempla la possibilità di adottare interventi diretti sul ricettore qualora i valori limite applicabili all'interno della fascia di pertinenza (limiti di immissione o livelli di soglia), o i valori limite all'esterno della fascia di pertinenza, non siano tecnicamente conseguibili. Le linee guida per la predisposizione degli interventi diretti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

introdotte all'Art. 7 del DPR 142/2004, demandate ad una Commissione istituita con decreto del Ministro dell'Ambiente, di concerto con i Ministro dei Trasporti e della Navigazione e della Sanità, non sono ancora state predisposte. Gli interventi diretti devono garantire il rispetto di 40 dBA in periodo notturno nei ricettori residenziali, 45 dBA in periodo diurno negli edifici scolastici, 35 dBA in periodo notturno negli ospedali, case di cura e case di riposo. Questi interventi possono consistere in:

- sostituzioni dei serramenti esistenti;
- applicazione di doppi serramenti
- miglioramento delle prestazioni fonoisolanti degli elementi deboli di facciata (cassonetti,...)
- ecc.

Il miglioramento del fonoisolamento acustico richiede, come azione compensativa della impossibilità o limitazione nell'uso della ventilazione naturale, la predisposizione di impianti di condizionamento.

E' pertanto evidente quanto questi interventi possano essere problematici richiedendo autorizzazioni alla loro realizzazione da parte della proprietà, autorizzazioni comunali, costi di manutenzione degli impianti. Il progetto degli interventi di mitigazione deve avere pertanto l'obiettivo prioritario di minimizzare il ricorso agli interventi diretti.

Sia nel versante Calabria che nel versante Sicilia non è necessario ricorrere ad interventi diretti sui ricettori.

### **3.5.7 Mappatura impatto acustico post operam mitigato**

Lo scenario di post operam mitigato ha considerato gli interventi di mitigazione previsti per il tracciato autostradale e interagenti con il tracciato ferroviario I calcoli previsionali e le mappe di rumore a 4 m di altezza dal piano campagna conservano le impostazioni precedentemente indicate.

#### **Versante Calabria**

Gli elaborati di riferimento sono:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>82</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	82
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	82		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>83</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	83
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	83		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>84</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	84
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	84		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>91</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	91
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	91		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>92</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	92
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	92		
Tracciato ferroviario-Calabria-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>93</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	93
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	93		

La verifica dei limiti di legge previsti dal DPR459/98 non ha evidenziato la necessità di interventi di mitigazione specifici sull'infrastruttura in progetto.

Le simulazioni dello scenario post mitigazione pertanto hanno tenuto conto delle mitigazioni da prevedersi sull'infrastruttura stradale, complanare al tracciato ferroviario. La mappa in Figura 3.33, confrontata con quella relativa allo scenario post operam in assenza di mitigazioni, evidenzia l'efficacia dell'ordine di 8-10 dBA delle mitigazioni installate per l'infrastruttura autostradale anche sull'impatto dell'infrastruttura ferroviaria.

Per quanto riguarda l'ambito di Fascio Bolano nella Figura si riportano le mappe a 4 m di altezza dal p.c. per lo scenario di post mitigazione (Figura 3.34).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

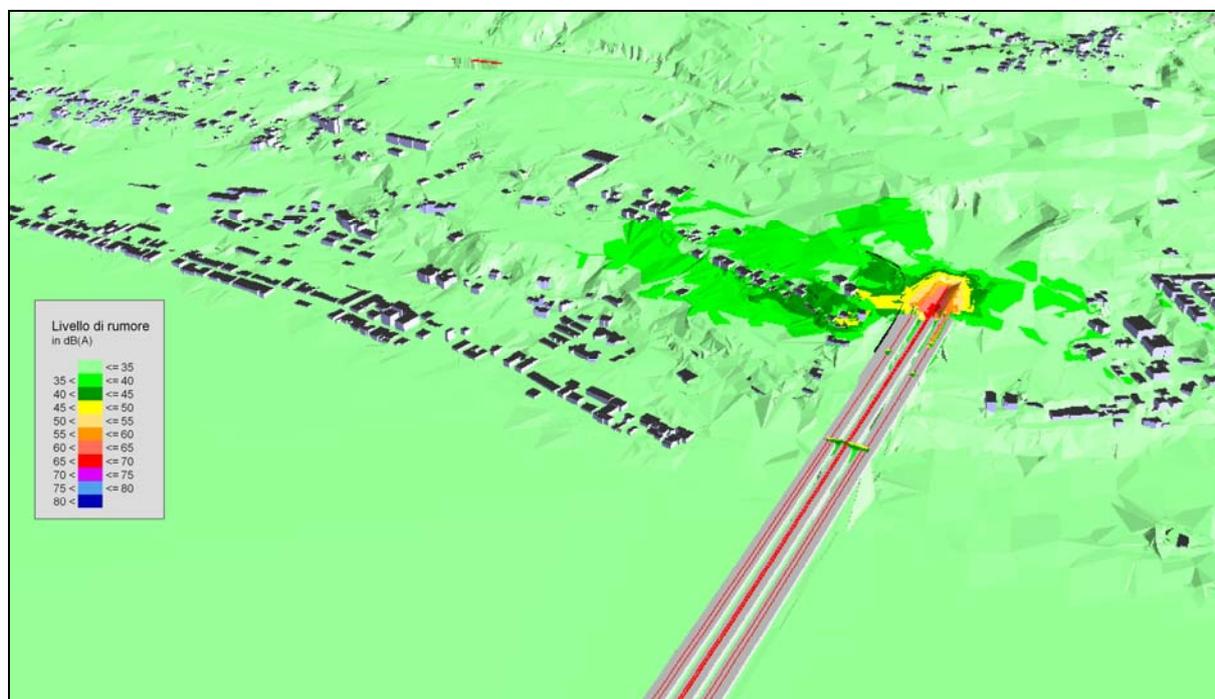


Figura 3.33 Vista 3D Scenario Post Mitigato Periodo Notturno

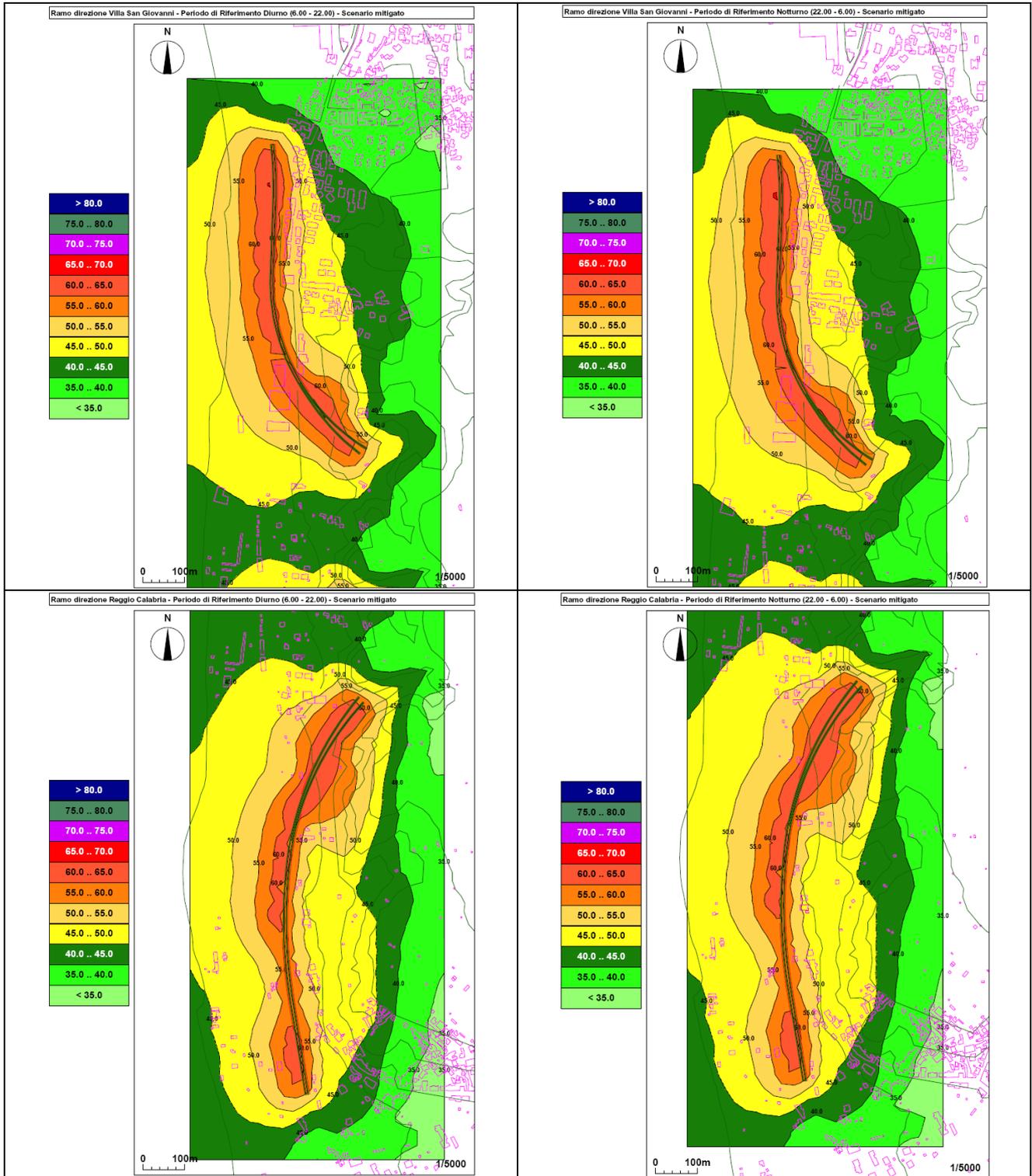


Figura 3.34 Fascio Bolano

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Versante Sicilia

Le mappe di rumore a 4 m di altezza dal piano campagna sono oggetto dei seguenti elaborati:

Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 1/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   85
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 2/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   86
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   87
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   88
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   89
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione diurno Leq6-22-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   90
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 1/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   94
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 2/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   95
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 3/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   96
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 4/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   97
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 5/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   98
Tracciato ferroviario-Sicilia-Mapp imp acustico post-Mitigazione notturno Leq22-6-Tav. 6/6	CG0700   P   P5   D   G   AM   IA   Q3   00   00   00   99

La verifica dei limiti di legge previsti dal DPR459/98 non ha evidenziato la necessità di interventi di mitigazione specifici sull'infrastruttura in progetto.

Le simulazioni dello scenario post mitigazione pertanto hanno tenuto conto delle mitigazioni da prevedersi sull'infrastruttura stradale, dove significative.

In località Faro essenzialmente il sistema di mitigazioni previsto per l'infrastruttura stradale è efficace come intervento di mitigazione anche per l'impatto ferroviario, come documentato nella

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Figura 3.35. Non sono stati previsti pertanto interventi di mitigazione aggiuntivi.

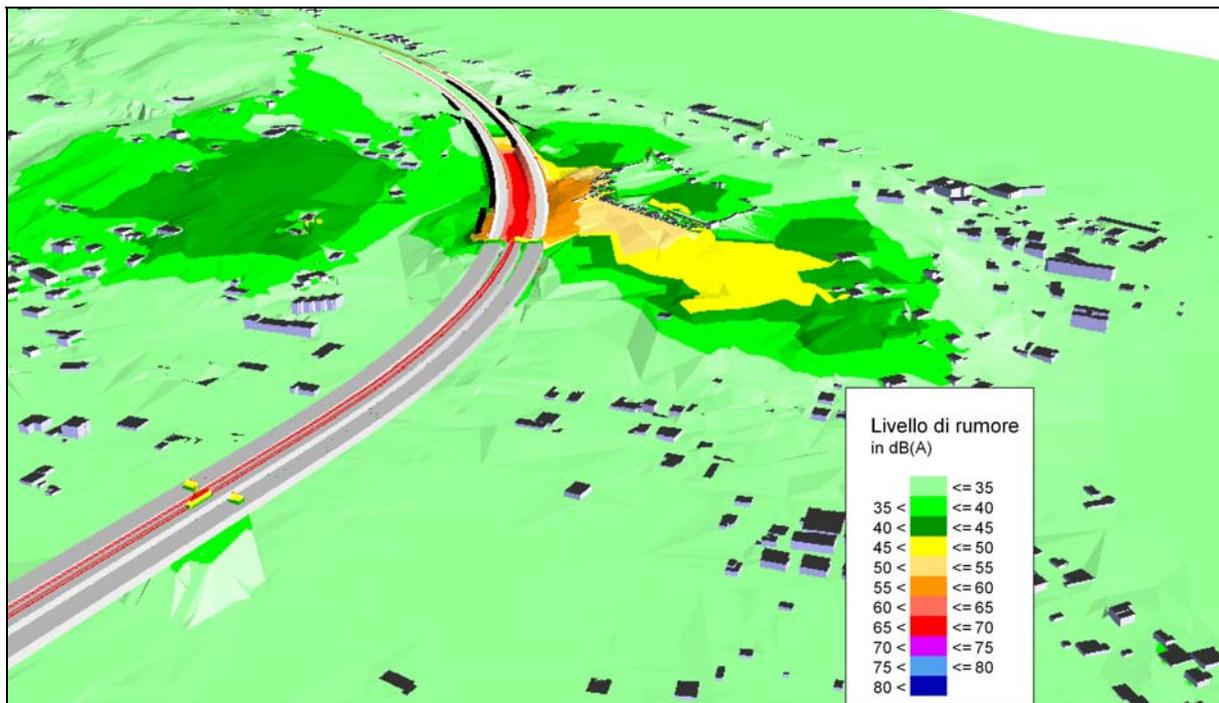


Figura 3.35 Vista 3D Località CURCURACI

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4 Mappatura post operam

### 4.1 Impatto mitigato stradale e ferroviario

La mappatura di post operam mitigato rappresenta la sintesi finale degli studi di impatto acustico svolti per le infrastrutture stradali e ferroviarie in progetto ed ha lo scopo di documentare, in termini di sovrapposizione degli effetti, i livelli e la distribuzione territoriale del campo sonoro mitigato che verranno a determinarsi a seguito alla realizzazione delle opere. Questa mappatura evidenzia, in altri termini, la componente irreversibile a lungo termine dell'impatto in esercizio.

La mappatura di post operam mitigato è stata realizzata all'interno di un ambito spaziale di ampiezza complessiva minima 2 km, esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato stradale o dal binario della linea ferroviaria fuori terra in progetto e per 500 m dal perimetro delle aree di cantiere, in analogia al clima acustico.

All'interno di questo corridoio di area vasta il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, le caratteristiche geometriche dei tracciati ferroviari e stradali, le tipologie di copertura superficiale del terreno, la presenza di schermature alla propagazione del rumore incluse le opere di mitigazione, le caratteristiche meteorologiche locali e i livelli di potenza sonora delle singole sorgenti calcolati in base al modello di traffico a lungo termine (2036). I calcoli acustici sono stati svolti utilizzando i parametri indicati nel capitolo precedente.

In relazione ai Piani di Risanamento Acustico in carico ai gestori di infrastrutture di trasporto, le simulazioni di post operam hanno recepito gli interventi di mitigazione previsti sull'Autostrada Salerno-Reggio Calabria A3, dimensionalmente adeguati al fine di considerare la riduzione di perdita di inserzione determinata dallo spostamento del ciglio di installazione sulle nuove rampe di svincolo.

La mappatura al continuo presenta la distribuzione delle isolivello di livello equivalente in periodo diurno 6-22 e notturno 22-6 all'altezza standard di 4 m di altezza dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dBA conforme alla UNI 9884. L'Allegato CG0700PSZDGAMIAQ300000001 contiene le verifiche puntuali sui ricettori entro 500 m dai tracciati.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

#### 4.1.1 Versante Calabria

Le tavole grafiche in scala 1:5000 nel seguito elencate presentano i risultati delle simulazioni di impatto mitigato complessivo stradale e ferroviario.

Tracciato stradale e ferroviario-Calabria- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 1/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I8</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I8
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I8		
Tracciato stradale e ferroviario-Calabria- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 2/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I9</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I9
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I9		
Tracciato stradale e ferroviario-Calabria- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 3/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>L1</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L1
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L1		
Tracciato stradale e ferroviario-Calabria- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 1/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>L2</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L2
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L2		
Tracciato stradale e ferroviario-Calabria- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 2/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>L3</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L3
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L3		
Tracciato stradale e ferroviario-Calabria- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 3/3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>L4</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L4
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	L4		

Le figure e le tabelle nel seguito riportate permettono il confronto tra i livelli di rumore ante operam (clima acustico) e i livelli ambientali complessivi che si determineranno dalla sovrapposizione dell'impatto mitigato delle infrastrutture di trasporto e il clima acustico. Il confronto viene fatto considerando i livelli di rumore calcolati in corrispondenza dei punti di calcolo all'interno di un ambito di studio di 500 m dai tracciati.

In periodo diurno si constata un incremento di circa il 5% delle classi di esposizione al rumore 50-55 dBA e 55-60 dBA, conseguente all'introduzione del carico di rumore correlato all'esercizio delle nuove infrastrutture. a cui consegue la riduzione del numero di punti appartenenti a classi di rumore inferiori. Non si evidenzia alcun peggioramento di esposizione ai livelli superiori a 70 dBA, limite di zona all'interno della zona di pertinenza e sovrapposizione delle due infrastrutture (Figura 4.1).

Questa situazione è in termini generali estesa anche al periodo notturno, con un piccolo incremento tuttavia del numero di punti esposti a livelli superiori a 60 dBA (limite di zona all'interno della zona di pertinenza e sovrapposizione delle due infrastrutture).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

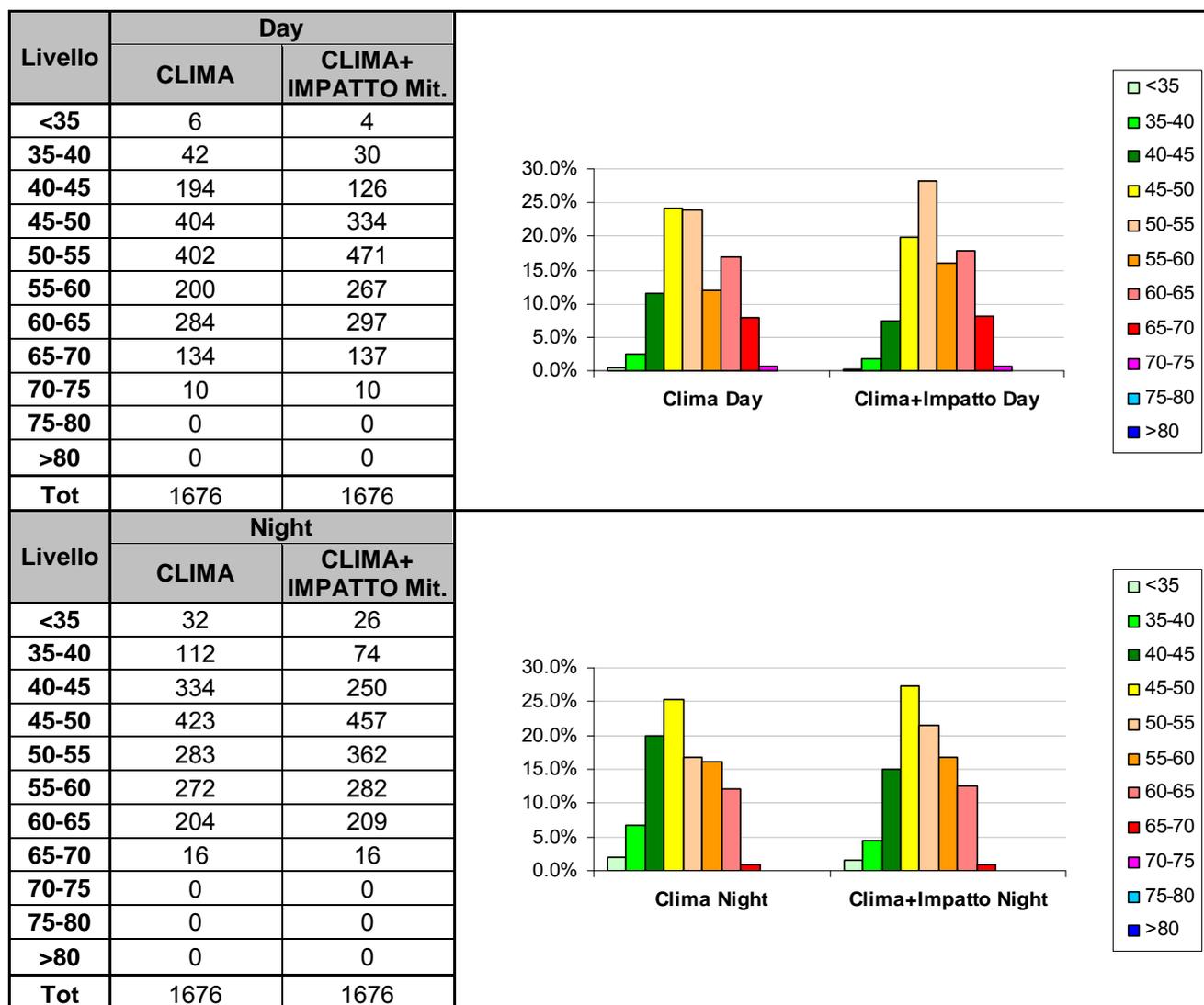


Figura 4.1 Distribuzione classi di rumore Calabria

La Figura 4.2 e Figura 4.3 consentono viceversa il confronto tra i due scenari (clima acustico ante operam e clima + impatto complessivo mitigato) relativamente alle classi di margine/esubero rispetto ai valori limite applicabili.

Se da un lato si constata un incremento delle percentuali delle classi di rumore medio-alte, dall'altra la percentuale relativa al superamento dei limiti di zona o della classificazione acustica non si modifica significativamente e la variazione più consistente riguarda la diminuzione dei margini inferiori a 2 dBA, che rappresenta la classe prevalente. Il numero di punti caratterizzati da

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

esuberanti aumentano nello scenario post operam di meno del 1% nel periodo diurno e al massimo del 2% nel periodo notturno.

Infine, a riprova dell'efficacia degli interventi di mitigazione del rumore previsti, si sottolinea che nell'85% e 88% dei punti rispettivamente nel periodo diurno e notturno, i livelli di clima acustico sono superiori ai livelli di impatto complessivo delle due infrastrutture in progetto e che nel 66% dei punti nel periodo diurno e 69% nel periodo notturno i livelli di impatto si possono considerare non significativi, ovvero inferiori di almeno 10 dBA rispetto ai livelli di stato attuale (Tabella 4.1).

Infine, nella Figura 4.4 è riportata la mappa complessiva dell'impatto stradale e ferroviario, nel quale si documentano livelli di rumore al di fuori delle fasce di pertinenza inferiori a 45 dBA quindi conformi al limite di classe II per il periodo notturno, classe in cui ricade effettivamente una parte del territorio. In molte zone, la mappa di clima acustico documenta livelli di rumore superiori.

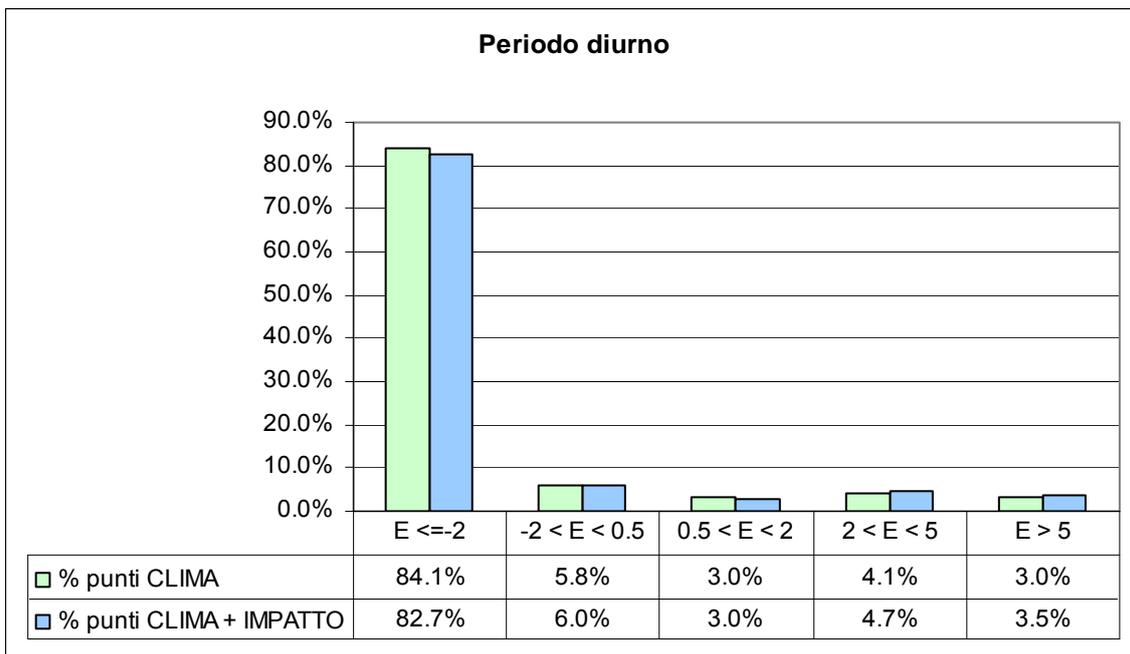


Figura 4.2 Distribuzione esuberanti/margini Periodo Diurno Calabria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

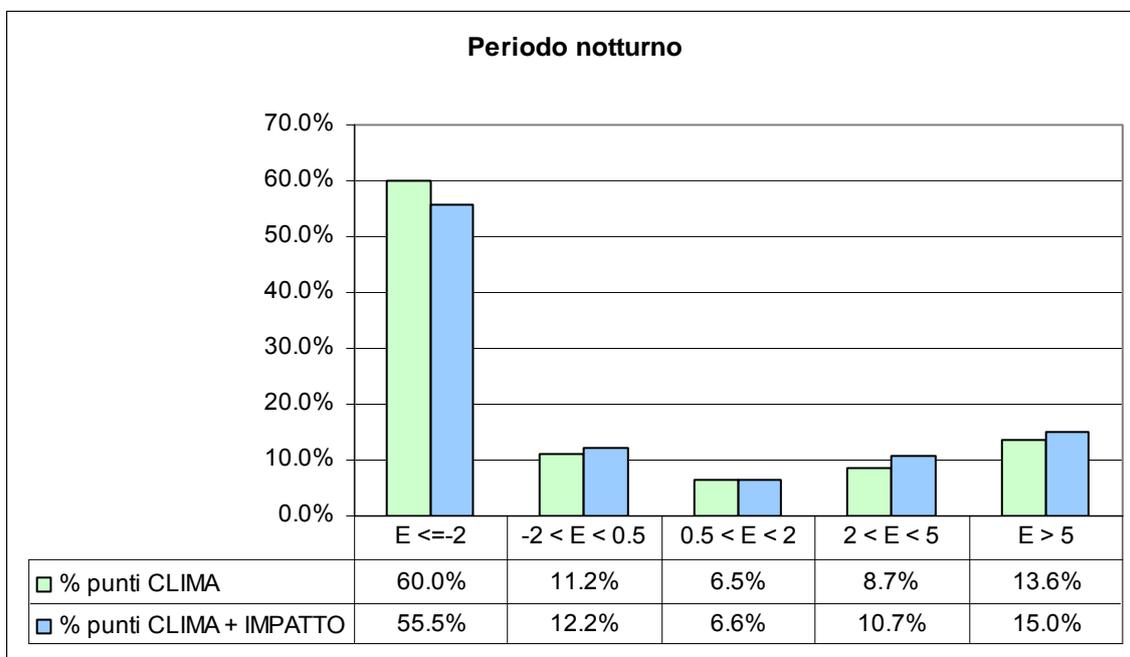


Figura 4.3 Distribuzione esuberi/margini Periodo Notturmo Calabria

	Day	Night
Clima < Impatto	15%	12%
Clima > Impatto	85%	88%
Impatto non significativo (<10 dBA)	66%	69%

Tabella 4.1

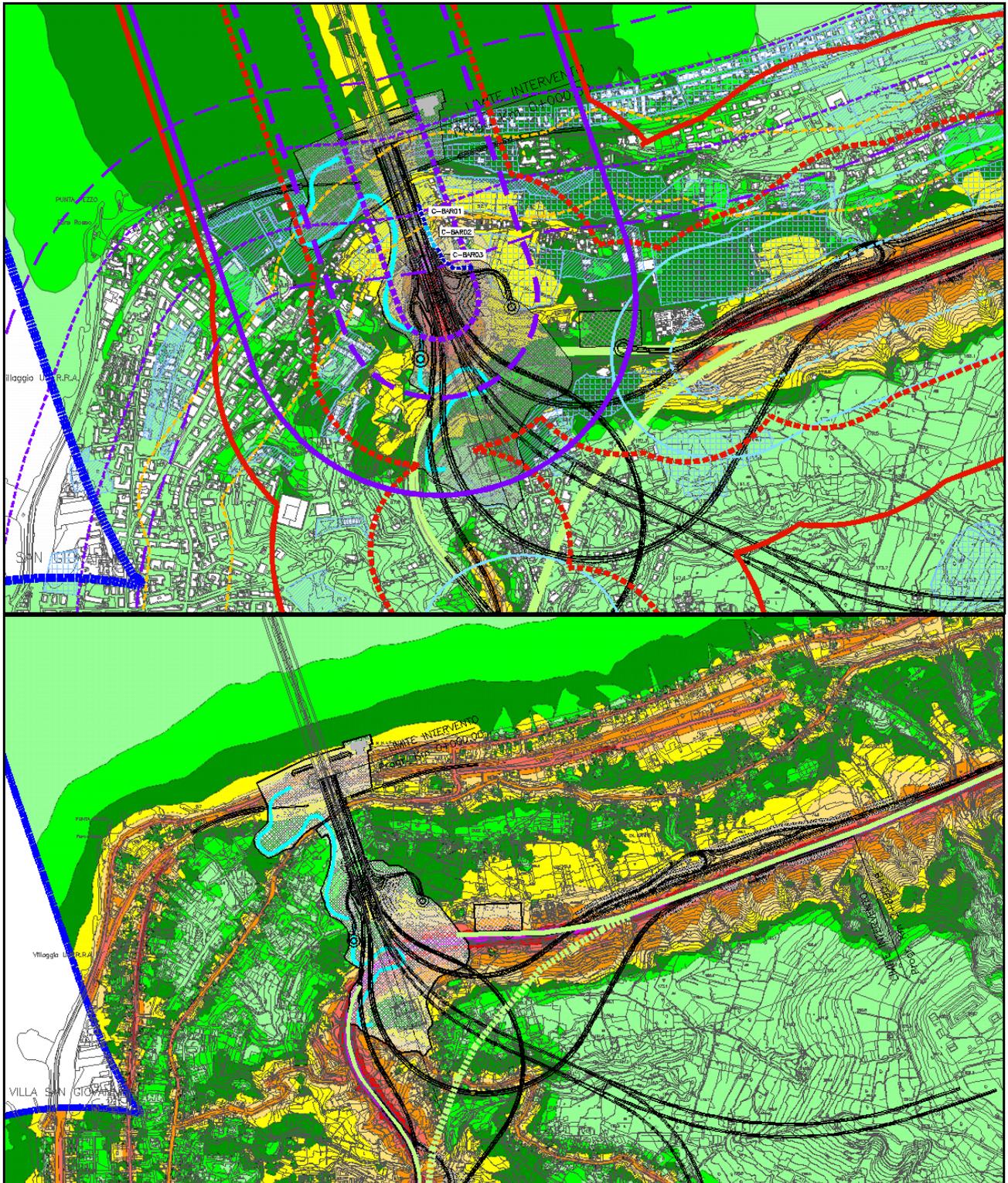


Figura 4.4 Calabria - Mappa clima acustico (in basso) e post operam mitigato stradale e ferroviario (in alto)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

#### 4.1.2 Versante Sicilia

Le tavole grafiche in scala 1:5000 nel seguito elencate presentano i risultati delle simulazioni.

Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 1/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>H6</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H6
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H6		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 2/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>H7</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H7
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H7		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 3/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>H8</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H8
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H8		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 4/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>H9</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H9
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	H9		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 5/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I0</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I0
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I0		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo diurno Leq6-22-Tav. 6/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I1</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I1
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I1		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo notturno Leq22-6-Tav. 1/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I2</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I2
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I2		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo notturno Leq22-6-Tav. 2/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I3</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I3
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I3		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo notturno Leq22-6-Tav. 3/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I4</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I4
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I4		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo notturno Leq22-6-Tav. 4/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I5</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I5
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I5		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo notturno Leq22-6-Tav. 5/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I6</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I6
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I6		
Tracciato stradale e ferroviario-Sicilia- Mappatura post operam mitigato - Periodo notturno Leq22-6-Tav. 6/6	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CG0700</td><td>P</td><td>P5</td><td>D</td><td>G</td><td>AM</td><td>IA</td><td>Q3</td><td>00</td><td>00</td><td>00</td><td>I7</td> </tr> </table>	CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I7
CG0700	P	P5	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	I7		

Le figure e le tabelle nel seguito riportate permettono il confronto tra i livelli di rumore ante operam (clima acustico) e i livelli ambientali complessivi che si determineranno dalla sovrapposizione dell'impatto mitigato delle infrastrutture di trasporto e il clima acustico. Il confronto viene fatto considerando i livelli di rumore calcolati in corrispondenza dei punti di calcolo all'interno di un ambito di studio di 500 m dai tracciati.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nel periodo diurno l'introduzione delle opere in progetto determina un incremento inferiore al 10% del numero di punti di calcolo appartenenti alla classe di rumore 50-55 dBA e inferiore al 5% per quanto riguarda i punti di calcolo appartenenti alla classe 55-60 dBA, a fronte di una riduzione delle classi di rumore inferiori. Non si evidenzia alcun peggioramento di esposizione ai livelli superiori a 70 dBA, limite di zona all'interno della zona di pertinenza e sovrapposizione delle due infrastrutture.

Queste conclusioni possono essere estese anche al periodo notturno, dove tuttavia è rilevabile un limitato incremento del numero di punti esposti a livelli superiori a 60 dBA (limite di zona all'interno della zona di pertinenza e sovrapposizione delle due infrastrutture) (Figura 4.5).

La Figura 4.6 e Figura 4.7 consentono viceversa il confronto tra i due scenari (clima acustico ante operam e clima + impatto complessivo mitigato) relativamente alle classi di margine/esubero rispetto ai valori limite applicabili.

Se da un lato si constata un incremento delle percentuali delle classi di rumore medio-alte, dall'altra la percentuale relativa al superamento dei limiti di zona o della classificazione acustica non si modifica significativamente e la variazione più consistente riguarda la diminuzione dei margini inferiori a 2 dBA, che rappresenta la classe prevalente. Il numero di punti caratterizzati da esuberanti aumentano nello scenario post operam di meno del 1% nel periodo diurno e al massimo del 2% nel periodo notturno.

Infine si sottolinea che nell'88% e 90% dei punti rispettivamente nel periodo diurno e notturno, i livelli di clima acustico sono superiori ai livelli di impatto complessivo delle due infrastrutture in progetto e che nel 72% dei punti nel periodo diurno e 64% nel periodo notturno i livelli di impatto mitigato delle infrastrutture in progetto si possono considerare non significativi, ovvero inferiori di almeno 10 dBA rispetto ai livelli di stato attuale (Tabella 4.2).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

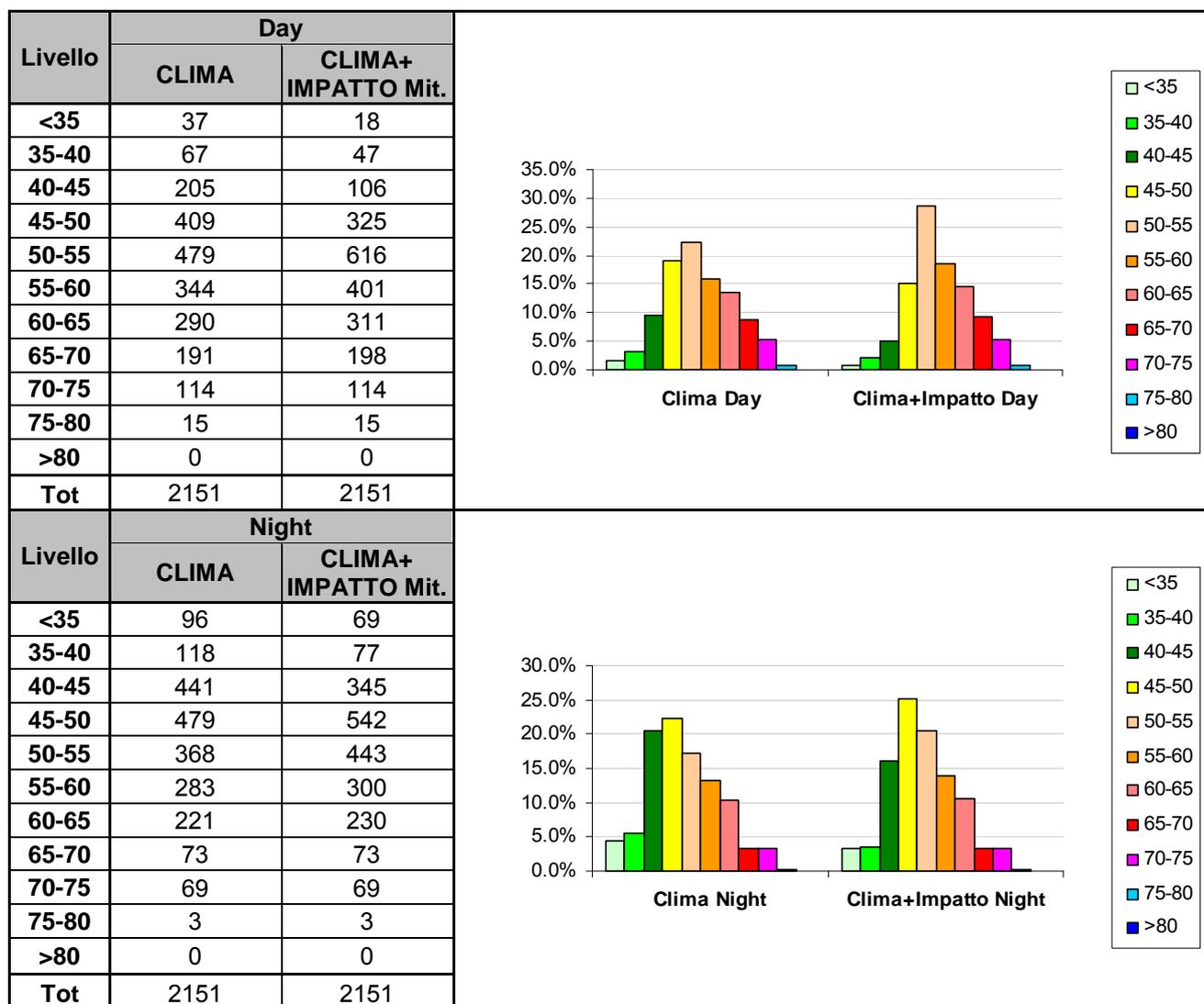


Figura 4.5 Distribuzione classi di rumore Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

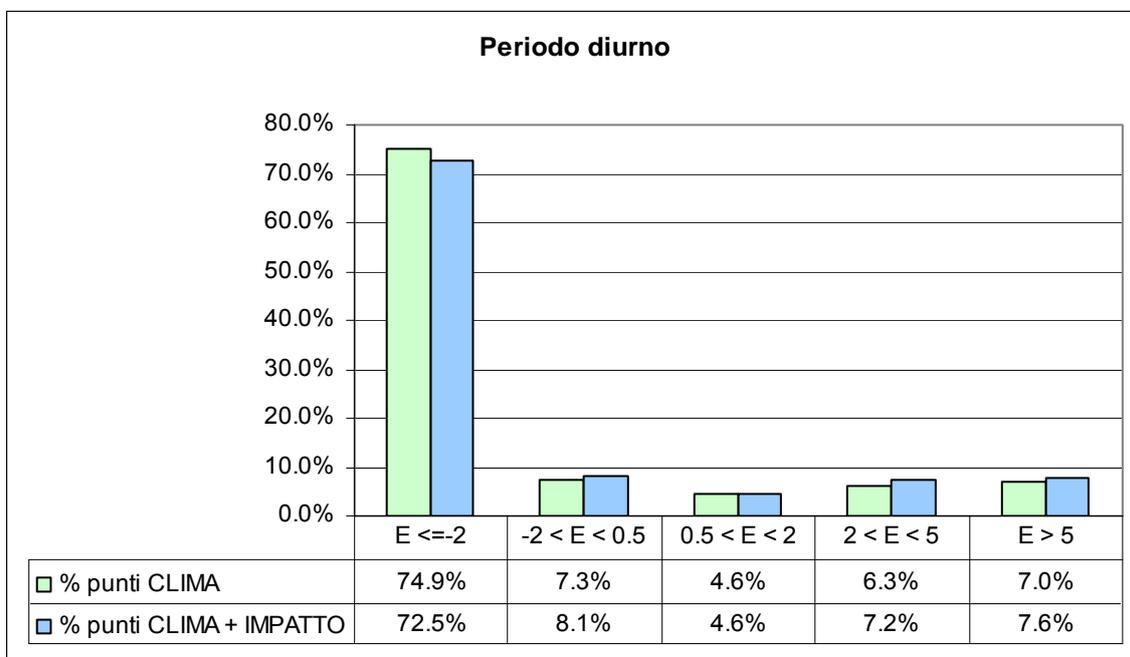


Figura 4.6 Distribuzione esuberi/margini Periodo Diurno Sicilia

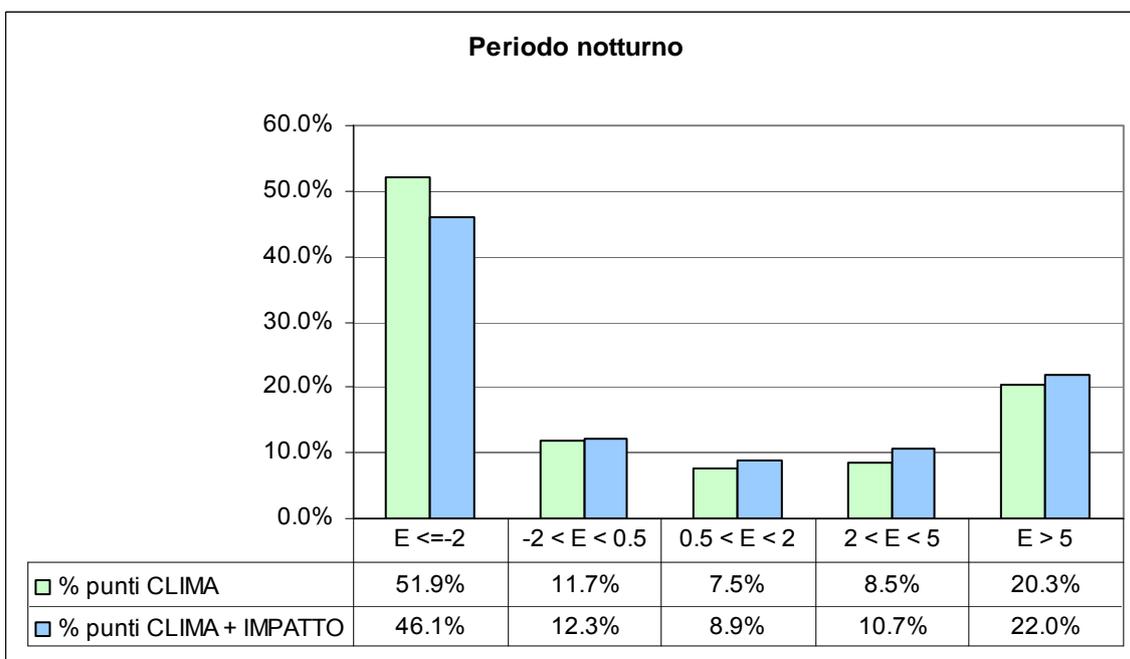


Figura 4.7 Distribuzione esuberi/margini Periodo Notturno Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	<b>Day</b>	<b>Night</b>
Clima < Impatto	12%	10%
Clima > Impatto	88%	90%
Impatto non significativo (<10 dBA)	72%	64%

Tabella 4.2

Al di fuori dell'ambito di pertinenza delle due infrastrutture, la mappatura acustica relativa all'impatto complessivo mitigato stradale e ferroviario per il periodo notturno, evidenzia la presenza di livelli di rumore che sono conformi ai limiti di Classe II (45 dBA in periodo notturno). In questi ambiti in cui l'impatto delle infrastrutture è molto contenuto la mappatura di clima acustico documenta livelli di stato attuale decisamente più elevati. Si riportano a tal proposito, a titolo di esempio, le mappature relative alla località Faro (Figura 4.8) e alla località Curcuraci (Figura 4.9).

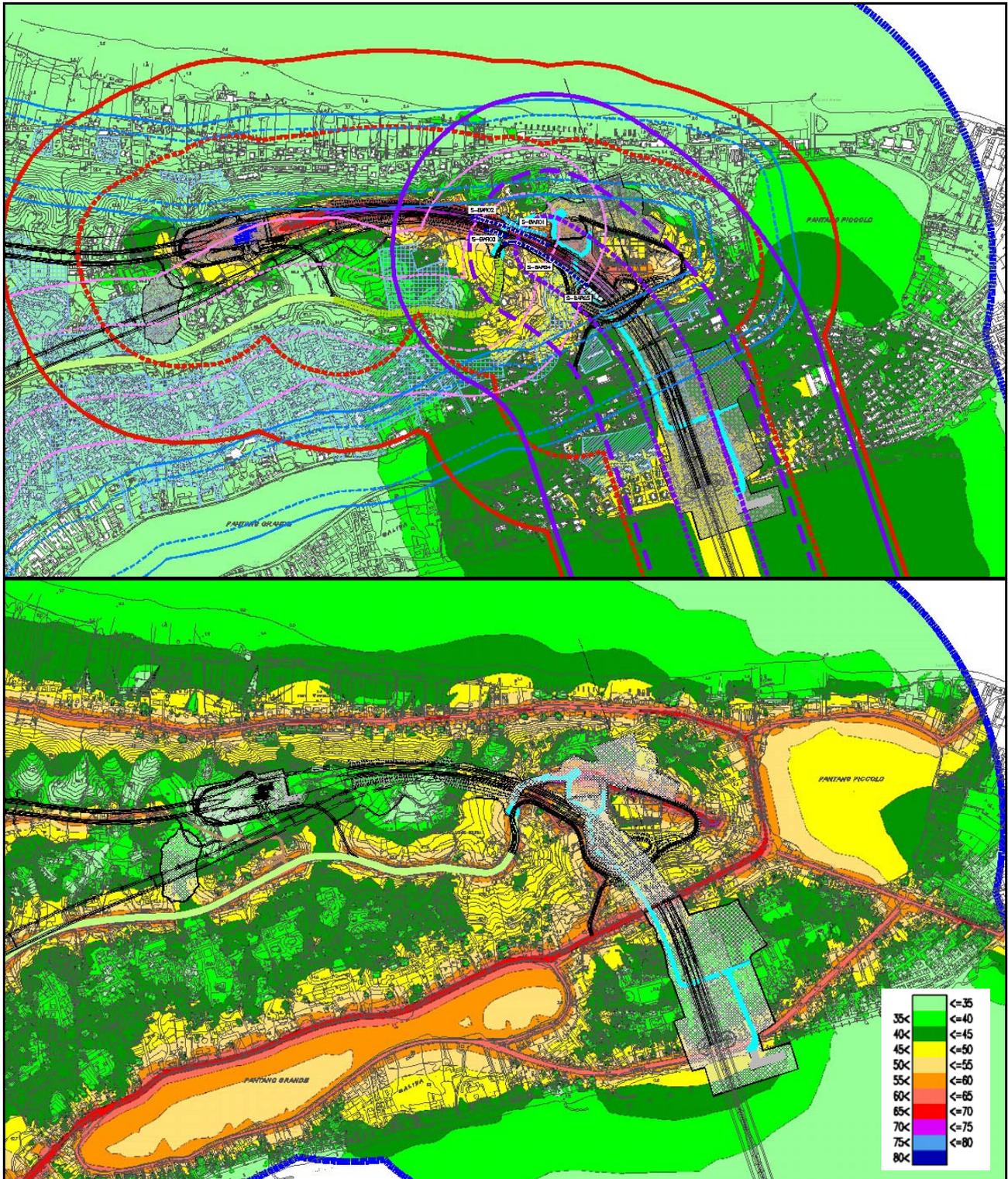


Figura 4.8 Mappa clima acustico (in basso) e post operam mitigato (in alto) – Località FARO

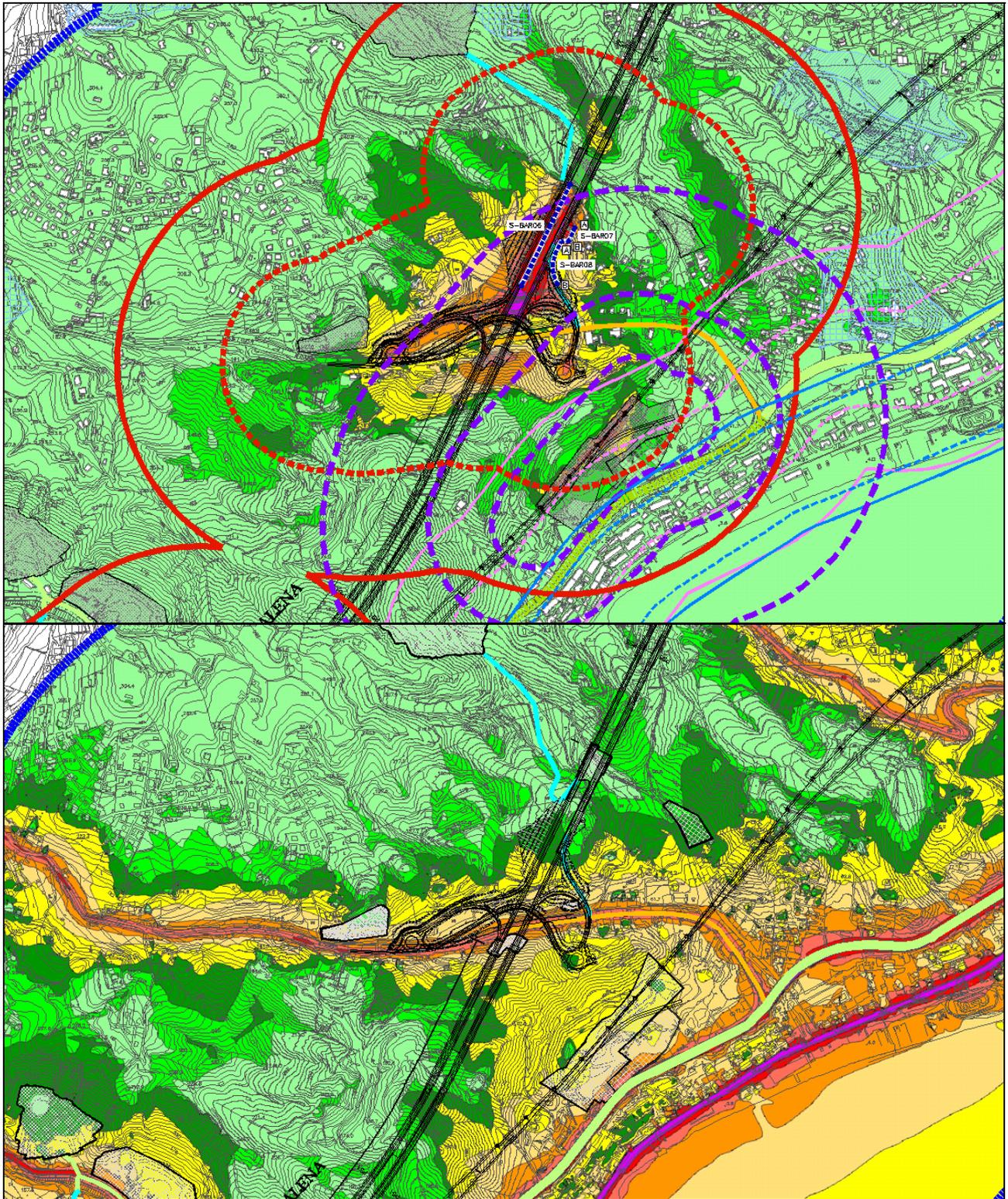


Figura 4.9 Mappa clima acustico (in basso) e post operam mitigato (in alto) – Località CURCURACI

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4.2 Definizione livelli di impatto per AMC

I livelli di impatto sono stati definiti considerando la tipologia ed estensione spaziale delle potenziali alterazioni indotte dalle opere.

Il livello minimo è relativo ad alterazioni dei livelli di rumore indotti dall'esercizio dell'infrastruttura in progetto nelle condizioni mitigate che comportano valori compatibili con i limiti normativi con margini significativi, situazione ricorrente nell'ambito di studio sia per l'infrastruttura stradale che, in particolare, per quella ferroviaria.

Livelli di impatto medio riguardano alterazioni dei livelli di pressione sonora che si collocano a cavallo dei limiti normativi con margini/esuberi dell'ordine di approssimazione del modello di calcolo ( $\pm 2$  dBA), scenario anche questo ricorrente ma limitatamente all'esercizio dell'infrastruttura stradale.

Livelli di impatto alto sono associati a situazioni locali di superamento dei limiti normativi con esuberi superiori a 2 dBA, a causa di geometrie sorgente – ricettori sfavorevoli. Tale circostanza si verifica in corrispondenza di quei tratti di tracciato in trincea profonda, in località Faro Superiore e in località Curcuraci all'imbocco della Galleria Faro Superiore lato Messina per il versante Sicilia e tra il viadotto di accesso e gli imbocchi delle gallerie sul versante Calabria e riguardano due edifici. Non si sono invece riscontrati livelli di impatto molto alto, determinati da situazioni di diffusa e significativa non conformità ai limiti normativi.

La Tabella 4.3 nel seguito riportata riassume i giudizi di impatto con riferimento alle definizioni date in occasione del SIA 2002 e del SIA 2010 e alle tavole di sintesi degli impatti in scala 1:10.000:

CG0700	P	G4	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	B3
CG0700	P	G4	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	B4
CG0700	P	G4	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	B5
CG0700	P	G4	D	G	AM	IA	Q3	00	00	00	B6

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<b>LIVELLO 1</b> (min)	<p><b>SIA 2002</b> - Immissione e propagazione del rumore nelle aree adiacenti ai tracciati ferroviari e stradali, in presenza di ricettori a bassa sensibilità (aree industriali, aree agricole, ecc.) o protetti da ostacoli naturali.</p> <p>Imbocchi gallerie ferroviarie, indipendentemente dal contesto in cui sono inserite o gallerie autostradali in assenza di ricettori direttamente esposti.</p> <p><b>SIA 2010</b> - Livelli di impatto mitigato conformi ai limiti normativi con margini significativi.</p>
<b>LIVELLO 2</b>	<p><b>SIA 2002</b> - Immissione e propagazione del rumore nelle aree adiacenti ai tracciati ferroviari e stradali, in presenza di ricettori residenziali o residenziali rurali isolati o, alternativamente, di piccoli nuclei residenziali.</p> <p>Imbocchi gallerie autostradali in presenza di ricettori potenzialmente esposti.</p> <p><b>SIA 2010</b> - Livelli di impatto mitigato conformi ai limiti normativi nell'ambito di approssimazione del modello di calcolo (<math>\pm 2</math> dBA).</p>
<b>LIVELLO 3</b>	<p><b>SIA 2002</b> - Immissione e propagazione del rumore nelle aree adiacenti ai tracciati ferroviari e stradali, in presenza di aree urbanizzate residenziali a media e bassa densità.</p> <p><b>SIA 2010</b> - Livelli di impatto mitigato localmente non conformi ai limiti normativi con esuberi superiori a 2 dBA, a causa di geometrie sorgente-ricettore sfavorevoli al contenimento del rumore.</p>
<b>LIVELLO 4</b> (max)	<p><b>SIA 2002</b> - Immissione e propagazione del rumore nelle aree adiacenti ai tracciati ferroviari e stradali, in presenza di aree urbanizzate residenziali ad alta densità o di ricettori ad alta sensibilità (Classe I quali scuole, ospedali, case di cura, ecc.).</p> <p><b>SIA 2010</b> - Livelli di impatto mitigato diffusamente non conformi ai limiti normativi con esuberi superiori a 2 dBA.</p>

Tabella 4.3



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 Impatto aeroacustico opera di attraversamento

Nell'ambito delle "Specifiche tecniche per il progetto definitivo e il progetto esecutivo delle opere ambientali – Studi e approfondimenti di settore" la Società Stretto di Messina ha richiesto al Contraente Generale la verifica dell'effetto acustico prodotto dal vento sulle strutture minori anche a velocità del vento maggiori di quella considerata (10 m/s) nelle precedenti fasi progettuali.

Il fenomeno è stato studiato mediante un approccio scientifico basato su metodi analitici e modellizzazione numerica dei fenomeni di emissione aeroacustica derivanti dall'interazione del vento sulle strutture minori del ponte.

Le caratteristiche del vento di riferimento per le analisi aeroacustiche sono state individuate tramite un'analisi dei dati di vento rilevati dal Centro Meteorologico Stretto di Messina Spa (CMSM), dalle precedenti elaborazioni sulla "Valutazione del Vento di Progetto" (documento DT.ISP.V.E.R1.001) e dai dati del modello meteorologico LAMA di fonte pubblica.

Le emissioni dei singoli elementi indagati sono state quindi inserite all'interno di un modello di simulazione complessivo del ponte per calcolare i livelli acustici in corrispondenza delle aree abitate presenti nelle zone di attestamento dell'opera.

I risultati sono stati infine confrontati con i livelli di rumore ad oggi riscontrabili nelle aree di studio e con le immissioni derivanti dalle infrastrutture di trasporto in progetto.

Lo studio completo è contenuto nel documento CG0700ARGDCI700RM00000002A, del quale si riporta nel seguito una sintesi degli elementi principali.

### 5.1 Valutazione del vento di riferimento per le analisi aeroacustiche

Le analisi svolte nelle fasi progettuali precedenti sulle emissioni acustiche derivanti dall'effetto del vento sulle strutture del ponte erano limitate alla velocità di 10 m/s. Di fatto l'ampia base di dati disponibile per l'area oggetto di studio evidenzia che velocità del vento superiori si rilevano correntemente. Nella scelta della velocità del vento da utilizzare per le valutazioni successive si è tenuto conto dei seguenti elementi:

- Le velocità del vento da considerare si devono collocare in un campo di esistenza reale del fenomeno. A differenza delle valutazioni di ordine strutturale o di sicurezza le valutazioni acustiche si riferiscono a condizioni che accadono con una frequenza non trascurabile.
- L'eventuale emissione di rumore deve presentare delle caratteristiche di persistenza su un arco temporale significativo, il cui ordine di grandezza deve essere confrontabile con la

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

durata dei periodi di riferimento diurno/notturno (rispettivamente 16/8 ore) definiti dalla normativa italiana in relazione all'inquinamento acustico. Ne consegue che le velocità del vento considerate devono presentare le stesse caratteristiche di persistenza.

In base a queste considerazioni sono state eseguite analisi dettagliate sulle basi dati meteorologiche disponibili nell'area per individuare i valori utili alle valutazioni sulle emissioni acustiche. Le basi dati sono sostanzialmente di due tipi:

- dati sperimentali rilevati dalle centraline meteorologiche presenti nell'area.
- risultati di elaborazioni numeriche di ricostruzione del campo di vento.

Sulla base delle frequenze di accadimento dei fenomeni anemologici, in relazione allo scopo di individuare il più alto valore che presenta frequenze non trascurabili, sono state effettuate analisi sui dati sperimentali acquisiti dal Centro Meteorologico della Stretto di Messina che hanno consentito di valutare pari a 25 m/s il dato indagato. Tale valore presenta una probabilità di accadimento stimabile in circa un'ora all'anno, ed è pertanto da considerare cautelativo secondo le finalità delle valutazioni effettuate.

In merito alla direzione di provenienza i dati evidenziano una netta dominanza dei quadranti meridionali, in particolar modo delle direzioni da SSW per le condizioni di velocità del vento superiori a 10 m/s.

## **5.2      Analisi di sensibilità delle emissioni acustiche sull'elemento strutturale di riferimento**

Analizzando gli elementi strutturali oggetto dell'analisi aeroacustica si evince che la geometria della maggior parte di essi (pendini, cavo di alimentazione ferroviaria , etc.) può essere ricondotta ad un elemento di riferimento cilindrico avente diametro  $D$  e lunghezza  $L$ , con  $L \gg D$ . In particolare, si è scelto, come elemento di riferimento, il pendino F1 di lunghezza massima, il quale presenta un diametro  $D = 0.106 \text{ m}$  ed una lunghezza  $L \gg D$ . Su tale elemento è condotta un'analisi acustica di sensibilità al variare della velocità del vento.

### **5.2.1      Dominio di calcolo**

Dovendo simulare il flusso attorno ad un cilindro di diametro  $D$ , si è scelto di considerare un

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dominio di calcolo avente la forma e le dimensioni riportate in Figura 5.1. La discretizzazione è fatta usando una griglia di calcolo strutturata (Figura 5.2) formata da circa 80000 elementi quadrangolari e raffinata a parete in modo da garantire una  $y^+$  minore dell'unità su tutto il cilindro.

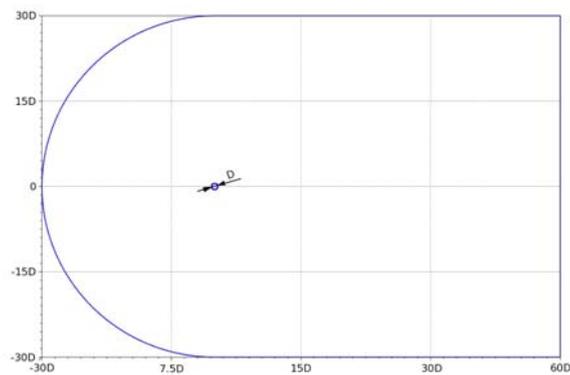


Figura 5.1 - Dominio di calcolo

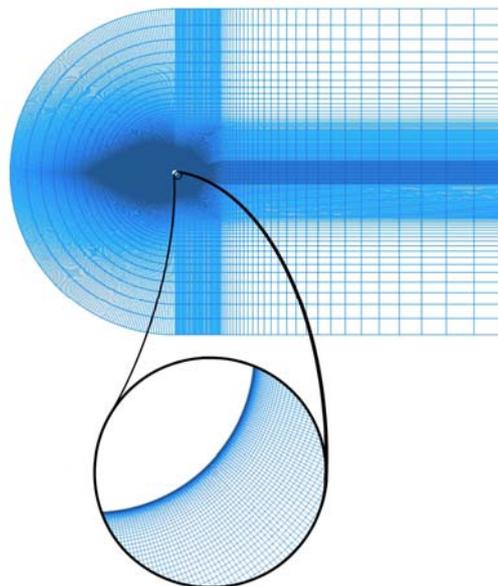


Figura 5.2 - Griglia di calcolo

## 5.2.2 Condizioni al contorno

Il modello di calcolo deve essere associato ad opportune condizioni al contorno. In particolare, il modello URANS, utilizzato per la simulazione dell'elemento di riferimento, richiede le seguenti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

condizioni al contorno:

- all' ingresso del dominio occorre impostare: la velocità,  $U$ , la pressione,  $p$ , la densità,  $\rho$ , l'energia cinetica turbolenta,  $k$ , e la frequenza di dissipazione,  $\omega$ . Le grandezze fluidodinamiche, ossia velocità, pressione e densità, sono scelte in base alle caratteristiche del flusso da risolvere. Noti tali valori è possibile valutare i parametri relativi al modello di turbolenza: l'energia cinetica turbolenta è calcolata a partire dall'intensità turbolenta della corrente indisturbata,  $I$ , mediante la seguente formula :

$$k = \frac{3}{2}(I \cdot U)^2$$

mentre per la frequenza di dissipazione si è utilizzata la relazione:

$$\omega = 5 \frac{U}{L_d}$$

dove  $L_d$  è la dimensione massima del dominio computazionale;

- sul bordo superiore ed inferiore del dominio si suppone di essere in campo, indisturbato, quindi si applicano condizioni di slip wall;
- all'uscita del dominio si impone una condizione di gradiente nullo per la velocità e una condizione non riflessiva per la pressione;
- sulla parete si impone che la velocità sia nulla.

### 5.2.3 Risultati

In Figura 5.3 sono riportati gli spettri di pressione acustica per un osservatore posto ad una distanza di  $r = 100D$  e relativi ad una velocità del flusso pari a  $40 \text{ m/s}$ . Si osserva come, per valori di  $L_s$  superiori a  $35D$  gli spettri di pressione siano sostanzialmente indipendenti dalla lunghezza *spanwise* simulata e tendano allo spettro valutato con la simulazione bidimensionale.

Va notato che i valori riportati in Figura 5.3 non sono rappresentativi della vera emissione acustica del cilindro, in quanto devono essere ulteriormente corretti per tener conto degli effetti tridimensionali (decorrelazione trasversale) del fenomeno in esame.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

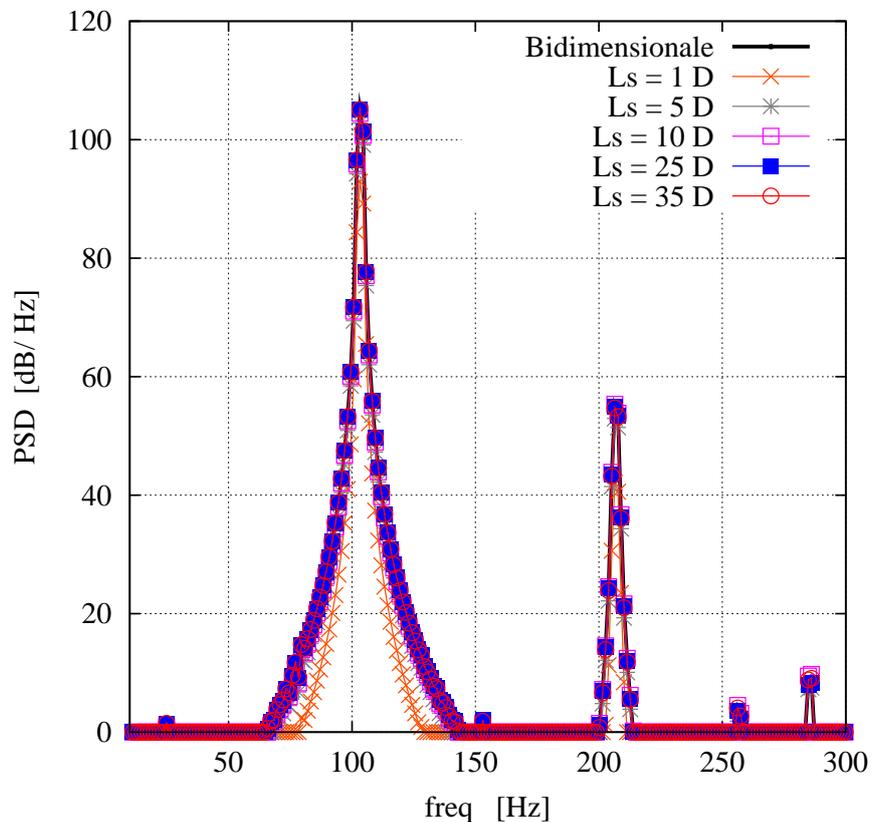


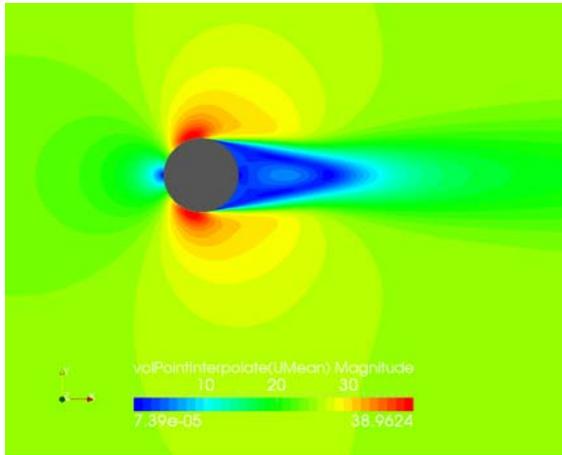
Figura 5.3 Sensibilità dello spettro al crescere della lunghezza spanwise simulata

#### 5.2.4 Campo di moto fluidodinamico

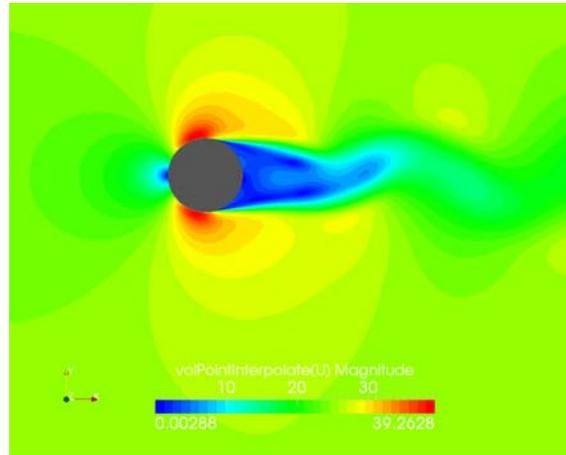
Si riportano in Figura 5.4 le mappe di velocità mediata nel tempo, velocità istantanea, pressione mediata nel tempo, energia cinetica turbolenta mediata nel tempo, e le storie temporali dei coefficienti di portanza  $C_l$  e resistenza  $C_d$  sul cilindro.

Le storie temporali dei coefficienti  $C_l$  e  $C_d$  sono state riportate su un intervallo temporale tale per cui si hanno cinque cicli di shedding. Si osserva che, coerentemente con quanto riportato in letteratura, il  $C_d$  presenta una frequenza principale doppia rispetto alla frequenza principale del  $C_l$ . Inoltre, mentre la storia temporale del  $C_l$  è sostanzialmente sinusoidale, quella del  $C_d$  presenta delle modulazioni periodiche sovrapposte alla frequenza principale.

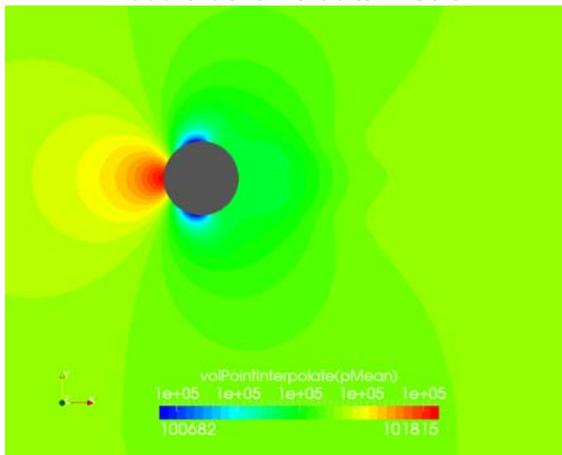
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



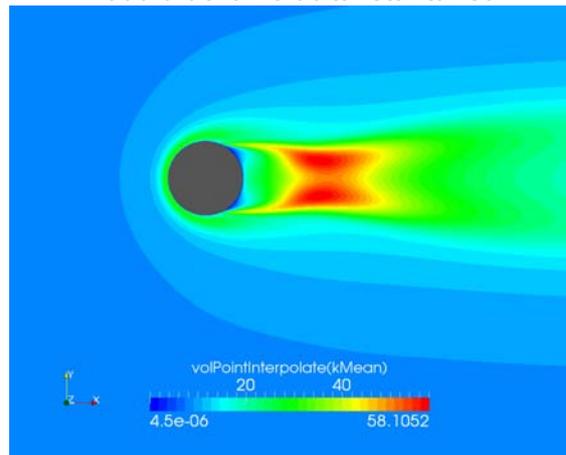
modulo della velocità media



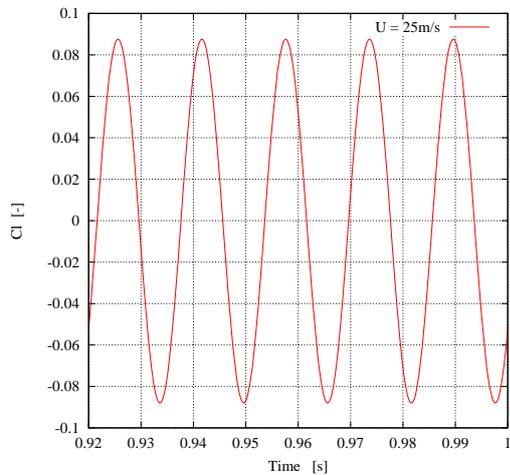
modulo della velocità istantanea



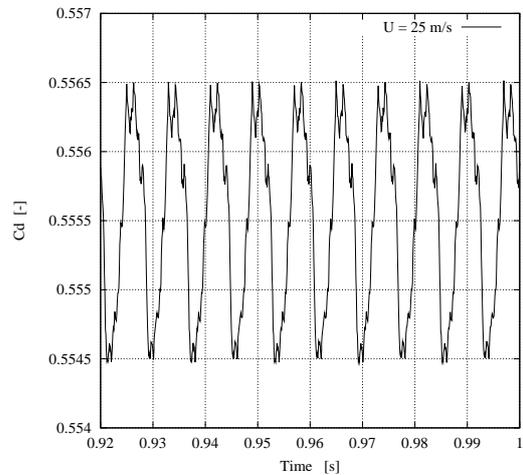
pressione media



energia cinetica turbolenta



coefficiente di portanza



coefficiente di resistenza

Figura 5.4 Campo di moto per una corrente a 25 m/s

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La Tabella 5.1 riporta i valori del  $C_{L\ RMS}$ , del  $C_{D\ RMS}$  e del numero di Strouhal alle diverse velocità simulate. Si può osservare come il numero di Strouhal ottenuto numericamente si discosti dal valore classico di 0.2 riferito a un cilindro liscio, ma il risultato è compatibile con i valori sperimentali riferiti a cilindri il cui strato limite è completamente turbolento.

Velocità, m/s	Re	St	$C_{L\ RMS}$	$C_{D\ RMS}$
10	70666.67	0.2458	0.0931	0.0642
20	141333.33	0.2560	0.0691	0.0574
25	176666.67	0.2652	0.0622	0.0556
30	212000	0.2689	0.0595	0.0540
40	282666.67	0.2735	0.0514	0.0520

Tabella 5.1 Valori del  $C_{L\ RMS}$ , del  $C_{D\ RMS}$  e del numero di Strouhal alle diverse velocità simulate

### 5.2.5 Emissioni acustiche

L'analisi delle emissioni acustiche dell'elemento di riferimento è stata effettuata risolvendo l'equazione di Ffowcs-Williams and Hawkings per un osservatore posto ad una distanza di  $r = 2D$  dal centro del cilindro. In Figura 5.5 è riportato l'andamento delle emissioni acustiche al variare della posizione angolare per le diverse velocità analizzate. Si può osservare come la direttività abbia un andamento dipolare, tipico dei toni eolici e come l'intensità del rumore emesso cresca all'aumentare della velocità del flusso. In Figura 5.6 è rappresentato lo spettro del rumore per un osservatore posto sulla normale del cilindro. Le emissioni acustiche sono chiaramente di tipo tonale, si ha infatti presenza di un picco principale, con frequenza uguale alla frequenza di shedding, ed una serie di toni secondari corrispondenti alle armoniche superiori. I toni secondari presentano un'intensità molto più bassa rispetto a quella del tono principale, pertanto il loro contributo al rumore complessivo può ritenersi praticamente trascurabile. All'aumentare della velocità aumenta la frequenza di rilascio dei vortici, di conseguenza aumenta anche la frequenza del tono principale.

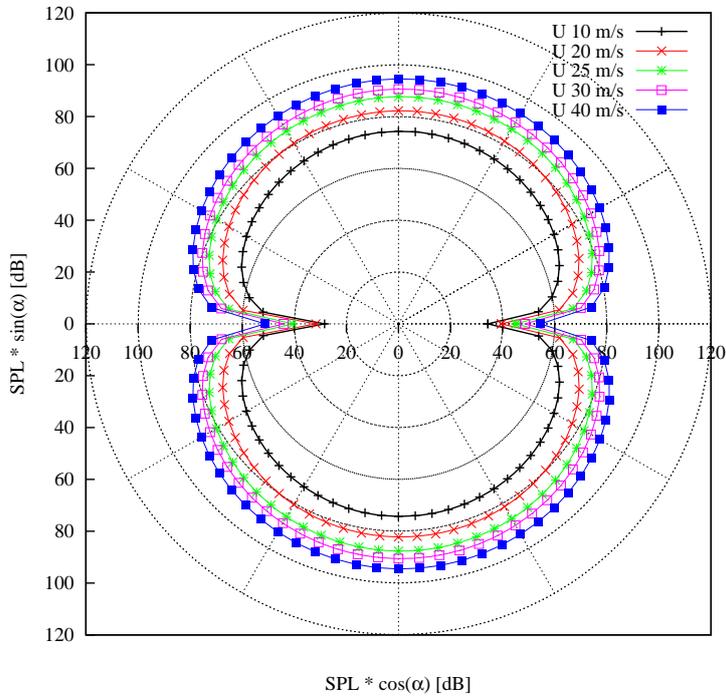


Figura 5.5 Direttività dell'emissione acustica

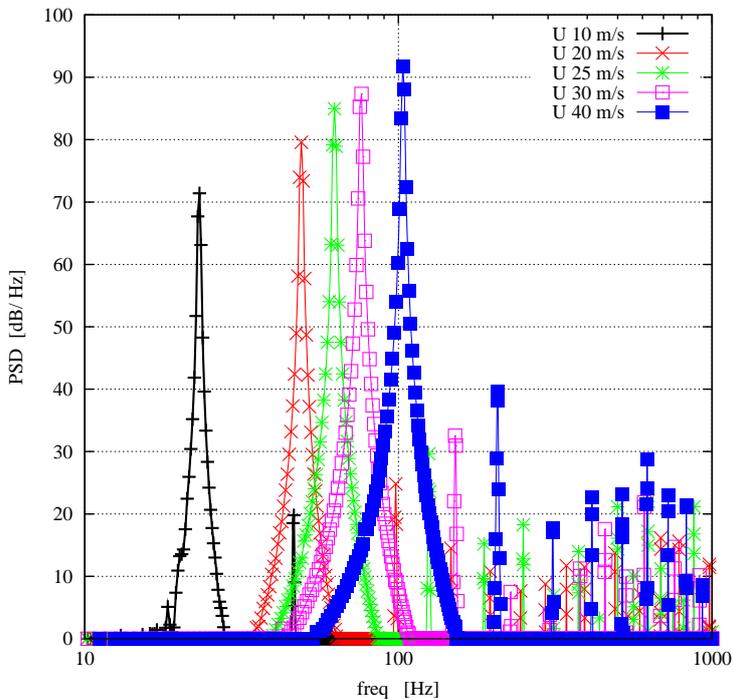


Figura 5.6 Spettri acustici valutati a  $90^\circ$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 5.3 Analisi fluidodinamica dell'impalcato

Il campo di moto che fluisce attorno alle strutture del ponte assume una conformazione complessa che necessita di approfondimenti per le successive valutazioni. Si è ritenuto pertanto utile eseguire una simulazione numerica del campo di moto fluidodinamico attorno alla sezione dell'impalcato. I risultati ottenuti da questa analisi permetteranno di individuare, in base alla velocità della corrente che li investe, gli elementi che potenzialmente potrebbero avere delle emissioni acustiche non trascurabili.

Le simulazioni fluidodinamiche condotte hanno evidenziato un campo di moto fortemente influenzato dalla barriera frangivento esterna (Figura 5.7). In Figura 5.8 sono state invece tracciate le linee di corrente, tangenti alla velocità media. La barriera ripara la zona interna che è, pertanto, caratterizzata da basse velocità medie.

Gli elementi strutturali che si collocano nell'ombra della barriera frangivento sono quindi soggetti a velocità del vento notevolmente inferiori rispetto alle velocità del campo esterno. Le simulazioni effettuate permettono di affermare che gli elementi in ombra della barriera frangivento presenteranno emissioni acustiche trascurabili

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

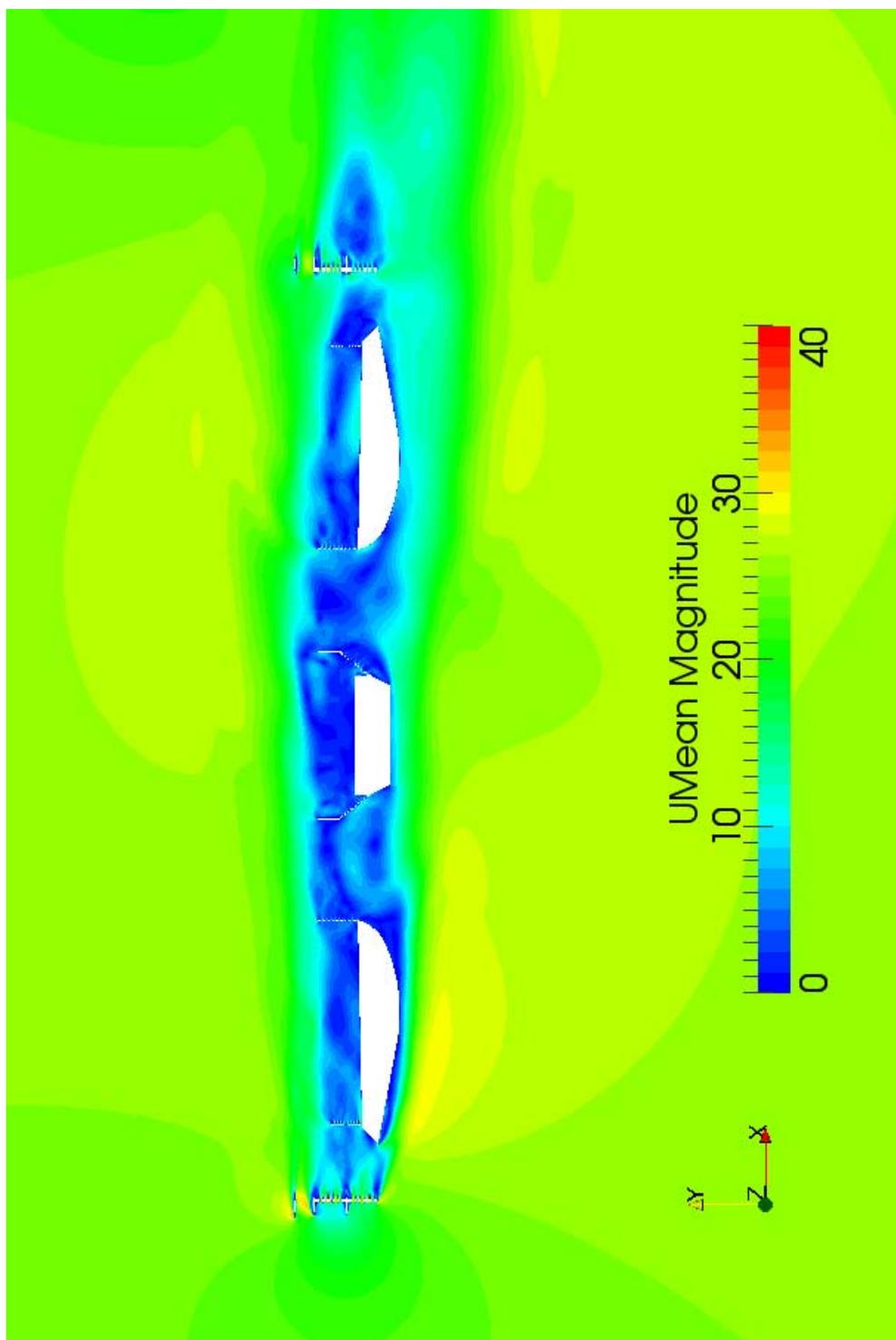


Figura 5.7 Campo di velocità media in prossimità dell'impalcato, m/s

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

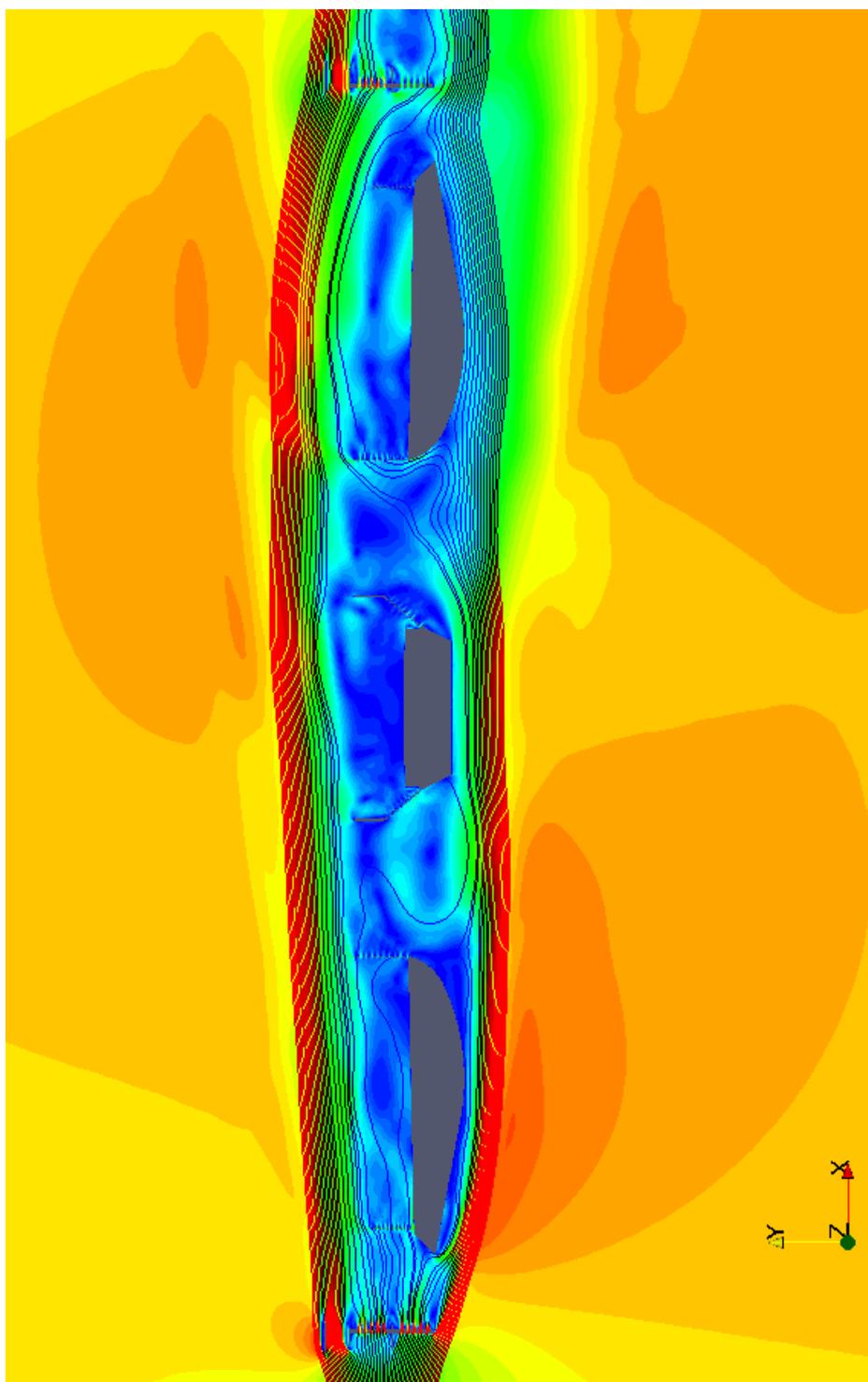


Figura 5.8 Linee di corrente del campo medio in prossimità dell'impalcato

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5.4 Individuazione degli elementi strutturali potenzialmente rumorosi

Analizzando l'opera di attraversamento nel suo complesso, è opportuno dividere gli elementi strutturali potenzialmente sorgenti di rumore aeroacustico in due macro famiglie :

- lineari, di geometria riconducibile all'elemento di riferimento (pedino F1) ;
- non lineari, da analizzare attraverso opportuni modelli analitici.

Considerando che il limite inferiore dell'udibile per l'orecchio umano è  $f_{\min} = 20\text{Hz}$  , si può definire il diametro critico come:

$$D_{\text{critico}} = \frac{St_m U_m}{f_{\min}} \approx \frac{0.26 \cdot 25}{20} = 0.325\text{m}$$

Pertanto, gli elementi lineari che abbiano un diametro maggiore di  $D_{\text{critico}}$  possono essere trascurati nell'analisi aeroacustica, presentando frequenze proprie fuori dall'intervallo dell'udibile. Al contrario per  $D < D_{\text{critico}}$  è necessario condurre un'analisi dettagliata del campo di moto fluidodinamico e delle conseguenti emissioni aeroacustiche.

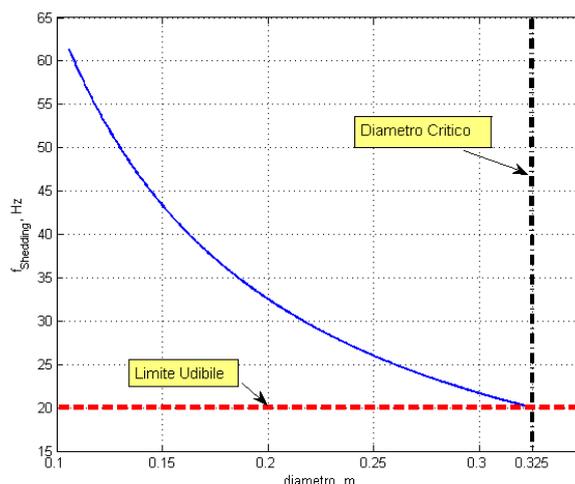


Figura 5.9 Frequenza shedding stimata per  $U=25\text{m/s}$  e  $St=0.26$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Elemento	Analisi da effettuare	
	U = 25m/s	U = 30m/s
Pendino F1	✓	✓
Pendino F2	✓	✓
Pendino F3	✓	✓
Pendino F4	✓	✓
Cavo <u>di</u> supporto della rete ferroviaria	✓	✗
Cavo di alimentazione ferrovia	✓	✗
Cavo di terra	✓	✗
Cavo principale	✗	✗
Piloni	✗	✗
Barriere frangivento	✗	✗
Ala di irrigidimento	✗	✗

Tabella 5.2 Elenco delle analisi aero-acustiche da condurre su ciascun elemento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5.5 Analisi Aeroacustica elementi lineari

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva contenente le frequenze principali e gli SPL degli elementi strutturali analizzati. I dati si riferiscono alla direzione di massima emissione. Si riportano solo le armoniche la cui emissione superi i 60 dB.

Elemento	Velocità vento [m/s]	Frequenza [Hz]	SPL [dB]
Pendino F1	25	62.4	85.9
	30	77.0	88.0
Pendino F2	25	58.6	91.7
	30	71.1	88.7
Pendino F3	25	45.9	87.8
	30	56.0	91.5
Pendino F4	25	36.2	90.0
	30	45.0	90.5
Cavo di supporto rete ferroviaria (tandem)	25	335.0 (I armonica)	97.2
		671.0 (II armonica)	81.6
		1006.7 (III armonica)	66.8
Cavo di alimentazione (tandem)	25	336.1 (I armonica)	94.1
		673.5 (II armonica)	77.6
		1005.3 (III armonica)	60.7
Cavo di terra	25	340.6	96.8

Tabella 5.3 Emissioni rilevanti degli elementi strutturali analizzati

## 5.6 Propagazione acustica mediante ray-tracing

Il lavoro svolto fornisce il supporto per la valutazione delle emissioni sonore complessive del ponte nelle condizioni di vento indagate. Di fatto in questa fase si sposta l'attenzione dalla scala locale, che valuta il comportamento aeroacustico dei singoli elementi strutturali, alla scala globale che valuta l'insieme delle emissioni sonore del ponte e ne calcola la funzione di trasferimento sui ricettori distribuiti sul territorio. Per i calcoli di area vasta è necessario adottare modelli di simulazione di tipo differente da quanto utilizzato nelle fasi precedenti, in quanto le scale geometriche indagate necessitano di considerare nelle simulazioni solo gli elementi di primaria importanza. I modelli di calcolo di tipo ray-tracing costituiscono da questo punto di vista un ottimo compromesso, che consente di mantenere un livello di dettaglio sufficientemente elevato e di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

considerare nel contempo grandi geometrie e numeri di ricettori.

Il software previsionale Raynoise 3.1 prodotto dalla società belga LMS costituisce uno standard affermato da tempo nel campo del ray-tracing acustico ed è stato utilizzato in tutta la fase di calcolo dei livelli di immissione sonora del ponte.

### 5.6.1 Impostazione delle simulazioni e scelta delle condizioni di emissione

Le simulazioni previsionali delle emissioni sonore dell'intero ponte si compongono dei seguenti elementi:

- sorgenti sonore;
- elementi geometrici;
- punti di calcolo.

Le sorgenti sonore, in particolare, costituiscono l'elemento di raccordo con le analisi aeroacustiche svolte in precedenza. Sulla base di tali risultati si è proceduto infatti con la taratura degli elementi da inserire nel modello di simulazione numerica RAYNOISE come di seguito descritto.

Lo scopo di questa fase è il conseguimento di una configurazione che meglio approssimi il comportamento reale della struttura. In particolare, la taratura del modello è stata eseguita ai fini di applicare i dati ottenuti dalle analisi aeroacustiche, precedentemente illustrate, all'insieme degli elementi strutturali in considerazione. Per fare questo è necessario individuare quei valori di attenuazione di potenza della sorgente, in termini di direttività orizzontale e verticale, che permettano di conseguire gli obiettivi richiesti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

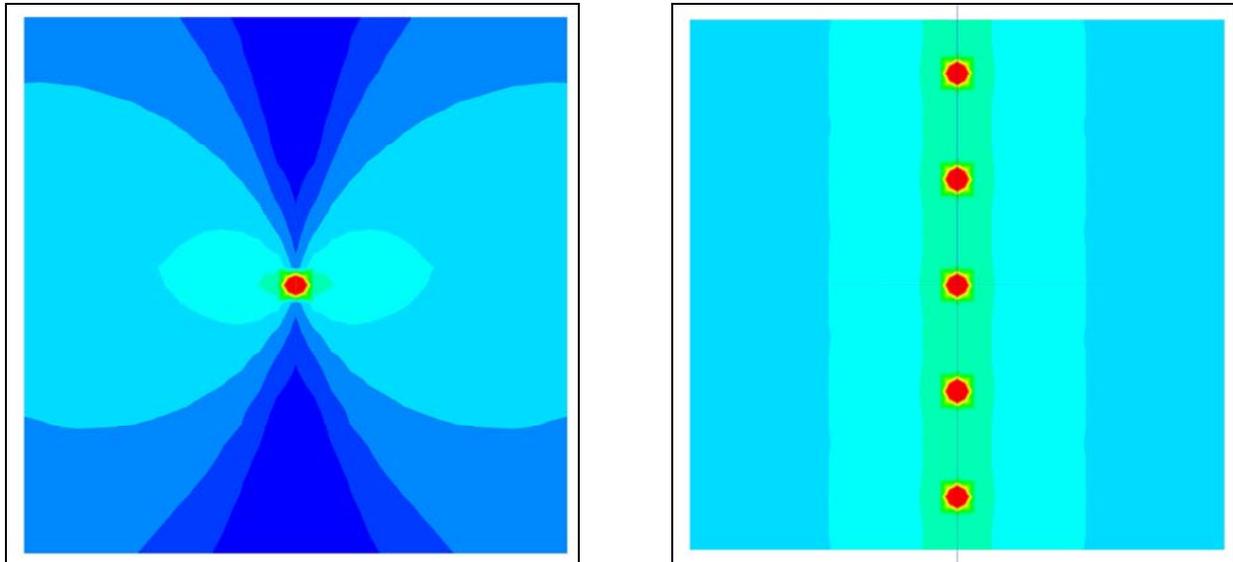


Figura 5.10 Effetto dell'introduzione di valori di direttività per una sorgente lineare, Piano XY – Piano XZ

La taratura è stata effettuata mediante la realizzazione di un modello numerico che comprende la sola sorgente analizzata e una serie di punti di calcolo che riproducono la configurazione testata nelle simulazioni aeroacustiche. La procedura è stata eseguita con modalità differenti per gli elementi verticali ed orizzontali.

### 5.6.2 Implementazione del modello di calcolo

Le operazioni di taratura hanno permesso di definire le caratteristiche di emissione dei singoli elementi nel modello ray-tracing. A ciascun elemento strutturale definito come sorgente sonora sono state pertanto associate le caratteristiche di emissione definite in precedenza. In particolare gli elementi verticali di maggiore estensione sono stati suddivisi in un tratto inferiore con valori di  $z$  compresi tra la quota iniziale del pendino e 150 m s.l.m. e un tratto superiore con la parte eventualmente rimanente. Alla parte inferiore sono state assegnate le corrispondenti emissioni determinate per velocità del vento di 25 m/s, mentre per le altezze maggiori la velocità del vento considerata è di 30 m/s.

Inoltre sono stati inseriti gli elementi orizzontali, costituiti dal cavo di supporto della rete di alimentazione ferroviaria, il cavo di terra e il cavo di alimentazione ferroviaria, per un totale di 8 sorgenti lineari.

Il modello geometrico si completa con l'inserimento dell'orografia del territorio mediante una mesh di elementi triangolari che poggiano sui vertici del modello digitale 3D del terreno con spaziatura

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

pari a 100 m. In Figura 5.11 è riportata una vista complessiva dell'intero modello geometrico. I punti di calcolo per la mappatura dei risultati delle simulazioni sono stati infine introdotti utilizzando la mesh del modello del terreno con un offset verticale pari a 1.5 m.

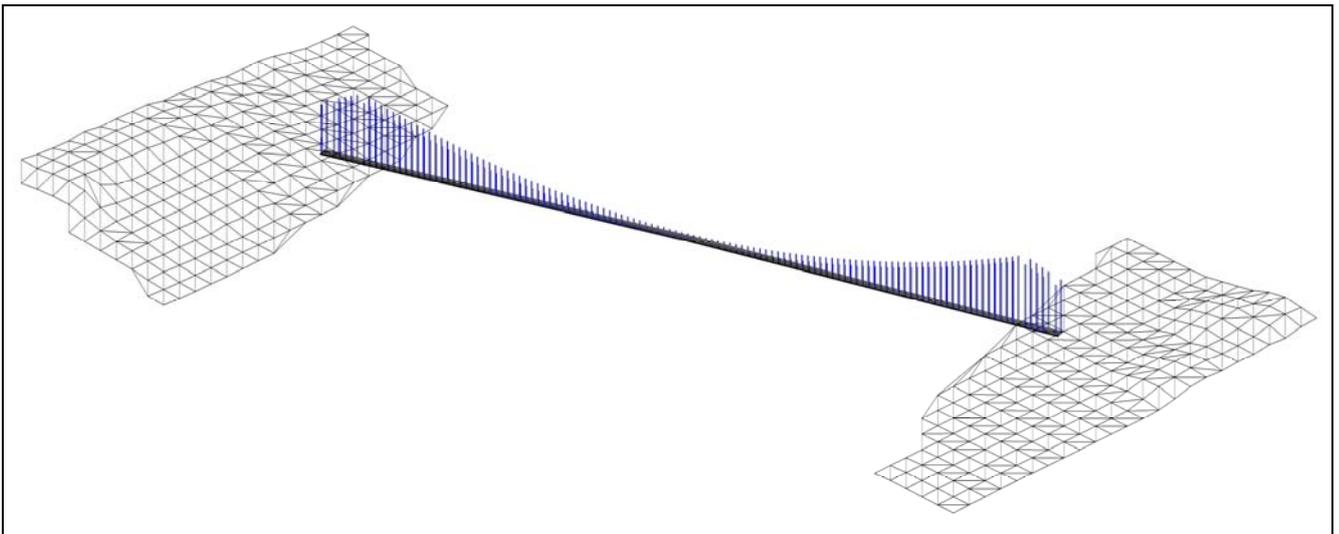


Figura 5.11 Introduzione delle sorgenti sonore

La scelta degli scenari di calcolo riprende le considerazioni svolte sulle caratteristiche anemologiche dell'area e sulla direttività delle emissioni di natura aeroacustica. In particolare la connotazione dei due aspetti suggerisce, nell'ottica di massima cautela, di procedere con una configurazione che tenga in debita considerazione gli effetti congiunti dei due fattori.

I valori massimi di emissione si collocano, infatti, in prossimità dell'angolo di 90° rispetto alla direzione di provenienza del vento ed è pertanto evidente che gli impatti massimi sul territorio si riscontrano in una condizione di provenienza del vento ortogonale all'asse del ponte. In queste condizioni, infatti, le componenti di massima emissione di ciascun elemento verticale si sommano tra loro e sono inoltre presenti anche le emissioni derivanti dagli elementi orizzontali. Questi ultimi, infatti, variando l'angolo di provenienza risulterebbero investiti da velocità via via inferiori fino ad annullare l'emissione acustica.

Per questo motivo lo scenario di riferimento prevede una rotazione della direttività degli elementi verticali corrispondente ad un vento ortogonale all'asse del ponte e la presenza sinergica degli elementi orizzontali.

E' stata inoltre eseguita una simulazione relativa alla configurazione con vento parallelo all'asse del ponte, rappresentativa dell'emissione minima riscontrabile per effetto del differente schema di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

composizione dei vari contributi emissivi (massima direttività dei pendini rivolta verso l'esterno del ponte, nessuna emissione dai cavi orizzontali), ma con maggiori probabilità di occorrenza.

### 5.6.3 Risultati delle simulazioni

I risultati delle simulazioni sono stati riportati nelle quattro tavole grafiche individuabili con i seguenti codici:

Mappatura impatto aeroacustico - Vento parallelo all'asse del ponte - Tavola 1 di 2	CG0700	A	E5	D	C	I7	00	RM	00	00	00	17
Mappatura impatto aeroacustico - Vento parallelo all'asse del ponte - Tavola 2 di 2	CG0700	A	E5	D	C	I7	00	RM	00	00	00	18
Mappatura impatto aeroacustico - Vento ortogonale all'asse del ponte - Tavola 1 di 2	CG0700	A	E5	D	C	I7	00	RM	00	00	00	43
Mappatura impatto aeroacustico - Vento ortogonale all'asse del ponte - Tavola 2 di 2	CG0700	A	E5	D	C	I7	00	RM	00	00	00	44

Si sottolinea che l'impatto aeroacustico del ponte non è stato sommato all'impatto dell'infrastruttura perchè il primo si riferisce ad eventi massimi e occasionali verificabili solo in presenza di velocità del vento > 25-m/s mentre, il secondo, rappresenta una condizione media annuale.

Le tavole riportano sulla planimetria di progetto i livelli di emissione sonora del ponte nelle due configurazioni indagate mediante una gradazione di colori al continuo. I livelli più elevati risultano, come atteso dalle simulazioni, con vento ortogonale all'asse del ponte, con valori massimi che raggiungono i 45 dBA nelle aree di attestamento su entrambi i lati. La presenza delle sorgenti orizzontali con emissione continua sull'intero tracciato risulta in questo caso un elemento di continuità che si sovrappone al minimo di emissione degli elementi verticali, che nella mezzera del ponte presentano lunghezze molto ridotte. Da sottolineare che i livelli sono calcolati dal software in corrispondenza dei nodi visualizzati nelle figure, le gradazioni di colore, molto utili nell'interpretazione dei risultati, sono pertanto rappresentative dell'interpolazione dei livelli all'interno di ciascun elemento di collegamento, ma non sempre tale interpolazione è rappresentativa del reale fenomeno acustico.

La configurazione con vento parallelo al ponte documenta una configurazione emissiva di maggior complessità e da evidenza della forte riduzione dei livelli nella parte centrale dell'infrastruttura di collegamento. In questo caso i valori massimo sono circa pari a 25 dBA, sempre localizzati in prossimità delle torri, dove gli elementi verticali assumono maggior lunghezza.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In relazione alle caratteristiche spettrali delle emissioni, la composizione dei diversi contributi viene riportata nelle tavole di mappatura in alcuni punti caratteristici. L'emissione tonale dei singoli elementi definisce uno spettro finale con caratteristiche puntuali che si modificano nei rapporti di ampiezza in funzione della posizione relativa sorgente ricettore.

#### 5.6.4 Conclusioni

Le condizioni di vento considerate nelle analisi aeroacustiche sono compatibili con l'esercizio stradale e ferroviario del ponte. Il confronto con i livelli ambientali non può pertanto prescindere dalla sovrapposizione con i livelli di impatto mitigato previsti per effetto dell'esercizio dell'infrastruttura (impatto indotto). Questa sovrapposizione sussiste tuttavia nelle poche ore all'anno in cui il campo anemologico assume le caratteristiche di velocità che determinano l'attivazione dei toni eolici.

La situazione risulta differenziata sui due versanti del ponte. In Sicilia i livelli di rumore determinati dal nuovo tracciato autostradale si collocano prevalentemente nel campo 45-50 dBA in periodo diurno e circa 5 dBA in meno nel periodo notturno, a fronte di emissioni di origine aeroacustica in condizioni di vento ortogonale pari a 37-41 dBA. Ne consegue che l'impatto acustico diretto può determinare al massimo un aumento di 3 dBA dell'impatto indotto in periodo notturno.

Sul versante opposto l'emissione autostradale scompare in prossimità della spalla del ponte per effetto dell'inserimento del tracciato in galleria naturale. I livelli di impatto significativi sono di fatto localizzati solo in prossimità degli imbocchi e comunque con valori di circa 50 dBA diurni e 45 dBA notturni, da confrontare con un'emissione aeroacustica che risulta anche in questo caso di circa 38 dBA, valgono pertanto considerazioni analoghe a quelle fatte per la Sicilia. L'emissione veicolare si attenua poi rapidamente con la distanza fino a valori di 45 dBA diurni e 40 dBA notturni mentre la componente aeroacustica presenta un decadimento più lento e assume in queste situazioni un ruolo paritario e talvolta prevalente.

Considerando l'effetto del vento sull'innalzamento dei livelli di rumore di fondo ambientale, e i dati bibliografici che correlano L95 alla velocità del vento, si può stimare che in condizioni di vento a 25 m/s il livello di fondo subisca un innalzamento dell'ordine di 20-25 dBA, rendendo in termini pratici non udibile l'effetto aeroacustico.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 Punti di attenzione per il PMA

Le valutazioni acustiche previsionali effettuate hanno consentito l'individuazione degli ambiti caratterizzati da livelli di impatto associati all'esercizio delle due infrastrutture stradali e ferroviarie non conformi ai limiti normativi, evidenziando la necessità di prevedere interventi di mitigazione.

In alcuni ambiti i livelli di rumore sono sì inferiori ai limiti di legge ma con margini ristretti, in altri gli obiettivi di mitigazione non sono pienamente conseguiti anche a seguito di interventi di mitigazione, a causa di geometrie sorgente-ricettore sfavorevoli. In questi casi è pertanto necessario verificare se ricorrere ad interventi diretti sul ricettore, mediante verifiche di fonoisolamento di facciata dell'edificio.

La conoscenza del territorio e del sistema emissivo attuale e futuro consente di localizzare un insieme di punti caratteristici in corrispondenza dei quali valutare la risposta degli interventi di mitigazione ove previsti o la necessità di integrazioni o di interventi di altro tipo.

Tali indicazioni possono confluire nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale che accompagnerà la realizzazione dell'opera.

Nel seguito si segnalano i ricettori (le codifiche sono riferite al censimento ricettori o, in mancanza, al codice ricettore utilizzato nell'Allegato "Verifiche di calcolo puntuali" CG0700PSZDGAMIAQ300000001) su cui focalizzare l'attenzione nell'ambito della definizione del PMA ricettori.

Sul versante Sicilia andrà posta particolare attenzione ai ricettori:

- Ricettore s1kA4421: in corrispondenza del tratto di tracciato in trincea T01 su cui sono previste barriere antirumore e caratterizzato da un esubero residuo, limitatamente all'impatto dell'infrastruttura stradale, dell'ordine di approssimazione del modello previsionale. Il ricettore è infatti esposto all'impatto determinato dall'esercizio sia dell'infrastruttura stradale che di quella ferroviaria.
- Ricettore s1k21722: in corrispondenza del tratto di tracciato stradale in trincea profonda T02, non mitigabile a causa della geometria sorgente-ricettore sfavorevole.
- Ricettore s1k17640: svincolo stradale di Curcuraci direzione Reggio Calabria in corrispondenza dell'imbocco della Galleria Faro Superiore lato Messina. L'edificio e quelli adiacenti presentano esuberanti residui a valle degli interventi di mitigazione previsti a causa di una geometria sorgente-ricettore sfavorevole.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Ricettore ME3080: in corrispondenza del viadotto stradale Pace, direzione Messina, all'uscita dalla Galleria naturale Balena Il lato Messina, su cui gli interventi di mitigazione previsti portano al conseguimento degli obiettivi di mitigazioni con margini contenuti.

Segnaliamo infine attenzione nella zona del viadotto di accesso e del viadotto Pantano, ambito in parte assegnato in Classe II dalla zonizzazione acustica comunale di Messina, in particolare ad est del tracciato e a sud del Pantano Piccolo. In questa zona infatti si sono stimati esuberanti di 1-2 dBA in periodo notturno rispetto al limite di zona associati all'esercizio dell'infrastruttura stradale. Il ricettore è infatti esposto all'impatto determinato dall'esercizio sia dell'infrastruttura stradale che di quella ferroviaria.

In questo stesso ambito è presente un edificio scolastico (ricettore ME104) a ovest del viadotto Pantano.

Sul versante Calabria l'attenzione andrà posta principalmente in corrispondenza dell'ambito a est del viadotto di accesso e tratti in rilevato/trincea delle due infrastrutture in progetto, su alcuni ricettori che, a valle degli interventi di mitigazione previsti, sono caratterizzati da esuberanti residui rispetto agli obiettivi di mitigazione dell'esercizio stradale, a causa di geometrie ricettore-sorgente sfavorevoli: ricettori VSG784, VSG786, VSG789, ecc.

Ambiti di attenzione secondari sono da considerarsi le zone inserite in Classe II dal piano di disinquinamento del comune di Villa San Giovanni, situate a ovest degli imbocchi stradali della Galleria Piale e della Galleria Pian di Lastrico o in prossimità del blocco di ancoraggio (ricettori VSG901, VSG542 a titolo di esempio).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 7 Conclusioni

La realizzazione degli interventi di mitigazione previsti dal progetto acustico stradale, comprensivi di pavimentazione drenante-fonoassorbente su tutto il tracciato fatta eccezione per il ponte, barriere antirumore, insonorizzazione degli imocchi e rivestimenti con materiali fonoassorbenti dei muri di sostegno, consentirà un sostanziale e generalizzato conseguimento degli obiettivi di mitigazione. Solo in corrispondenza di 2 edifici caratterizzati da geometrie sorgente-ricettore sfavorevoli è prevista una verifica di fonoisolamento di facciata alla quale far seguire, se necessario, un intervento diretto sul ricettore.

L'impatto acustico dell'infrastruttura ferroviaria rispetta i propri limiti di fascia anche in assenza di mitigazioni, per cui non sono stati previsti interventi specifici per tale infrastruttura in progetto. In ogni caso il sistema di barriere previsto per l'infrastruttura stradale in carreggiata Messina determina effetti positivi di contenimento del rumore ferroviario.

La verifica dell'impatto complessivo mitigato determinato dall'esercizio delle due infrastrutture in progetto evidenzia, infine, il rispetto dei limiti massimi di zona nell'ambito di pertinenza delle stesse e una bassa alterazione dello stato ante operam,

La verifica dell'effetto acustico prodotto dal vento sulle strutture minori, in presenza di intensi eventi anemologici, è stata svolta mediante un approccio scientifico basato su metodi analitici e modellizzazione numerica dei fenomeni di emissione aeroacustica derivanti dall'interazione del vento sulle strutture minori del ponte.

Sono state svolte specifiche elaborazioni del campo di moto che si determina in conseguenza delle interazioni del vento con le strutture del ponte, considerando velocità fino a 40 m/s. Sono state quindi calcolate le emissioni acustiche determinate da tali effetti nelle condizioni di direzione del vento di massima cautela e ne è stata calcolata la propagazione fino alle quote di ascolto ordinario. I risultati delle simulazioni numeriche sono stati quindi confrontati con le condizioni di udibilità del fenomeno, in termini assoluti e in riferimento alla situazione attuale e futura nello scenario progettuale.

L'emissione aeroacustica raggiunge sulla costa livelli massimi sempre inferiori a 45 dBA, con distribuzione spettrale caratterizzata da componenti udibili nel campo di frequenze 40-1250 Hz. Considerando le caratteristiche del paesaggio sonoro locale non alterate dal vento, lo studio evidenzia che le emissioni aeroacustiche possono risultare udibili nelle aree urbanizzate retrostanti al fronte mare, con componente dominante a 315 Hz. L'innalzamento del livello di rumore di fondo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

determinato dal vento attua tuttavia una azione di totale mascheramento delle emissioni aeroacustiche. Ne consegue che non sussiste la necessità di prevedere sagome o profili aerodinamici per gli elementi strutturali considerati ai fini del contenimento dell'emissione sonora di natura aerodinamica.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8 Bibliografia

- DM 16/03/98 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”
- DM 29 Novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- DPR 18 Novembre 1998, n. 459 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”
- DPR 30 Marzo 2004, n. 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”.
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, GU n. 222 del 23/9/2005
- DPR 18 Novembre 1998, n. 459 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”.
- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.
- UNI11143-1 Acustica, “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti. Parte 1: Generalità”, 2005
- UNI11143-1 Acustica, “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti. Parte 1: Generalità”, 2005
- EN 1793-3:1997 “Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Normalized traffic noise spectrum”.
- EN ISO 11819-1:2001 “Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Statistical Pass-By method”.
- C.A.BERTETTI, M.MASOERO, M.PAVIOTTI, Convegno AIA “Mappatura del rumore: aspetti tecnici”, Convegno La Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale e il suo impatto sulla legislazione italiana: prospettive, attese, proposte”, 2004.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>		<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 20/06/2011

- AC BERTETTI, M. MASOERO, L.MATTIUZZO, “Effetti meteorologici sulla propagazione del rumore: 5 casi studio nazionali” , AIA Ancona 2005
- AC BERTETTI, M. MASOERO, L.MATTIUZZO, “Meteorological effects on road noise propagation: a case study”, Forum Acusticum, Budapest 2005
- A.C.BERTETTI, M.MASOERO, “Impatto ambientale delle infrastrutture di trasporto: procedure, misurazione e controllo”, Infrastructura 8-12 marzo 2005
- L.MINOTTI, D.SPOGLIANTI, C.A.BERTETTI, M.MASOERO, “La determinazione delle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore per il modello ad interim NMPB-ROUTES-96 – Applicazione allo studio acustico della Tangenziale Esterna di Milano”, Atti AIA 2010 Siracusa
- G.LICITRA, F.SACCHETTI, J.FOGOLA , F.BERLIER, M.SCHIRONE, “ Metodoogia e risultati dell’interconfronto nazionale ISPRA-ARPA sui modelli di previsione del rumore stradale”, Atti AIA 2010 Siracusa
- S. CURCURUTO, M.CERCHIAI, P.MAGGI, G.MARSICO, “Interconfronto nazionale ISPRA-ARPA sui modelli di previsione del rumore ferroviario: metodologia criticità e risultati”, Atti AIA 2010 Siracusa
- SETRA-CERTU-LCPC-CSTB “NMPB-Routes-96 ”, 1996
- Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prevision des Niveaux Sonores, CETUR 1980.
- J. HINTON, Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, WG-AEN, Birmingham, 2004.
- AR-INTERIM-CM “Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping”, Final report Part A 25 marzo 2003.
- IACOPONI A., DOLINICH F., La determinazione dell’anno medio meteorologico nella valutazione dell’indicatore europeo Lden, in Atti A.I.A. 2007
- F.R. Menter, Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications, AIAA Journal vol. 32, n8, (1994) [1]
- M.S. Howe, Theory of vortex sound , Cambridge University press (2003) [2]
- H. Fujita, The characteristics of the Aeolian tone radiated from two-dimensional cylinders, Fluid Dyn. Res. vol.42 (2010) [3]
- R. B. Blackman, and J. W. Tukey, Particular Pairs of Windows. In The Measurement of Power Spectra, From the Point of View of Communications Engineering. New York: Dover, 1959 [4]
- M. Konig, H. Heisenlohr, H. Eckelmann, Visualisation of the spanwise cellular structure of the laminar wake of wall-bounded circular cylinders, Physics of Fluids A 4, vol. 869, (1992) [5]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- D. Casalino, M. Jacob, Prediction of aerodynamic sound from circular rods via spanwise statistical modelling, *Journal of Sound and Vibration*, vol. 262, pp.815-844, (2003) [6]
- C.J. Doolan, Computational bluff body aerodynamic noise prediction using a statistical approach *Applied Acoustics* vol. 71, pp.1194-1203, (2010) [7]
- G.M. Corcos The structure of turbulent pressure field in boundary-layer flows, *Journal of Fluid Mechanics*, 18, pp. 353-378, (1964) [8]
- K.D. Sakaliyski Aeroacoustics of perforated drag plates for Quiet Transport Aircraft , PhD Thesis, MIT, September (2005) [9]
- I.P. Castro, Wake characteristics of two-dimensional perforated plates normal to an air-stream, *J. Fluid Mech.* vol. 64, part 3, pp. 599-609, (1971) [10]
- T. Brooks, D.S. Pope, M. A. Marcolini Airfoil self-noise and prediction, NASA Ref. 1218, (1989) [11]
- R.K. Amiet Noise due to turbulent flow past a trailing edge, *Journal of Sound and Vibration*, vol. 47, pp.387-393, (1976) [12]
- R.K. Amiet Acoustic radiation from an airfoil in a turbulent stream, *Journal of Sound and Vibration*, vol. 41, pp.407-420, (1975) [13]
- M. Roger, S. Moreau Back-scattering correction and further extensions of Amiet's trailing edge noise model. Part I : theory , *Journal of Sound and Vibration*, vol. 286, pp.477-506, (2005) [14]
- Y. Rozemberg Modélisation analytique du bruit aérodynamique large bande des machines tournantes: utilisation de calculs moyennés de mécanique des fluids, PhD dissertation, Ecole Centrale de Lyon, (2007) [15]
- F.H. Clauser Turbulent Boundary Layers in Adverse Pressure Gradients, *Journal of the Aeronautical Sciences*, vol. 21, 91-108, (1954) [16]
- D. Coles, The law of the wake in the turbulent boundary layer, *J. Fluid Mech.*, vol. 1, 191-226, (1956) [17]
- S.J. Zan, K. Matsuda, Steady and unsteady loading on a roughened circular cylinder at Reynolds number up to 900,000, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 90 (2002), 567-581 [18]
- A. Iob, R.Arina, C. Schipani, Frequency-domain linearized Euler model for turbomachinery noise radiation through engine exhaust, *AIAA Journal*, v. 48, n4, (2010) [19]
- OpenFOAM®. <http://www.opencfd.co.uk/openfoam>, 2009 [20]
- C.A.F. De Jong, M.A. Ainslie, "Underwater radiated noise due to the piling for the Q7 Offshore Wind Park", *Acoustics 2008, Paris*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>INFRASTRUTTURE - RELAZIONE GENERALE</b>	<i>Codice documento</i> AM0311_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- B. Mohammad, R. McHugh, J. Bell, "The effect of shallow water acoustic channel on right whale vocalizations", Acoustics 2008, Paris
- S.J. Parvin, J.R. Nedwell, E. Harland, "Lethal and physical injury of marine mammals, and requirements for Passive Acoustic Monitoring", Subacoustech Report n. 565R0212, 1997
- M. Andre, C. Kamminga, "Do odontocete sonar click trains contain rhythmic Informations?", Proceedings of the fifth European Conference on Underwater Acoustics ECUA 2000
- A.D. Goodson, J.A. Flint, S.C. Pomeroy, T.W. Cranford, "Bio-sonar characteristics of the harbor porpoise", Proceedings of the fifth European Conference on Underwater Acoustics ECUA 2000
- J. Reyff, P. Donovan, C.R. Greene, "Underwater sound Levels Associated with Construction of the Benicia-Martinez Bridge", Produced by Illingworth&Rodkin, Inc. and Greeneridge Sciences under contract to the California Department of Transportation, Task Order n. 18, Contract n. 43A0063. Agosto 2002.
- Istituto Thetys, "Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relativo ai flussi migratori dei cetacei attraverso lo Stretto di Messina", Rapporto Finale, Luglio 2006