

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)

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. D. Spoglianti
 Ordine Ingegneri
 Milano
 n° 20953

Dott. Ing. E. Pagani
 Ordine Ingegneri Milano
 n° 15408



IL DIRETTORE GENERALE

Project Manager
 (Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
 Direttore Generale e
 RUP Validazione
 (Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA

Amministratore Delegato
 (Dott. P. Ciucci)

Unità Funzionale

Tipo di sistema

Raggruppamento di opere/attività

Opera - tratto d'opera - parte d'opera

Titolo del documento

COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA
 RILIEVI ACCERTAMENTI E INDAGINI IN CAMPO – INDAGINI AMBIENTALI
 (STUDI DI SETTORE)
 ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE
 STUDIO SUL RUMORE
 TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE

AC0099_F0

CODICE

C G 0 7 0 0 A R G D C I 7 0 0 R M 0 0 0 0 0 0 0 4 F0

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE.....	3
Premessa.....	5
1 Quadro di riferimento previsionale.....	7
1.1 Descrizione del modello previsionale Soundplan.....	7
1.2 Integrazione tra GIS e modello acustico	8
1.3 Il metodo di calcolo RMR2002	9
1.3.1 Interconfronto tra modelli previsionali rumore ferroviario	10
1.4 Accuratezza del modello previsionale.....	15
1.5 Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie.....	16
2 Previsione di rumore sui ricettori e mappatura acustica	21
2.1 Ambito di mappatura	21
2.2 Il modello geometrico	21
2.3 Caratteristiche di impedenza dei materiali	22
2.4 Dati meteorologici di progetto.....	22
2.5 Traffico di progetto	23
2.6 Localizzazione dei punti di calcolo	23
2.7 Specifiche di calcolo.....	24
2.8 Scenari simulati.....	24
2.9 Analisi di concorsualità.....	25
2.9.1 Presupposti di riferimento.....	25
2.9.1.1 Ricettori fuori fascia di pertinenza	25
2.9.1.2 Ricettori interni alle fasce di pertinenza, in assenza di sorgenti concorsuali	26
2.9.1.3 Ricettori interni alle fasce di pertinenza in presenza di sorgenti concorsuali	27
2.9.2 Applicazione	29
2.10 Mappatura impatto acustica	30
2.10.1.1 Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione	32
2.11 Progettazione interventi di mitigazione.....	33
2.11.1 Interventi sui ricettori	36
2.12 Mappatura impatto acustica mitigato.....	37
3 Conclusioni	39
4 Bibliografia essenziale	41

Il presente studio è stato redatto da:

Dott. Arch. Anita Calegari

Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Legge 447/95 Regione Emilia – Romagna

Provincia di Piacenza D.D. n. 466 del 09/03/2007

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Premessa

La presente relazione illustra lo studio di impatto acustico dei collegamenti ferroviari lato Calabria, con particolare riferimento al quadro di riferimento previsionale in base al quale è stata derivata la mappatura acustica di impatto ante e post mitigazione.

Le informazioni generali relative al quadro di riferimento normativo e ambientale ante operam sono organizzate nella relazione generale degli studi sul rumore, al quale si rimanda per una più puntuale descrizione.

Lo studio acustico in oggetto esamina un ambito spaziale esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato ferroviario e caratterizzato da una 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.

Le analisi previsionali sono state svolte con il modello ad interim RMR2002 considerando le percentuali di condizioni favorevoli alla propagazione tratte dalla ricostruzione locale dei campi di vento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1 Quadro di riferimento previsionale

1.1 Descrizione del modello previsionale Soundplan

Per la simulazione del rumore generato dal traffico stradale è stato utilizzato il modello previsionale SoundPLAN versione 7.0. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, i traffici ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale.

I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo del ray-tracing e sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale olandese RMR2002.

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 di estendere temporalmente ad uno scenario di lungo periodo i risultati di calcolo. 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 traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

In particolare il modello geometrico 3D finale 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 ferroviarie in progetto,

Per una migliore gestione dei dati di ingresso e di uscita dal modello di calcolo Soundplan sono

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

stati definiti e utilizzati dei protocolli di interscambio dati con un GIS (“Geographical Information System”).

1.2 Integrazione tra GIS e modello acustico

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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1.3 Il metodo di calcolo RMR2002

Il metodo di calcolo RMR2002 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 1.3/1) 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 1.1 Tipi di convogli sulla base del metodo RMR dei Paesi Bassi

Le caratteristiche di emissione acustica di un veicolo ferroviario o di un binario devono essere determinate utilizzando i procedimenti di misurazione descritti nel metodo RMR che presenta tre procedure:

- 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.).

1.3.1 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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 inte-rim 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 volta in volta, sul piano di campagna, in trincea od in rilevato; 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 1.2). Sono presenti, inoltre, barriere antirumore e porzioni di terreno con caratteristiche acustiche assorbenti. I livelli di rumore sono calcolati in corrispondenza di recettori posizionati 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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

appartenenti ad una stessa sezione. Nella Figura 1.1 sono riportati i valori ottenuti della deviazione standard media per i casi di treni passeggeri e merci; nella Figura 1.2 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 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 1.3). 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,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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.

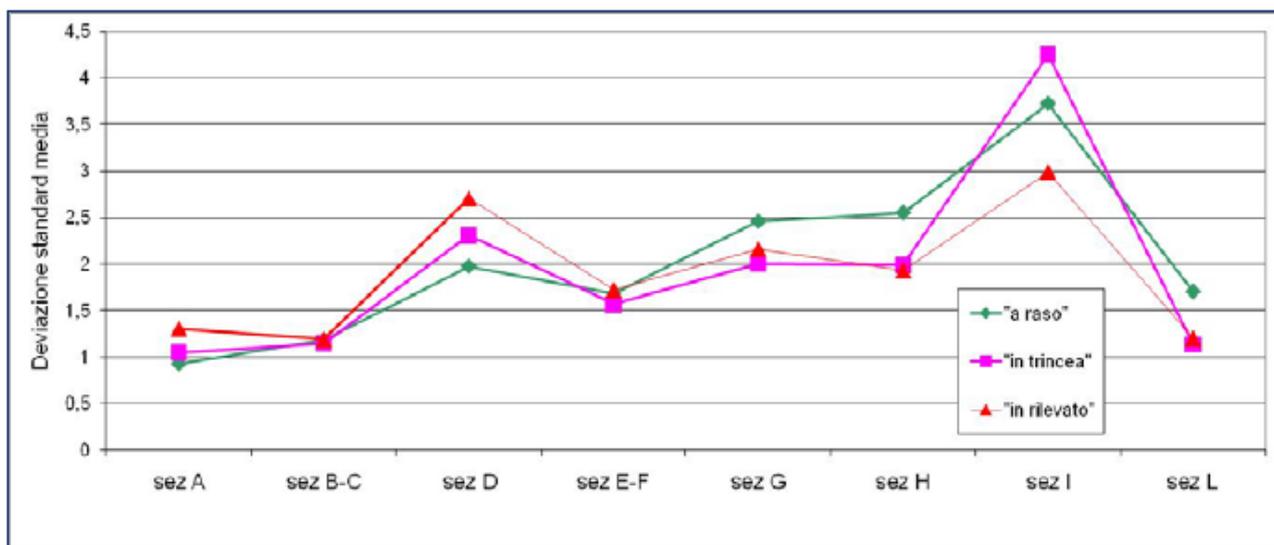


Figura 1.1 Deviazioni standard medie, calcolate per i treni passeggeri e merci, lungo le sezioni del tracciato nei casi di linea "a raso", "in trincea" e "in rilevato"

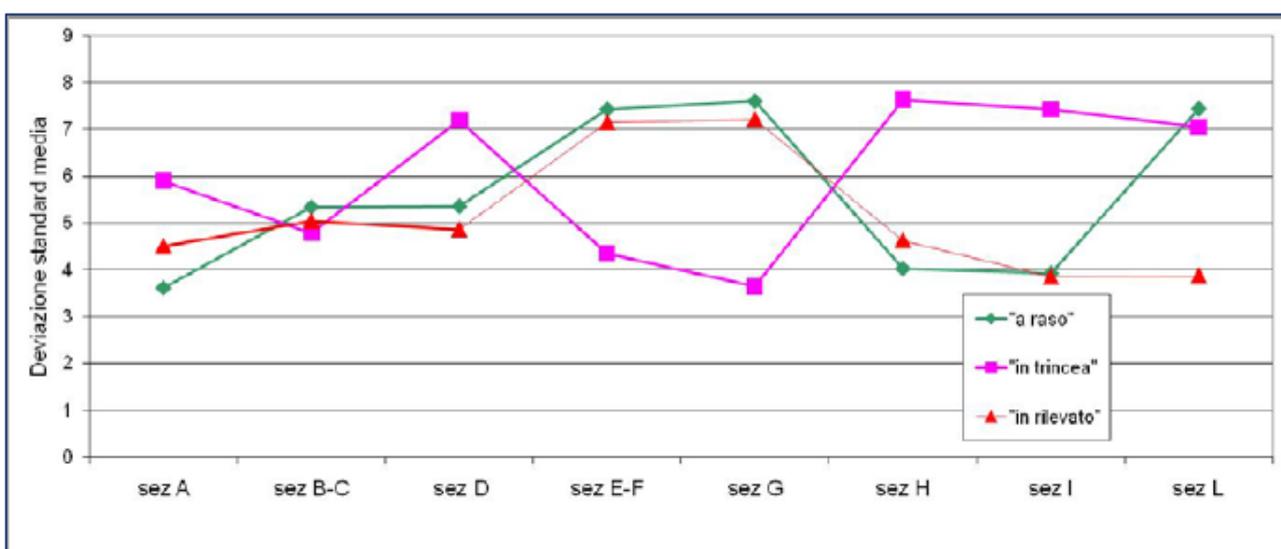


Figura 1.2 Deviazioni standard medie, calcolate per i treni ad alta velocità, lungo le sezioni del tracciato nei casi di linea "a raso", "in trincea" e "in rilevato"

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

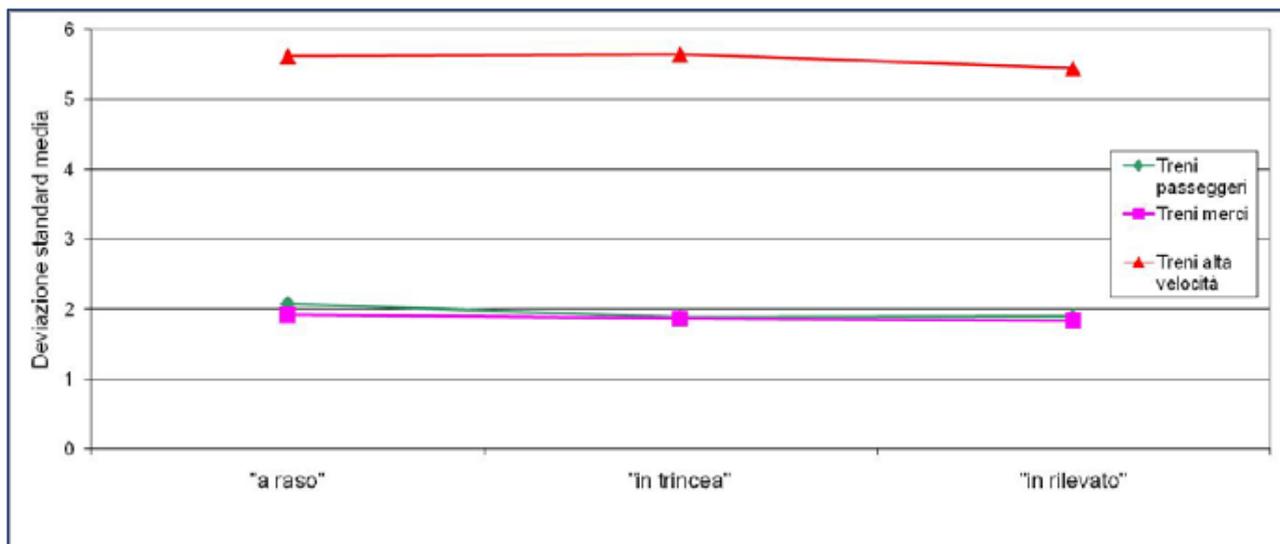


Figura 1.3 Deviazione standard media per categoria di treno nelle configurazioni del tracciato "a raso", "in trincea" e "in rilevato"

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_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 1.2

1.4 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 quest'ultimo 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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tauro) e le velocità medie, utilizzando gli spettri dei SEL (alla velocità di riferimento dello standard) riportati in Tabella 1.3 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 1.3 Spettro di riferimento convoglio ferroviario (in dB)

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.

1.5 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.

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 ± 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, 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 1.4, indicano che il SEL con convoglio fuori della galleria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 1.4 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.

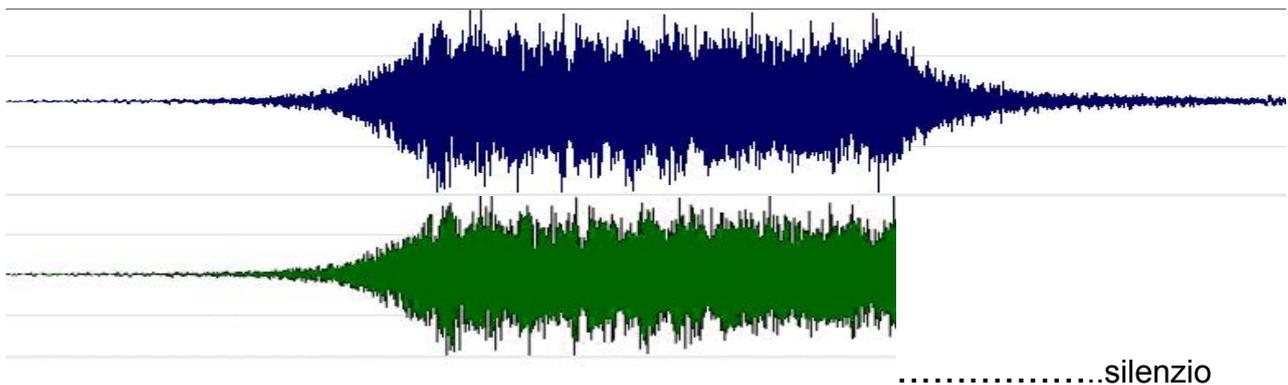
I risultati pratici che possono essere tratti dagli studi sperimentali e modellistici relativi alla propagazione del rumore dagli imbocchi delle gallerie ferroviarie, e trasferiti agli studi delle infrastrutture ferroviarie del Ponte sullo Stretto, sono:

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,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

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.

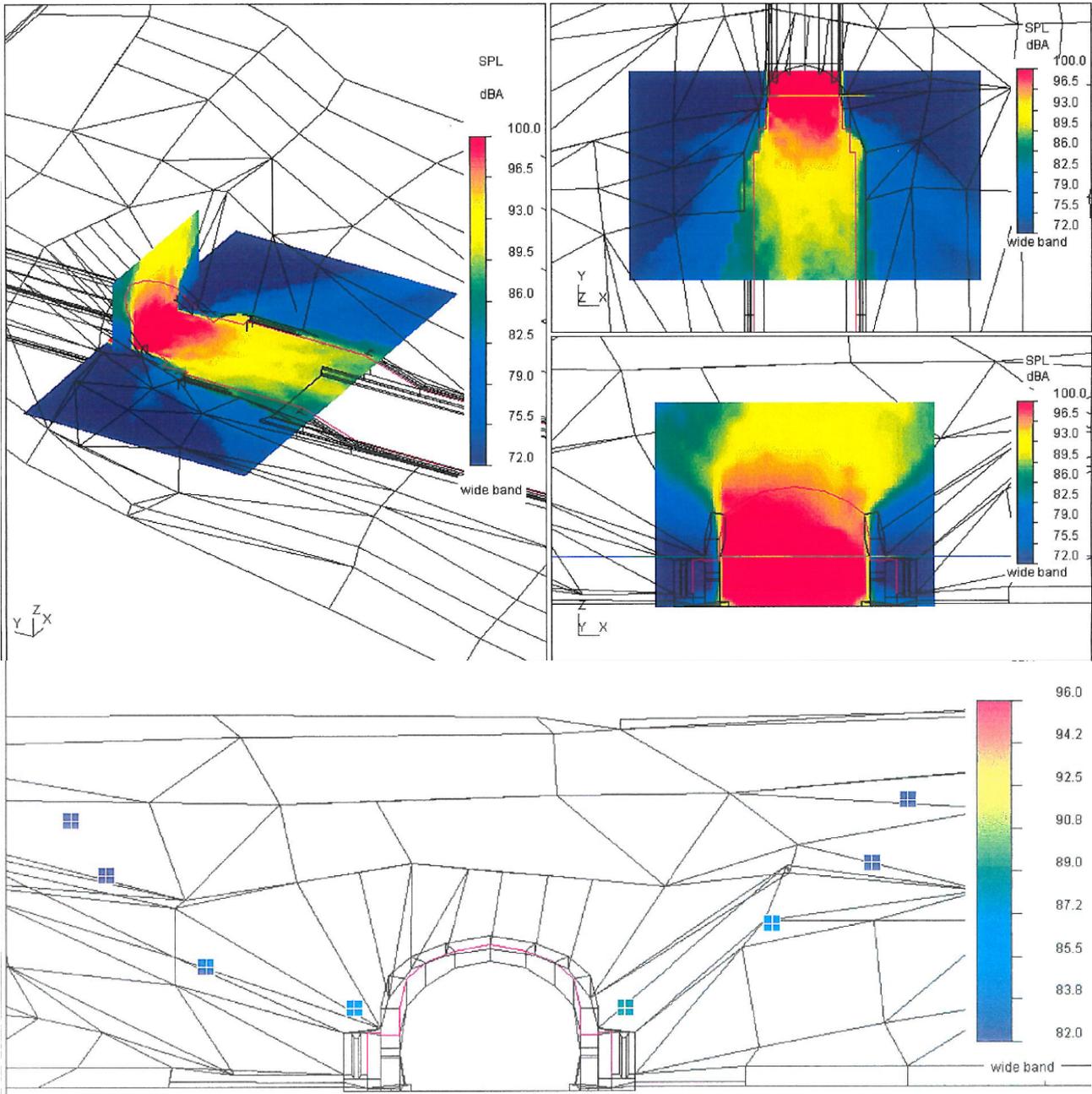


Figura 1.4 Esempio di mappatura SEL Convogli

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 Previsione di rumore sui ricettori e mappatura acustica

2.1 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 una 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.

2.2 Il modello geometrico

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caratterizzazione delle sorgenti. Ai viadotti è stato attribuito uno spessore dell'impalcato ed una larghezza pari alle loro reali dimensioni.

2.3 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.

2.4 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 CG0700AE2DCI700RM00000001 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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CG0700ARGDCI700RM00000001.

2.5 Traffico di progetto

Lo scenario trasportistico considerato nelle previsioni di impatto a lungo termine è il 2036 (Tabella 2.1).

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 2.1 Traffico di progetto

2.6 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 valutazione dell'impatto in corrispondenza delle aree di espansione è stata fatta sulla base delle mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.7 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.

2.8 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.9 Analisi di concorsualità

2.9.1 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.

2.9.1.1 Ricettori fuori fascia di pertinenza

Esternamente alle fasce di pertinenza individuate dal DPR 142/2004 e DPR 459/1998, sono

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

applicabili i limiti di zona associati alle classificazione acustica comunale. Gli interventi di 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.

2.9.1.2 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 142/2004 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.9.1.3 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 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.

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

diurno e notturno, previa taratura del modello di calcolo, per la sorgente principale.

- 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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dell'area definito dalle infrastrutture esistenti. Se i livelli sonori delle altre infrastrutture esistenti 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.

2.9.2 Applicazione

La concorsualità è stata tenuta in conto considerando in primo luogo la sovrapposizione degli effetti tra le due infrastrutture in progetto, 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 e quella stradale, caratterizzata da una fascia unica di ampiezza 250 m dal ciglio stradale e limiti 65/55 dBA.

Per ciascuna infrastruttura viene imposto il rispetto del valore limite proprio e controllata la

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

sovrapposizione degli effetti al fine di garantire il rispetto del limite massimo di fascia.

Le sorgenti di rumore esistenti rispetto alle quali è stata verificata la significatività della concorsualità sono riassunte in Tabella 2.2.

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 2.2 Sorgenti esistenti concorsuali

2.10 Mappatura impatto acustica

Le valutazioni previsionali di impatto acustico sono state effettuate anche tramite mappe orizzontali a 4 m di altezza dal piano campagna. Un'analisi statistica dell'altezza dell'edificato, ha evidenziato che l'altezza media all'interno dell'ambito di studio è di 2 piani. Questa considerazione avvalorava 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.

Tracciato ferroviario - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 1 di 3	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 31
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 2 di 3	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 32
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 3 di 3	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 33
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 1 di 3	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 34
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 2 di 3	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 35
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 3 di 3	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 36

In Figura 2.1 e Figura 2.2 sono rappresentate alcune viste 3D delle mappe di impatto relative al periodo di riferimento diurno e notturno.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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.

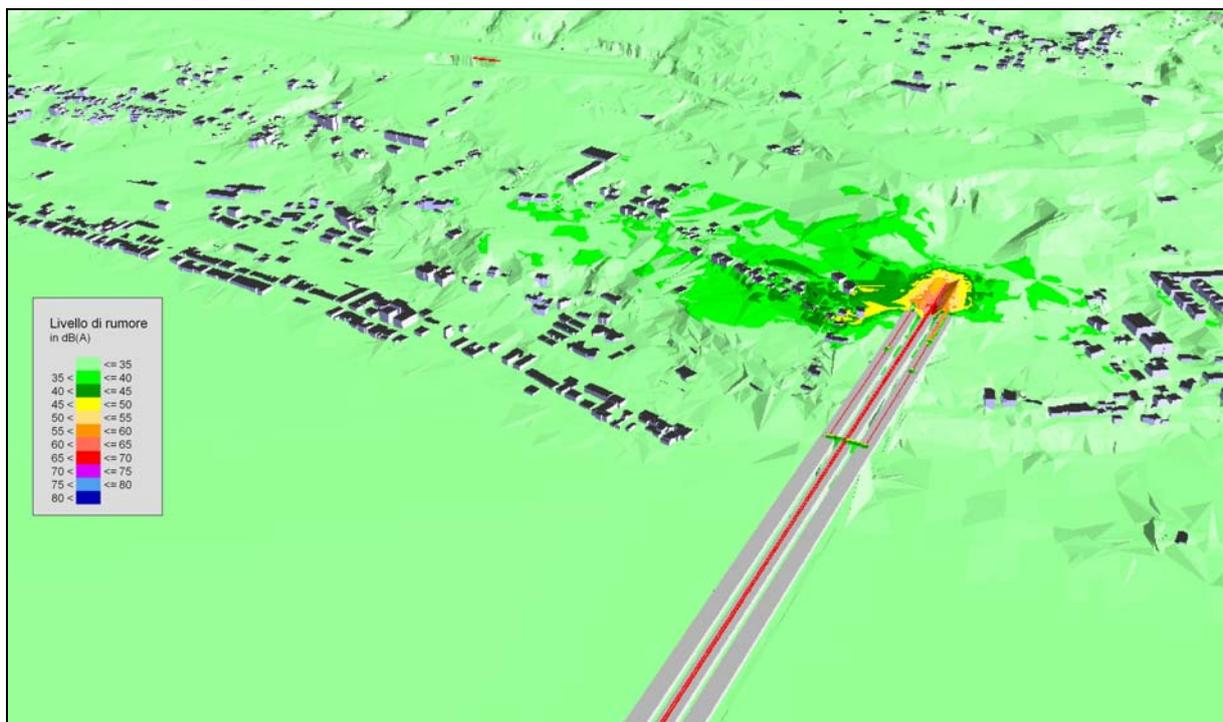


Figura 2.1 Vista 3D Periodo Diurno

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 70%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

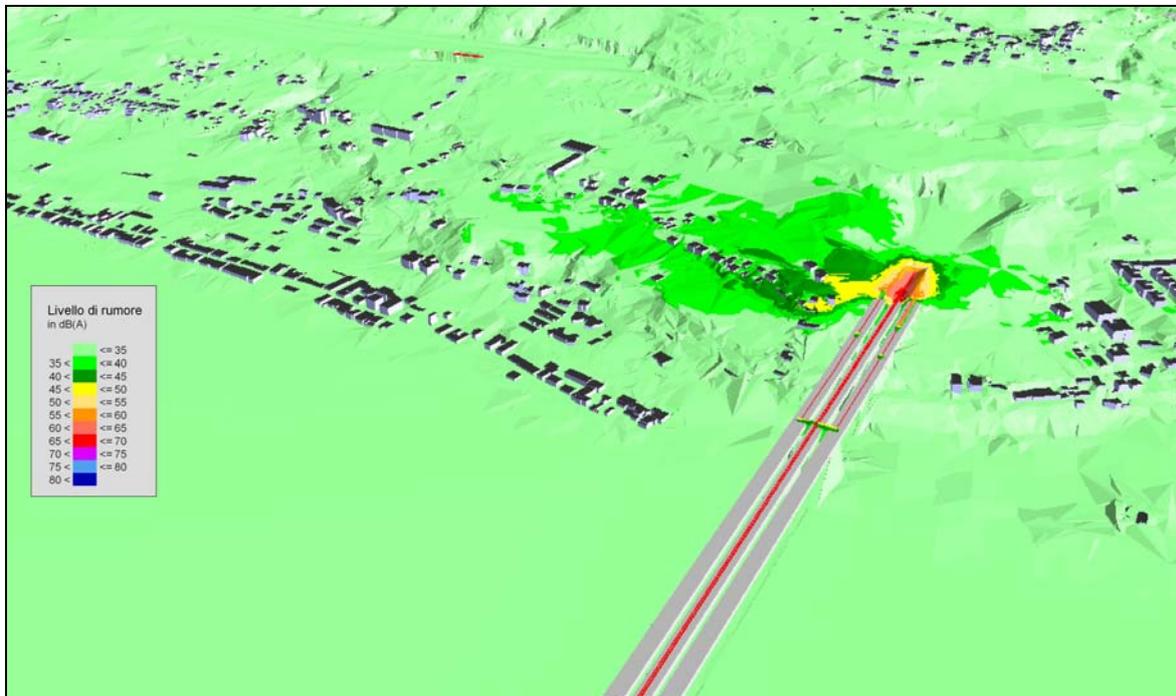


Figura 2.2 Vista 3D Periodo Notturno

2.10.1.1 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" CG0700ACLDCI700RM00000001.

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

“Localizzazione, tipizzazione e denominazione dei ricettori” CG0700AP6DCI700RM00000001. E’ inoltre specificata la planimetria in cui ricade il singolo ricettore.

Il ricettore residenziale con l’impatto più elevato è il “VSG786” a 3 piani fuori terra localizzato a est del Ponte, sul quale sono stimati livelli di impatto pari a 52 dBA in entrambi i periodi di riferimento; i ricettori retrostanti sono caratterizzati da livelli inferiori o uguali a 50 dBA. Tali livelli di impatto sono conformi ai livelli di soglia determinati dalla sovrapposizione della Fascia A della linea ferroviaria con l’infrastruttura stradale in progetto.

2.11 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 autoferrovioario. 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 ferroviaria, e in accordo alla macro scala di priorità indicata dal DMA 29.11.2000:

- 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.

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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 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.

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 2.3 e si riferisce alle mitigazioni previste sull'opera stradale. Non si è reso infatti necessario prevedere alcun intervento di mitigazione aggiuntivo.

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 α_s deve essere certificato secondo la norma EN 1793-1 e l'indice di valutazione dell'assorbimento acustico ΔL_{α_s} 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 2.3.

Considerando la normativa vigente e lo stato dei luoghi, il progetto acustico suggerisce che i

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

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, $DL_{\square} = 4-7$ dB; categoria di isolamento B2, DLR 15- 24 dB.

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 2.3 Elenco barriere antirumore

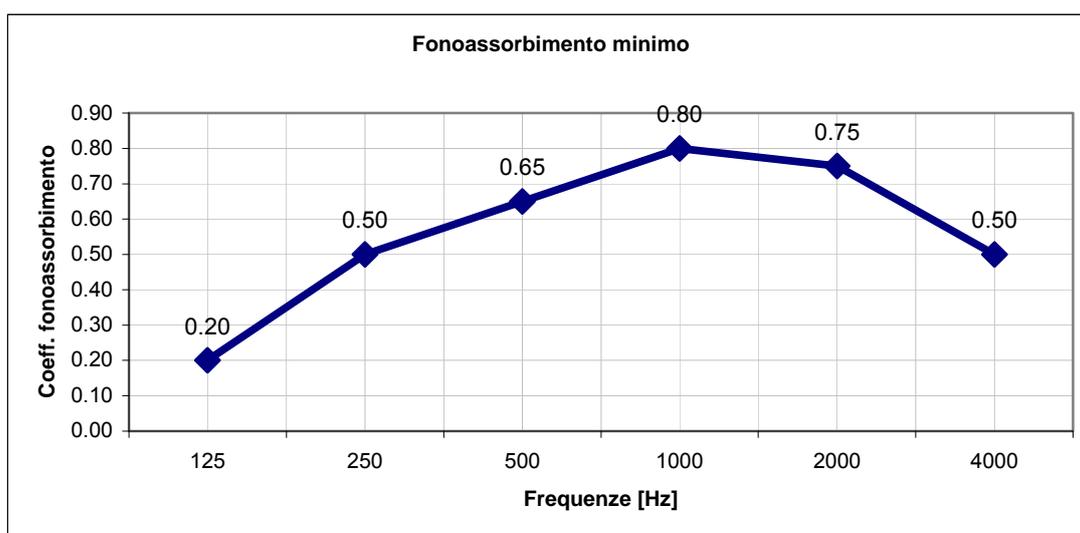


Figura 2.3 Coefficienti di fonoassorbimento minimi barriere antirumore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.11.1 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 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.

Non si ritiene in questo caso necessario il ricorso ad interventi diretti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.12 Mappatura impatto acustica mitigato

Le mappe di rumore a 4 m di altezza dal piano campagna sono state simulate anche nello scenario di post operam mitigato. Le impostazioni di calcolo sono state mantenute analoghe a quelle dello scenario di post operam in assenza di mitigazioni.

Gli elaborati di riferimento sono:

Tracciato ferroviario - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 1 di 6	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 37
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 2 di 6	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 38
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 3 di 6	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 39
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 1 di 6	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 40
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 2 di 6	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 41
Tracciato ferroviario - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 3 di 6	CG0700 A E5 D C I7 00 RM 00 00 00 42

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 2.4, 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

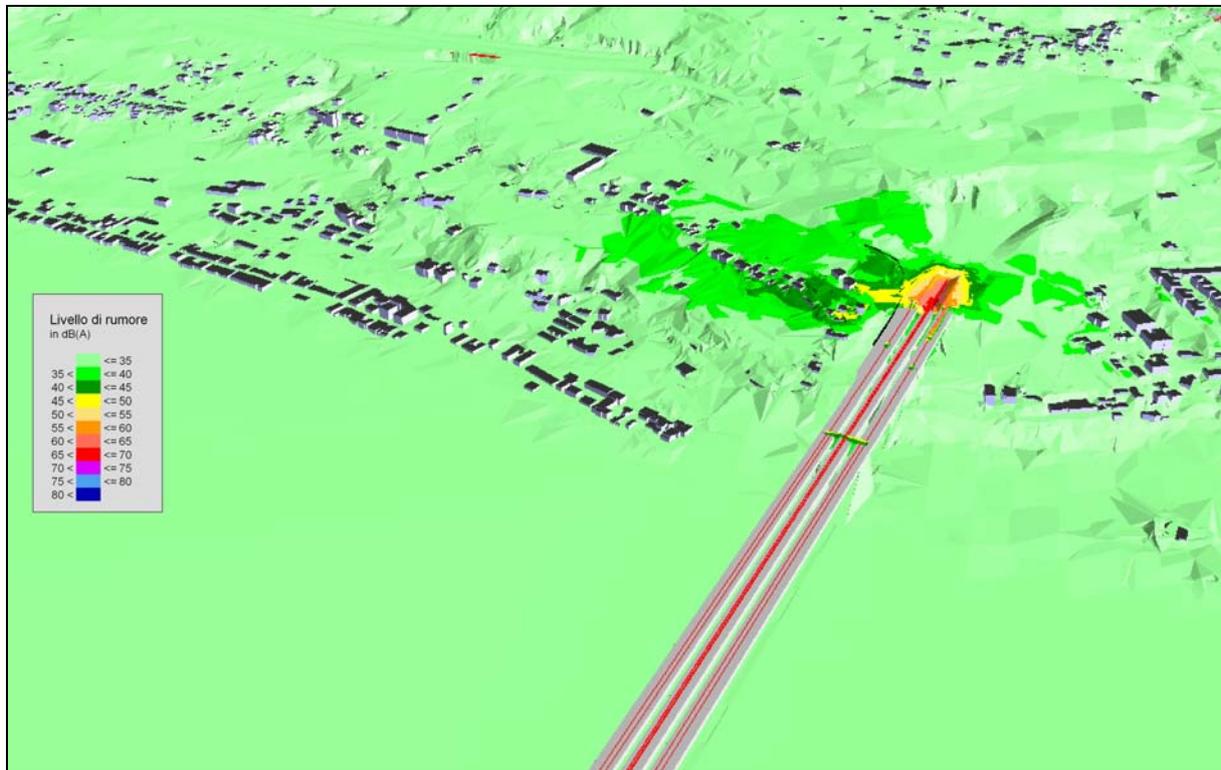


Figura 2.4 Vista 3D Scenario Post Mitigato Periodo Notturno

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 Conclusioni

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 a mitigazione dell'impatto stradale in carreggiata Messina risulta efficace anche per l'impatto ferroviario.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 Bibliografia essenziale

1. Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
2. J. Hinton, Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, WG-AEN, Birmingham, 2004.
3. 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.
4. 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”.
5. Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, GU n. 222 del 23/9/2005
6. 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.
7. UNI11143-1 Acustica, “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti. Parte 1: Generalità”, 2005
8. 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.
9. Rete Ferroviaria Italiana “Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DMA 29.11.2000”, 2002.
10. AA.VV., “Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai 2002”, Ministerie Volk-shuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Paesi Bassi, 28 marzo 2002.
11. H. vanLeewen, “Engineering method for road traffic and railway noise”, draft Technical Report HAR32TR-030715-DGMR04 Harmonoise WP 3 D17, Paesi Bassi, 2004.
12. I.M. Noordhoek, et al. “Harmonoise reference model - evaluation against experimental data”, Praga, 2004.
13. D. Heimann, “Reference model, validation - Correlation between sound attenuation and profile parameters at Ladenburg”, 2004.
14. M. Beuving, M. Paviotti, “HARMONOISE, Definition of track influence: track composition and rolling noise”, Utrecht, 2003.
15. M. Beuving, P. deVos, Imagine, State of the art report, IMA10TR-040423-AEATNL31,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO FERROVIARIO – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AC0099_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Utrecht, 2004.

16. ISO 9613, “Acoustics - Attenuation of sound propagation outdoors”, Part 1: Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere, 1993. Part 2: General method of calculation, 1996.