



Gruppo S.I.A.S. S.p.A.

PROGETTO N° A11002-D

AUTOSTRAD E SESTR I LEVANTE – LIVORNO

con diramazione VIAREGGIO – LUCCA e FORNOLA – LA SPEZIA

MIGLIORAMENTO VIABILITA' SVINCOLI

NUOVO SVINCOLO A12 - S.S.1 VIA AURELIA SUD LOCALITA' CIMITERO DI STAGNO COMUNE DI PISA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE:



Ing. Dorina Spoglianti
Iscritto Albo Ingegneri
Prov. di Milano n°A 20953

CONSULENZA PROGETTAZIONE:



STUDIO PROGETTO AMBIENTE s.r.l.
SOCIETA' DI INGEGNERIA

EM./RE.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.
0	agosto 2011	Prima Emissione	A.C. Bertetti	M. Battiston	D. Spoglianti

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Studio acustico

CODICE IDENTIFICATIVO: **03_QA_XR_01**

Scala:

salt
società autostrada ligure toscana p.a.
AMMINISTRATORE DELEGATO

(Dott. Ing. Paolo Pierantoni)



Sede sociale:
55041 Lido di Camaiore (LU)
via Don Enrico Tazzoli 9
Casella postale 56

Telefono: 0584-9091
Telefax: 0584-909300/319
E-mail: salt@salt.it
www.salt.it

Capitale sociale
€ 120.000.000
interamente versato

Codice Fiscale – P.IVA e
n. Iscr. Registro Imprese Lucca
00140570466

SALT
SOCIETA' AUTOSTRADA LIGURE TOSCANA p.a.

AUTOSTRADA A12

MIGLIORAMENTO VIABILITA' SVINCOLI

**Nuovo svincolo A12 – S.S.1 Via Aurelia sud
Località Cimitero di Stagno - Comune di Pisa**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

STUDIO ACUSTICO

						
0	Agosto 2011	Prima emissione	A. Bertetti	M. Battiston	D. Spoglianti	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	
Attività: A.102.S.108.D1			Documento: 03_QA_XR_01			



INDICE

PREMESSA	4
1. IL CONTESTO GIURIDICO	5
1.1. DMA 29.11.2000 SUI PIANI DI RISANAMENTO ACUSTICO	6
1.2. DPR 142/2004 RECANTE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DARIVANTE DA TRAFFICO VEICOLARE.....	7
1.3. DECRETO 194 19 AGOSTO 2005	11
1.4. NORMATIVA REGIONE TOSCANA.....	12
1.5. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNE DI PISA	12
1.6. NORMATIVA VIBRAZIONI	13
2. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	16
2.1. CARATTERISTICHE TERRITORIALI E URBANISTICHE	16
2.2. CENSIMENTO DEI RICETTORI.....	16
2.3. SENSIBILITÀ ANTROPICA.....	18
2.4. SENSIBILITÀ BIOTICA	19
2.4.1. <i>Produzione di suoni da parte dell'avifauna</i>	19
2.4.2. <i>Percezione dei suoni</i>	20
2.4.3. <i>Localizzazione dei suoni</i>	22
2.4.4. <i>Spazio attivo e rapporto critico</i>	22
2.4.5. <i>Avifauna presente nell'area di studio</i>	24
2.5. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA	24
2.5.1. <i>Generalità</i>	24
2.5.2. <i>Dati meteorologici utilizzati</i>	27
2.5.3. <i>Definizione delle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore</i>	29
2.6. INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO CONCURSUALI	32
2.6.1. <i>Autostrada A12</i>	33
2.6.2. <i>Strada Statale SS1 Aurelia e SS67 Via Arnaccio</i>	34
2.6.3. <i>Analisi di concorsualità</i>	36
2.7. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....	38
2.7.1. <i>Monitoraggio rumore</i>	38
2.7.2. <i>Monitoraggio vibrazioni</i>	43
2.7.3. <i>Monitoraggio Traffico</i>	45
2.8. MAPPATURA DI CLIMA ACUSTICO.....	45
2.9. CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA E DELLA SENSIBILITÀ VIBRAZIONALE.....	50
3. QUADRO DI RIFERIMENTO PREVISIONALE	51
3.1. IL MODELLO PREVISIONALE	51
3.2. TRAFFICO DI PROGETTO.....	52
3.3. LOCALIZZAZIONE PUNTI DI CALCOLO.....	53
3.4. SPECIFICHE DI CALCOLO E SCENARI SIMULATI.....	54
3.5. MAPPATURA IMPATTO POST OPERAM, IMPATTO POST OPERAM MITIGATO E CLIMA ACUSTICO POST OPERAM MITIGATO	54
3.5.1. <i>Impatto sui ricettori antropici</i>	54



3.5.2.	<i>Impatto sull'Avifauna</i>	58
3.6.	INTERVENTI DI MITIGAZIONI.....	59
3.7.	FATTORI DI PRESSIONE E IMPATTO VIBRAZIONI.....	59
4.	CANTIERI	61
4.1.	RUMORE	61
4.1.1.	<i>Impatto di cantierizzazione</i>	62
4.1.2.	<i>Barriere antirumore mobili</i>	63
4.1.3.	<i>Interventi gestionali e “noise manager”</i>	65
4.2.	VIBRAZIONI	66
5.	BIBLIOGRAFIA	68
	ALLEGATO 1 – CALCOLI PUNTUALI	69



PREMESSA

Il presente documento approfondisce le problematiche del rumore, in fase di costruzione e di esercizio, correlate alla realizzazione del Nuovo svincolo A12 – S.S.1 Via Aurelia sud Località Cimitero di Stagno - Comune di Pisa.

Lo studio acustico in oggetto esamina un ambito spaziale di ampiezza complessiva di circa 1 km, esteso da entrambi i lati dell'infrastruttura per 500 m dal ciglio esterno dello svincolo in progetto.

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.), i ricettori, le sorgenti di rumore e i caratteri tipici del paesaggio sonoro.

La consultazione del Piano Regolatore Comunale di Pisa (PRG) vigente, e della classificazione acustica del territorio, ha altresì consentito di esaminare la futura evoluzione del sistema ricettore e gli obiettivi di tutela sonora del territorio.

Trattandosi di un progetto inserito in un contesto in cui sono presenti altre infrastrutture di trasporto stradali principali oltre all'Autostrada A12, è stato ritenuto opportuno verificare, sperimentalmente tramite misure e analiticamente tramite un modello previsionale, lo stato iniziale dell'ambiente. E' stato in questo modo possibile applicare il criterio della concorsualità in modo analiticamente corretto e di definire i livelli di soglia in base alla reale "forza" della sorgente di rumore concorsuale.

Per quanto specificatamente correlato alla propagazione del rumore, è noto che gli effetti meteorologici sono importanti e non trascurabili. I valori vettoriali del campo anemologico nelle aree di costa fluttuano con regolarità nel periodo giornaliero interagendo profondamente con i ritmi del paesaggio sonoro originati dalle variazioni di traffico, amplificandoli o attenuandoli. Questa caratteristica è stata approfondita nell'ambito del presente studio tramite l'elaborazione dei dati meteo derivanti dal data base LAMA relativi al punto più vicino all'ambito di studio.

L'obiettivo operativo posto alla base delle analisi svolte sui dati meteorologici è quello di individuare la percentuale su base annuale delle ore in cui si verificano condizioni favorevoli alla propagazione della onde sonore

Le simulazioni dello stato di progetto hanno permesso di identificare le aree di esubero normativo e di dimensionare gli interventi di mitigazione. Il rispetto dei valori limite di immissione verranno garantiti all'entrata in esercizio del nuovo svincolo autostradale.

1. IL CONTESTO GIURIDICO

La verifica della normativa nazionale, regionale e comunale applicabile, in attuazione ai principi sanciti dalla Legge Quadro sul Rumore 447/95, è il primo passo concreto con il quale esprimere le proprie attenzioni in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio interferito dall'infrastruttura autostradale in progetto. La successiva ricognizione generale dello stato iniziale dell'ambiente, le verifiche di impatto e il confronto con i limiti applicabili permettono di identificare le aree problematiche sulle quali focalizzare la verifica degli interventi di mitigazione.

E' noto che il quadro normativo sul rumore è riferibile a due livelli. Il primo, di livello locale, vede le Amministrazioni Comunali quali soggetti attivi nella definizione degli obiettivi di qualità acustica del territorio a lungo termine (classificazione acustica, piani di risanamento comunali). Il secondo, di livello nazionale, stabilisce per le infrastrutture primarie di trasporto appositi regolamenti di attuazione validi su tutto il territorio nazionale, nonché modalità e tempi per l'attuazione dei piani di risanamento.

La normativa sul rumore è stata introdotta in Italia a partire dall'inizio degli anni '90 e attualmente è quasi giunta al termine l'adozione dei regolamenti di attuazione alla Legge Quadro.

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, 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 della fascia di pertinenza autostradale, definita dal DPR 142/2004, in base alla destinazione d'uso del territorio. Le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali.

Il rispetto dei valori limite all'interno e all'esterno della fascia infrastrutturale deve essere verificato a 1 m di distanza dalla facciata degli edifici più esposti, con le tecniche di misura indicate dal Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Infine, 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.

1.1. DMA 29.11.2000 SUI PIANI DI RISANAMENTO ACUSTICO

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 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 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.

1.2. DPR 142/2004 RECANTE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DARIVANTE DA 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:

- 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 ciascun 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).
- 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 1.2-1.

In via prioritaria (Art. 5) l'attività pluriennale di risanamento dovrà 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 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.



Tabella 1.2-1 Infrastrutture stradali esistenti e assimilabili - (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

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 dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
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

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 1.2-2 e, in particolare, nel caso di autostrade:



A 12 – AUTOSTRADE SESTRI LEVANTE – LIVORNO
Nuovo Svincolo A12 - S.S.1 Via Aurelia Sud - Localita' Cimitero Di Stagno -
Comune Di Pisa
Progetto Definitivo – Quadro di riferimento ambientale

- I limiti fissati all'interno della fascia di pertinenza di 250 m (65/55 dB(A))
- I limiti di Classe I (50/40 dB(A)) 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

Tabella 1.2-2 Infrastrutture stradali di nuova realizzazione

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 dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
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

Qualora i valori indicati in Tabella 1.2-1 e Tabella 1.2-2 non siano tecnicamente raggiungibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o a carattere ambientale, si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti in ambiente abitativo:

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

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.

1.3. DECRETO 194 19 AGOSTO 2005

Il decreto legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, per l'elaborazione e l'adozione dei piani d'azione e, infine, per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico.

Le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto relativi a infrastrutture principali (nel caso stradale con più di 6 milioni di transiti all'anno) sono tenute ad elaborare la mappatura acustica entro il 30 giugno 2007, in conformità ai requisiti minimi stabiliti dall'allegato 4 e ai criteri che verranno adottati entro 6 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto.

Entro il 18 luglio 2008 le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto relativi a infrastrutture principali devono elaborare e trasmettere alla regione o alla provincia autonoma competente i piani d'azione e le sintesi di cui all'allegato 6 "Dati da trasmettere alla Commissione".

Restano ferme le disposizioni relative alle modalità, ai criteri ed ai termini per l'adozione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore stabiliti dalla legge n. 447 del 1995 e dalla normativa vigente in materia adottata in attuazione della stessa legge.

I piani d'azione previsti ai comma 1 e 3 recepiscono e aggiornano i piani di contenimento e di abbattimento del rumore prodotto per lo svolgimento dei servizi pubblici di trasporto, i piani comunali di risanamento acustico ed i piani regionali triennali di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico adottati ai sensi degli art. 3, comma 1, lettera i), art. 10, comma 5, 7 e 4, comma 2, della legge 447/1995.

Per quanto di interesse dei piani di contenimento e di abbattimento del rumore delle infrastrutture di trasporto stradali ai sensi del DM 29.11.2000 è necessario ricordare che:

- l'Allegato 2 "Metodi di determinazione dei descrittori acustici" del D.I. 194 indica che per il rumore da traffico veicolare, in attesa dell'emanazione dei decreti di cui all'Art. 6, può essere utilizzato il metodo di calcolo francese NMPB-Routes-96.
- I criteri e gli algoritmi per la conversione dei valori limite espressi in $Leq(6-22)$ e $Leq(22-6)$ secondo i descrittori acustici L_{den} e L_{night} verranno determinati entro 120 giorni dalla data di entrata in vigore del D.I. 194 con apposito Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri.
- Ai fini dell'elaborazione e della revisione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche si possono utilizzare i dati espressi nei descrittori acustici previsti dalle norme vigenti $Leq(6-22)$ e $Leq(22-6)$, convertendoli nei descrittori L_{den} e L_{night} sulla base dei metodi di conversione che verranno definiti entro 120 giorni con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri.



1.4. NORMATIVA REGIONE TOSCANA

La normativa regionale, a cui si rimanda per specifici riferimenti di dettaglio, è composta da:

- Legge Regionale n.89 del 1/12/98- Norme in Materia di Inquinamento Acustico (B.U.R. n.42 del 10/12/1998)
- Proposta di Legge n. 425 "Norma in materia di inquinamento acustico" (Consiglio regionale della Toscana)
- Decreto Dirigenziale n 1852 del 16/04/1999 Dipartimento Politiche Territoriali e Ambientali - Area Qualita' dell'Aria, Inquinamento Acustico, Industrie a Rischio - UOC Analisi Meteorologiche ed Inquinamento Acustico "Legge quadro sull'inquinamento acustico Legge 26.10.95 n. 447 - Aggiornamento dell'elenco dei tecnici competenti in acustica ambientale di cui all'art. 2 commi 6, 7 L. 447/95." (B.U.R. Toscana. n 20 del 19/05/1999, parte Seconda , sezione I)
- Deliberazione n° 77 del 22/02/2000 "Definizione de i criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'art. 2 della L.R. n° 89/98 - Norme in materia di Inquinamento acustico" (B.U.R. Toscana n° 12 del 22/03/00 - parte 2^ sez. 1^)
- D.G.R. n° 652 del 25/06/2002 "Commissione Tecnica di cui all'art. 4 della Convenzione tra la Regione Toscana e l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (A.R.P.A.T.) per il monitoraggio dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico autoveicolare sulle strade regionali e per la predisposizione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore. Nomina rappresentanti Regione Toscana."
- LEGGE REGIONALE n. 67 del 29/11/04 -"Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)." (B.U.R. Toscana n°48 del 03/12/04 - sez. 1^)

1.5. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNE DI PISA

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, ordinarie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

All'esterno della fascia di pertinenza di 250 m dell'infrastruttura autostradale in progetto si applicano i limiti assoluti di immissione definiti in sede di classificazione acustica comunale. Si è provveduto pertanto ad acquisire informazioni in merito allo stato di attuazione del piano di zonizzazione acustica comunale di Pisa.

Con deliberazione del Consiglio Comunale n. 48 del 7 marzo 2003 il piano è stato adottato e pubblicato. In base alle osservazioni pervenute gli elaborati del piano sono stati modificati sia in relazione a quanto evidenziato da ARPAT, sia per quanto riguarda le osservazioni che sono state accolte, ed il Consiglio Comunale ha approvato la proposta di piano con deliberazione n. 24 del 29 aprile 2004. Con nota del 5 agosto 2004, è pervenuto il parere regionale di conformità del piano accompagnato da una serie di prescrizioni. In ottemperanza a quanto prescritto il Comune di Pisa ha apportato le necessarie variazioni alla cartografia. L'approvazione definitiva si è

realizzata con la delibera del Consiglio Comunale n. 66 del 08/09/2004 pubblicata sul BURT n. 45 del 10/11/2004

La Figura 1.5-1 riporta la tavola della classificazione acustica comunale contenente l'ambito di studio. I tematismi sono stati ripresi nella Tavola grafica 03_QA_XR_02 dove sono state inserite le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e l'ambito di studio del nuovo svincolo, incluse la relativa fascia di pertinenza di 250 m.

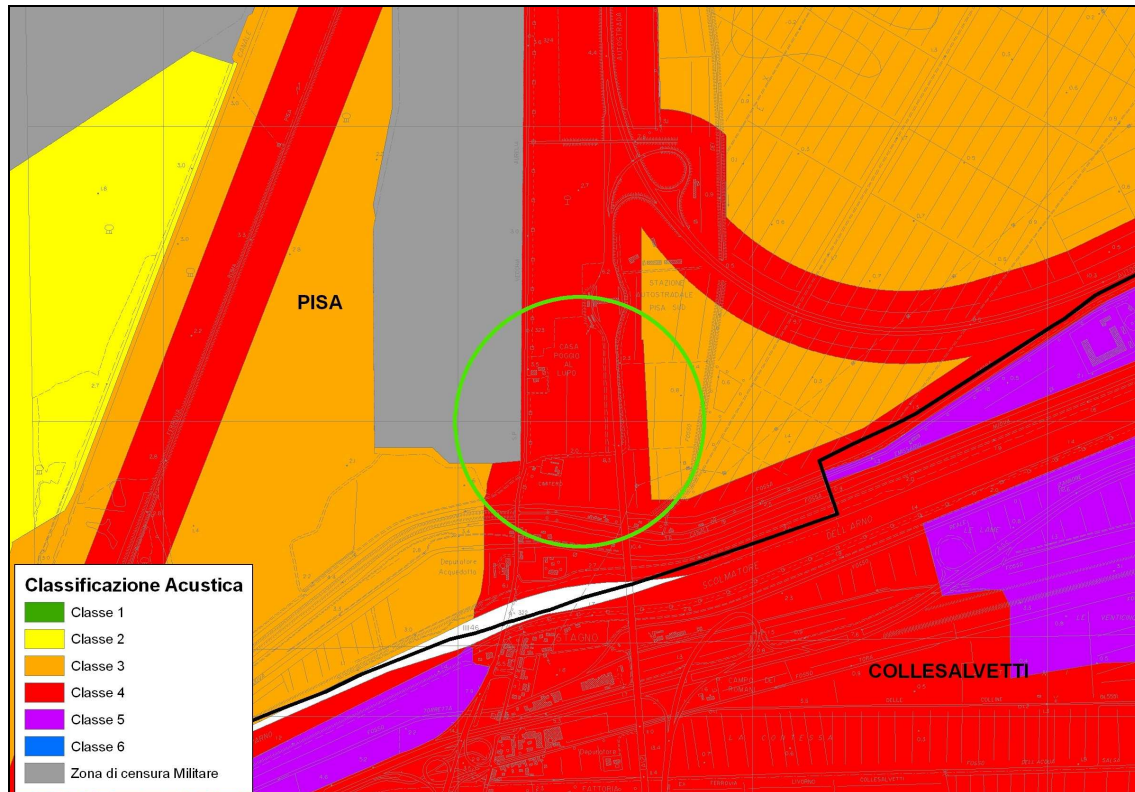


Figura 1.5-1 Tavola classificazione acustica comunale

La classificazione acustica comunale evidenzia nell'area di studio aree grigie in corrispondenza della base militare USA di Camp Dardy (zone censura militare) a ovest della Strada Statale Aurelia 1bis e corridoi di Classe IV che ripercorrono i tracciati delle infrastrutture stradali principali. Lo "sfondo" della zonizzazione acustica è rappresentato da aree di Classe III.

1.6. NORMATIVA VIBRAZIONI

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo e del danno in edifici interessati da fenomeni vibrazionali.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume

particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui vengono richiamate le norme DIN 4150 e BS 7385. Nel mese di Aprile 2004 è stata pubblicata la norma UNI9916:2004 in revisione della norma UNI9916:1991. La norma già nella versione del 1991 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

Considerando la tipologia d'opera in progetto e il potenziale disturbo vibrazionale., la norma di primario interesse è la UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (giorno, dalle 7:00 alle 22:00, e notte, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614 si configura come più restrittiva.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente a_w e L_w . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede una attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 e 80 Hz. La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava. Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato.

Nell'Appendice della norma UNI 9614, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III (Tabella 1.6-1 e Tabella 1.6-2).

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace. I limiti (Tabella 1.6-3) possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche. Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre $F = 1.7 \cdot N^{-0.5}$. Per impulsi di durata maggiore si deve porre $F = 1.7 \cdot N^{-0.5} \cdot t^{-k}$, con $k = 1.22$ per pavimenti in calcestruzzo e $k = 0.32$ per pavimenti in legno. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

Tabella 1.6-1 Limiti UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per l'asse Z

DESTINAZIONE D'USO	a_w [m/s^2]	L_w [dB]
Aree critiche	5.0×10^{-3}	74
Abitazioni (notte)	7.0×10^{-3}	77
Abitazioni (giorno)	10.0×10^{-3}	80
Uffici	20.0×10^{-3}	86
Fabbriche	40.0×10^{-3}	92

Tabella 1.6-2 Limiti UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per gli assi X-Y

DESTINAZIONE D'USO	a_w [m/s^2]	L_w [dB]
Aree critiche	3.6×10^{-3}	71
Abitazioni (notte)	5.0×10^{-3}	74
Abitazioni (giorno)	7.2×10^{-3}	77
Uffici	14.4×10^{-3}	83
Fabbriche	28.8×10^{-3}	89

Tabella 1.6-3 Limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza in presenza di vibrazioni impulsive.

DESTINAZIONE D'USO	a_w (Z) [m/s^2]	a_w (X-Y) [m/s^2]
Aree critiche	5.0×10^{-3}	3.6×10^{-3}
Abitazioni (notte)	7.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}
Abitazioni (giorno)	0.3	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

2. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

2.1. CARATTERISTICHE TERRITORIALI E URBANISTICHE

L'inserimento dello svincolo in progetto avviene in un territorio sostanzialmente pianeggiante sul quale si calano le incisioni o i riporti determinati dal canale scolmatore dell'Arno e dai tracciati delle infrastrutture di trasporto stradali principali. Nel complesso sono pertanto presenti caratteristiche che favoriscono la propagazione a distanza del rumore stante l'assenza di crinali o elementi morfologici di altra natura in grado di modificare il percorso dei raggi sonori.

Prevalgono altresì coperture del terreno con caratteristiche fonoassorbenti, con valori di impedenza superficiale significativi nelle aree agricole coltivate e in corrispondenza delle aree in cui si concentra la maggiore naturalità. Da sottolineare a presenza di significative aree boscate nel quadrante nord-ovest rispetto alla esazione pedaggi A12 di Livorno (Pisa Sud) e in corrispondenza dell'area umida a Sud-Est.

Gli insediamenti interessati dall'ambito di studio, esteso per 500 m dal nuovo svincolo in progetto, sono rappresentati da edifici isolati, cascinali (Casa Poggio al Lupo) e piccoli nuclei edificati compresi tra il canale scolmatore dell'Arno e Via Arnaccio (SS67 bis). La base USA in Italia, attualmente operativa e localizzata a ovest della Aurelia 1 bis, non viene considerata come ricettore.

In prossimità della rotatoria di svincolo sulla Aurelia 1 bis è presente il piccolo cimitero di Stagno.

Il nuovo svincolo ricade all'interno del Parco naturale di Migliarino-S.Rossore-Massaciucoli in area vincolata ai sensi D.L. 29 ottobre 1999 n. 490 (Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali a norma dell'Art. 1 della Legge 8 ottobre 1997, n. 352) con dichiarazione di notevole interesse pubblico intervenuta con il Decreto di Applicazione D.M. 17 luglio 1985.

La verifica del PRG comunale ha permesso di escludere la presenza di aree interessate da interventi di nuova edificazione, completamento o espansione residenziale all'interno dell'ambito di studio.

2.2. CENSIMENTO DEI RICETTORI

L'identificazione e classificazione tipologica del sistema ricettore è stata svolta in base a sopralluoghi estesi all'ambito territoriale di studio di ampiezza 500 m dal ciglio stradale. Il corridoio di 250 m contiguo all'infrastruttura stradale in progetto è stato rilevato con lo scopo di identificare le destinazioni d'uso prevalenti degli edifici mentre nella fascia esterna, compresa tra 250 e 500 m, sono stati ricercati gli edifici sensibili. Nel caso in cui l'edificio possiede caratteri residenziali è stato classificato come edificio residenziale, anche se non abitato al momento del sopralluogo o se in precarie condizioni funzionali. Sono stati viceversa esclusi i ruderi.

Per la rappresentazione grafica dei ricettori è stata utilizzata la seguente simbologia:

- residenziale, colore verde
- Industriale, Commerciale, Terziario, colore arancio
- Culto, colore rosa
- Ruedi, colore blu
- Altro, colore grigio (box, depositi, fienili, tettoie, baracche, ecc.)

I ricettori a distanza inferiore a 250 m dal ciglio stradale sono rappresentati dal cimitero di Stagno e da 4 edifici residenziali, uno lato nord (Casa Poggio al Lupo) e 3 lato Sud in prossimità del canale scolmatore dell'Arno. In Figura 2.2-1 sono riportate alcune fotografie dei ricettori.

Nell'ambito dei sopralluoghi effettuati è stato altresì verificato che non sono presenti ricettori sensibili



Ricettore PI02 (Cna Lupo su SS1)



Ricettore PI10 su SS67 Via Arnaccio (in ristrutturazione)



Ricettore PI08 su SS67 Via Arnaccio



Ricettore PI09 su SS67 Via Arnaccio

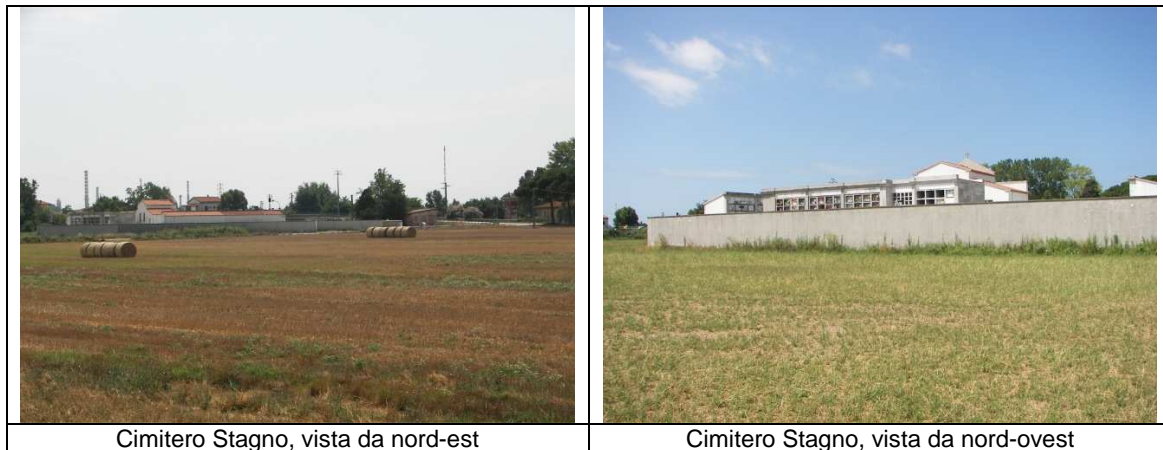


Figura 2.2-1 Documentazione fotografica del sistema edificato

2.3. SENSIBILITÀ ANTROPICA

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. 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), con la consapevolezza che il tema è importante ma al tempo stesso estremamente complesso.

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

La sensibilità del contesto in cui si colloca il progetto del nuovo svincolo autostradale è medio-bassa. Le aree a sensibilità medie coincidono con aree agricole e naturali. Tutti i ricettori residenziali sono localizzati in aree a sensibilità bassa.

2.4. SENSIBILITÀ BIOTICA

L'area di intervento è compresa nel Parco Regionale Migliarino San Rossore Massacciuccoli e ricade all'interno delle Tenute di Tombolo e Coltano. E' stato pertanto ritenuto significativo per l'area di studio considerare la sensibilità biotica come elemento di verifica ambientale.

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 Direttiva EU 2002/49/CE (livelli equivalenti di rumore Lden, Lnight) 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.

2.4.1. 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 2.4-1 compara, a titolo di esempio, le curve di udibilità di due specie di passeri con lo spettro di potenza dei loro richiami.

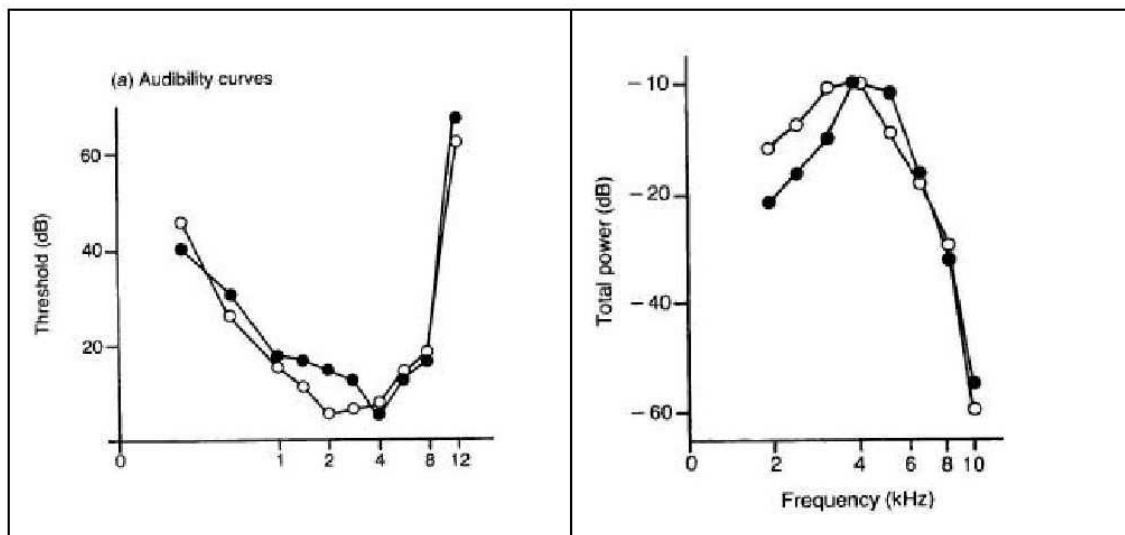


Figura 2.4-1 Curve di udibilità e spettro di potenza dei richiami

2.4.2. 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, ...) 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 2.4-2) 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.

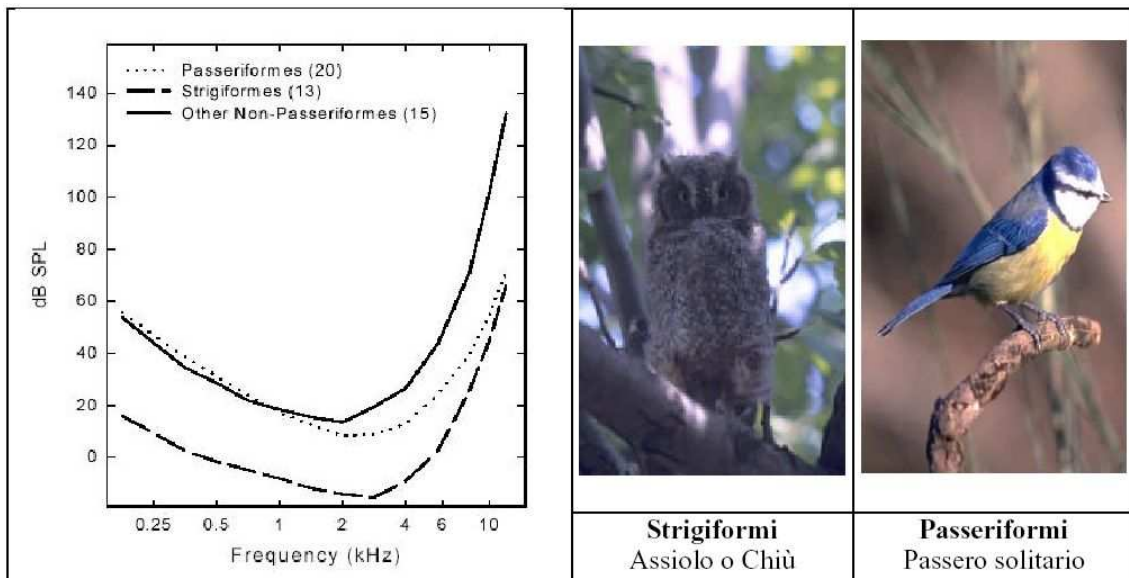


Figura 2.4-2 Curve di udibilità media avifauna (strigiformi, passeriformi e non passeriformi)

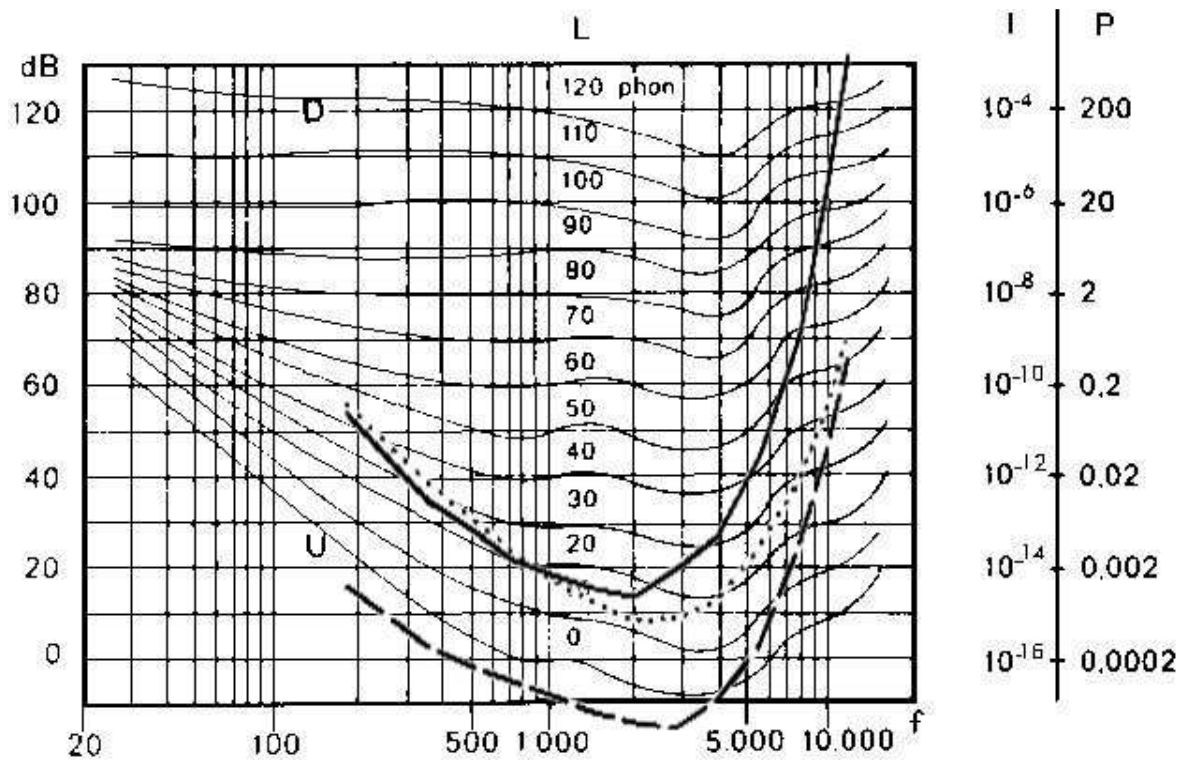


Figura 2.4-3 Confronto tra sensibilità uditiva dell'uomo e dell'avifauna

2.4.3. 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.

2.4.4. 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 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 un 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 colo-riture 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 2.4-4 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.

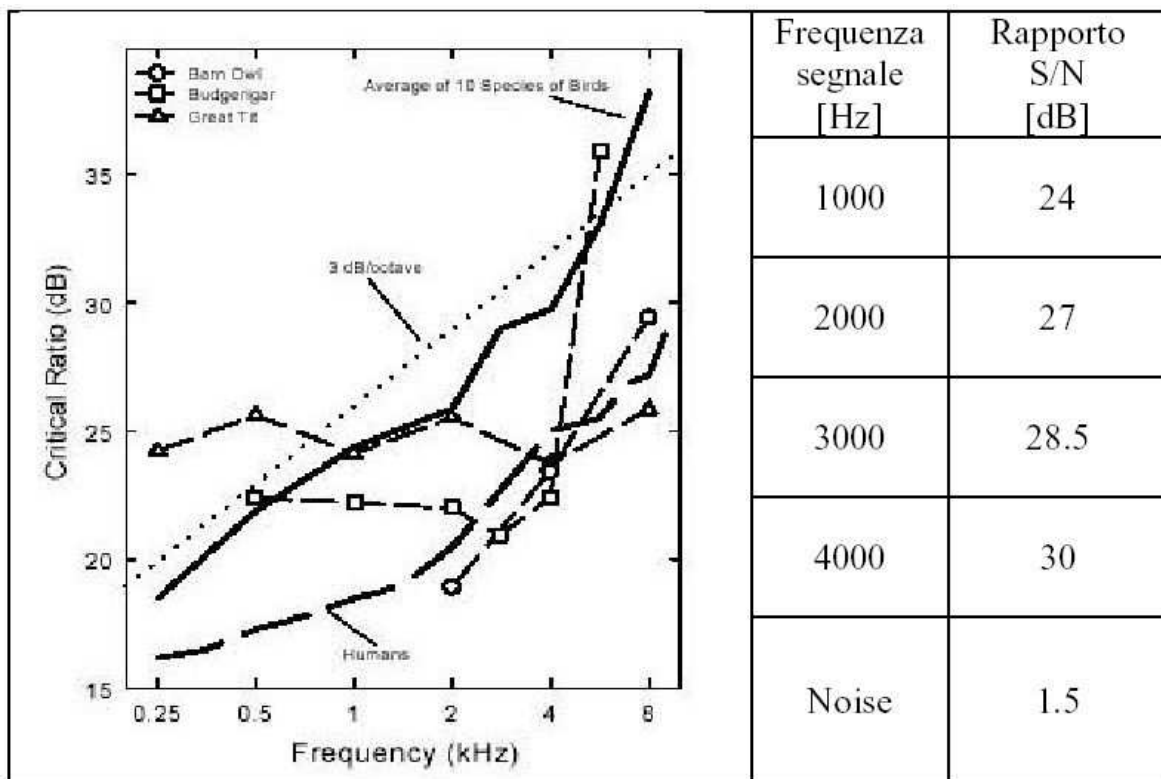


Figura 2.4-4 Rapporto critico di 14 specie di uccelli

2.4.5. Avifauna presente nell'area di studio

L'Avifauna censita per il territorio del parco e nei SIC limitrofi annovera numerose specie, tra cui quelle che possono essere ritenute più probabili e con presenza significativa negli ambienti acquatici marginali (canali, fossi, e stagno di origine artificiale) sono la folaga (*Fulica atra*), la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), la garzetta (*Egretta garzetta*) e l'airone cenerino (*Ardea cinerea*).

Fra i passeriformi degli ambienti agricoli sono invece potenzialmente presenti un maggior numero di specie talora interessate in modo più diretto da quanto in progetto. A titolo di esempio si possono citare specie quali il passero italiano (*Passer italiae*) e lo storno (*Sturnus vulgaris*), lo scricciolo (*Troglodytes troglodytes*), codibugnolo (*Aegithalos caudatus*) e allodola (*Alauda arvensis*). La presenza nell'area di cantiere e nell'area vasta, in prossimità di Coltano, di estese aree coltivate alternate a nuclei boscati, incolti, strade campestri e siepi offre condizioni idonee alla presenza di alcune averle (*Laniidae*), in particolare *Lanius collurio*, *Lanius excubitor* e *Lanius minor*, segnalate nelle aree limitrofe e che qui possono trovare cibo e fitti cespugli nei quali nidificare. Specie tipiche e assai frequenti nelle campagne sono inoltre la gazza (*Pica pica*) e la cornacchia (*Corvus corone*).

Pur non avendo osservato rapaci diurni (Falconidi e Accipitridi) nell'area di cantiere e nell'area vasta, il territorio può risultare idoneo per la poiana (*Buteo buteo*), la quale, pur essendo legata agli ambienti boschivi, frequenta le aree aperte e coltivate per cacciare, nonché la si può rinvenire su posatoi anche posti lungo assi stradali intenta a scrutare la presenza di possibili prede (soprattutto micromammiferi); le campagne alberate sono particolarmente favorevoli alla specie, che si adatta meglio di altri rapaci alle trasformazioni ambientali operate dall'uomo.

Altre osservazioni e potenziali presenze riguardano l'albanella minore (*Circus pygargus*), la civetta (*Athene noctua*) e il barbagianni (*Tyto alba*), l'assiolo (*Otus scops*), l'upupa (*Upupa epops*), la tortora (*Streptopelia turtur*), il gruccione (*Merops apiaster*), la quaglia (*Coturnix coturnix*) e l'otarda minore (*Tetrax tetrax*).

2.5. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

2.5.1. 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:

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

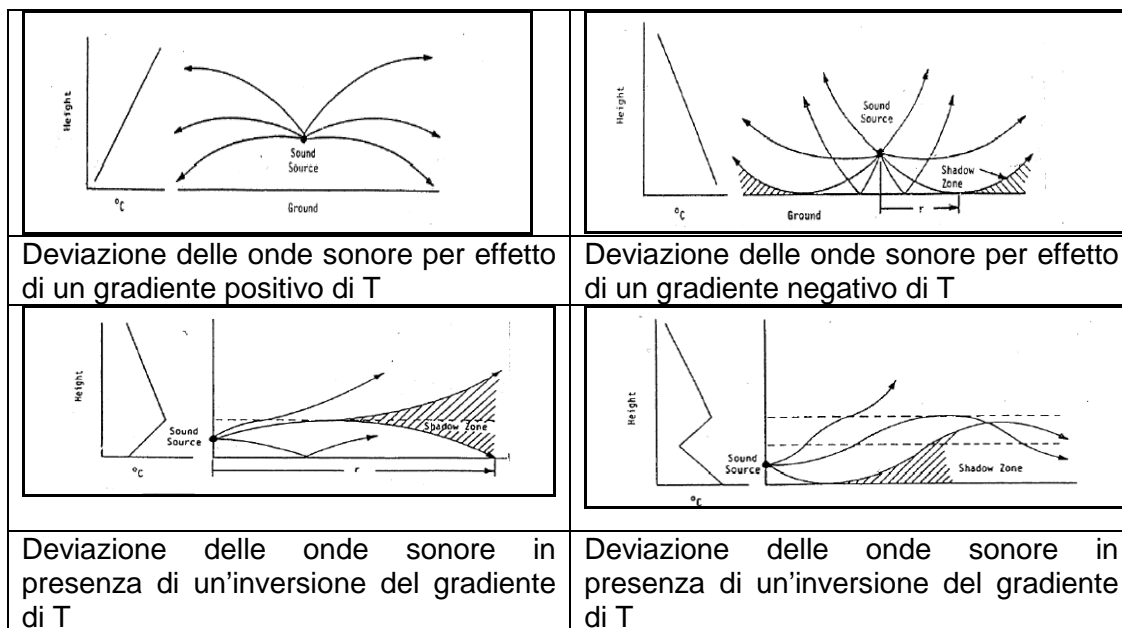
in cui θ è l'angolo compreso tra la direzione del vento e la direzione di propagazione.

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 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 sopravento. I fenomeni fin qui descritti sono graficamente esemplificati nella Figura 2.5-1.



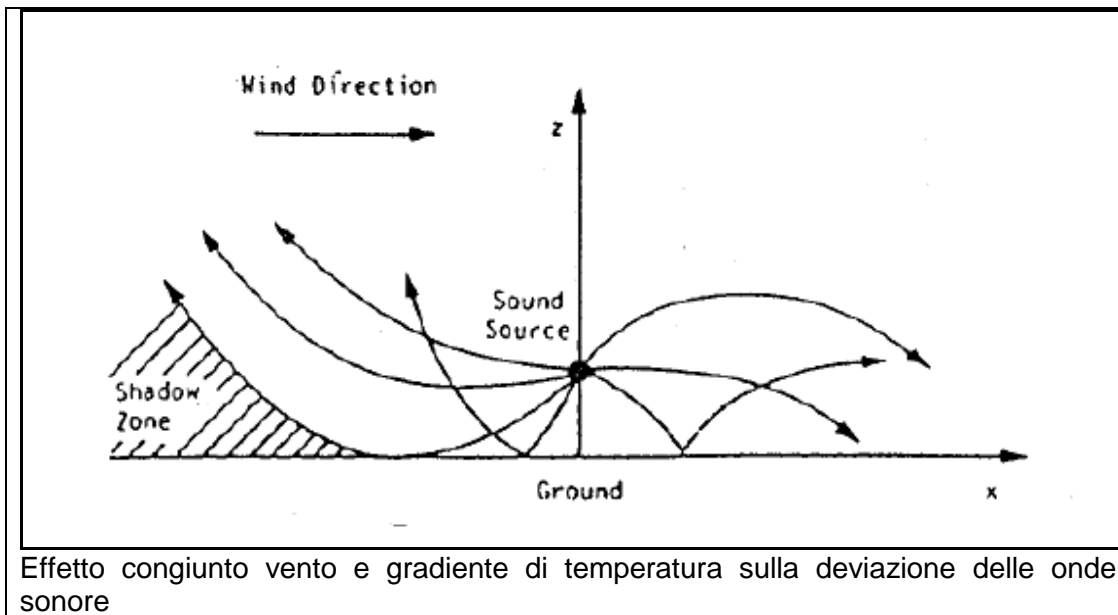


Figura 2.5-1

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 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- 20:00) condizioni favorevoli 50%
- evening (20:00- 22:00) condizioni favorevoli 75%
- 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 eventuale 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.

2.5.2. Dati meteorologici utilizzati

Una delle fonti più autorevoli che gestisce gli archivi dei dati meteorologici del Nord Italia 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 ha 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 meteorologica dell'area di studio si è ritenuto opportuno utilizzare in dati forniti dal modello LAMA per il punto della mesh più vicina al nuovo svincolo di Pisa. Le informazioni acquisite riguardano la ricostruzione dell'anno 2010 e si riferiscono ai parametri sintetizzati nella Tabella 2.5-1.

Tabella 2.5-1 Dati meteoroclimatici forniti dal modello LAMA

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 ²	SW_Budg
Radiazione infrarossa netta	Superficie	W/m ²	LW_Budg
Flusso di calore latente	Superficie	W/m ²	LHF
Flusso di calore sensibile	Superficie	W/m ²	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

L'analisi dei dati grezzi ha permesso in primo luogo di riassume tramite indicatori sintetici la condizione meteorologica dell'area di studio, con particolare riferimento ai parametri climatici maggiormente influenti sulla propagazione del rumore. La **Figura 2.5-2** e la **Figura 2.5-3** riportano rispettivamente la rosa di direzione del vento e la distribuzione delle classi di velocità.

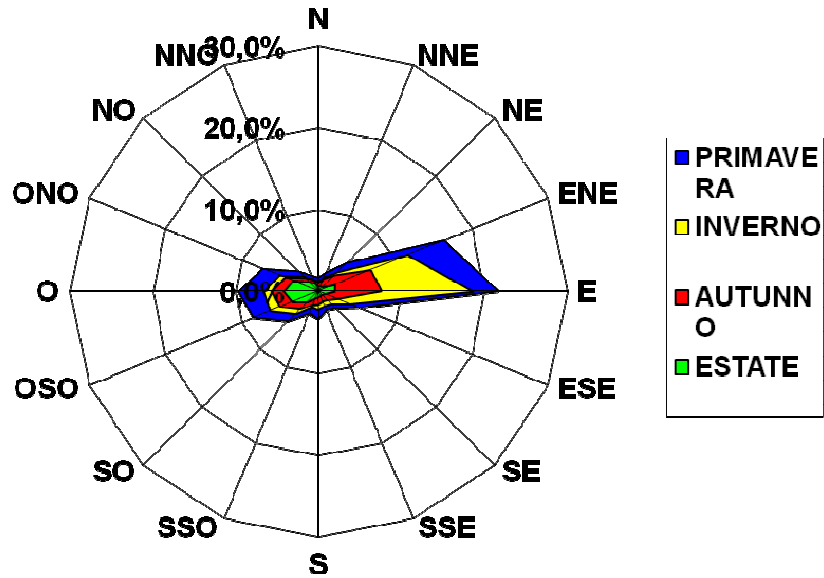


Figura 2.5-2 Rosa stagionale di direzione del vento

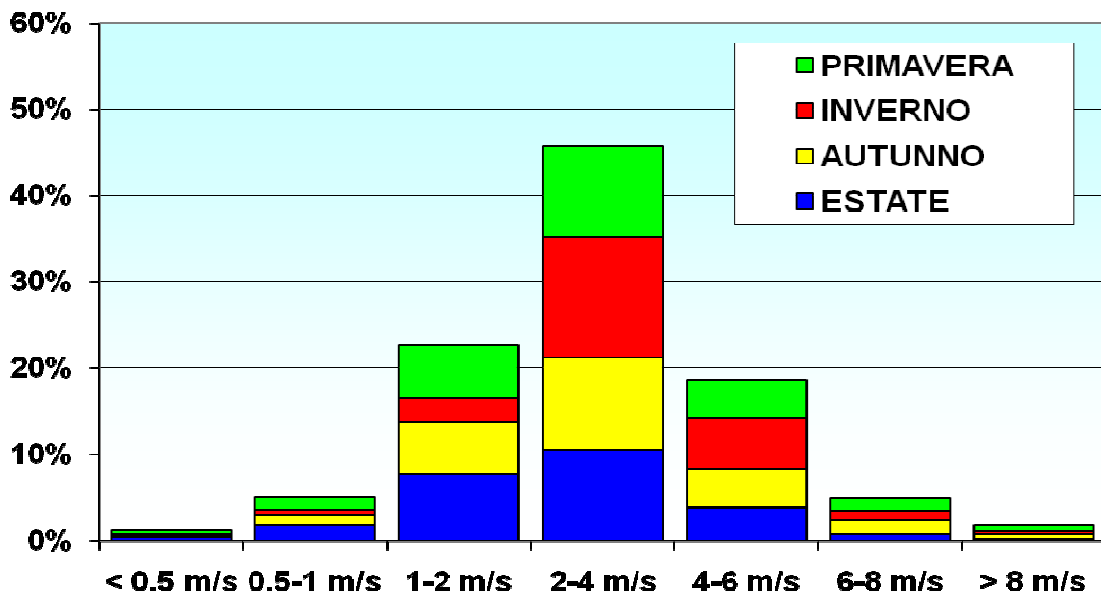


Figura 2.5-3 Percentuale classi di velocità del vento

Il campo anemologico evidenzia una evidente direzionalità Est-Ovest, con direzioni prevalenti da Est/Est-Nord-Est ricorrenti in tutte le stagioni. Risultano pertanto sfavoriti i ricettori a Ovest rispetto al tracciato autostradale della a12 e dello svincolo in progetto.

2.5.3. 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 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 stato applicato il metodo sintetizzato nella Tabella 2.5-2 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 ΔT ($T_{10m}-T_{2m}$) tra i dati a 2 m e a 10 m. La discretizzazione in 5 classi della variabilità della differenza di temperatura a 2 m e a 10 m dal suolo è stata definita in base alla riduzione/aumento di velocità della propagazione del suono determinata dalla variazione di temperatura mediante la relazione indicata nel precedente. In Tabella 2.5-3 si riportano le classi individuate.

La Figura 2.5-4 visualizza il risultato ottenuto in termini di rosa delle percentuali favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno.

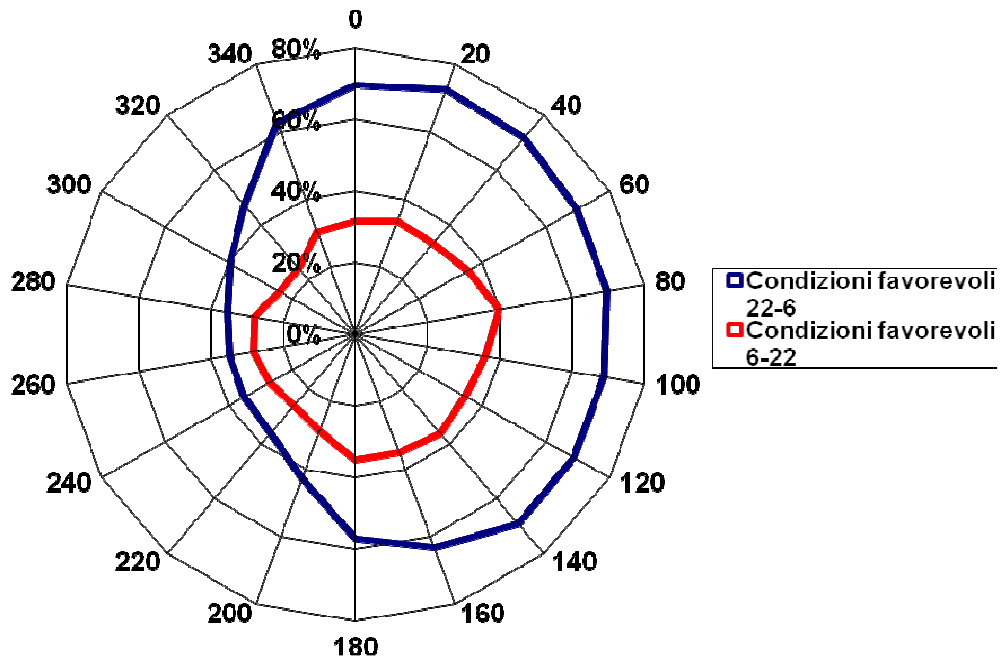



Figura 2.5-4 Rosa percentuali condizioni favorevoli alla propagazione del rumore

Si può notare che in periodo notturno, il periodo critico per la verifica dei limiti di legge, la percentuale delle condizioni favorevoli raggiunge al massimo il 70% dei casi, a differenza del 100% delle condizioni raccomandate dal Toolkit 17. In periodo diurno la percentuale è sempre inferiore al 40%.

L'analisi svolta, congruentemente alle rose di direzione dei venti, ribadisce una condizione ambientale più sfavorevole per i ricettori localizzati a ovest rispetto al tracciato A12 e allo svincolo in progetto.

Tabella 2.5-2 Tabella a doppia entrata per la determinazione degli effetti meteorologici sulla propagazione delle onde sonore a partire da fattori meteo direttamente osservabili

U1	Vento forte (> 3m/s) e ricettore sopravvento	T1		Giorno, forte radiazione, superficie secca, calma di vento
U2	Vento di media intensità (1÷3 m/s) e ricettore sopravvento Vento forte e ricettore leggermente sopravvento	T2		3 delle 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 2.5-3 Classi di propagazione

Classe	ΔT	Variazione di velocità di propagazione
T1	$\Delta T < -1.5$	- 1 m/s
T2	$-1.5 \leq \Delta T < 0$	Tra 0 e -1 m/s
T3	$\Delta T = 0$	0
T4	$0 < \Delta T \leq 1.5$	Tra 0 e +1 m/s
T5	$\Delta T > 1.5$	+ 1 m/s

2.6. INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO CONCORSALE

Quando più sorgenti di rumore stradale o ferroviario contribuiscono al livello di rumore ambientale in corrispondenza di ricettori posti all'interno delle rispettive fasce di pertinenza e concorrono al rispetto dei valori limite, è necessario verificare e controllare gli effetti di concorsualità. Le infrastrutture stradali presenti nell'area di studio sono: evidenziate in Figura 2.6-1.

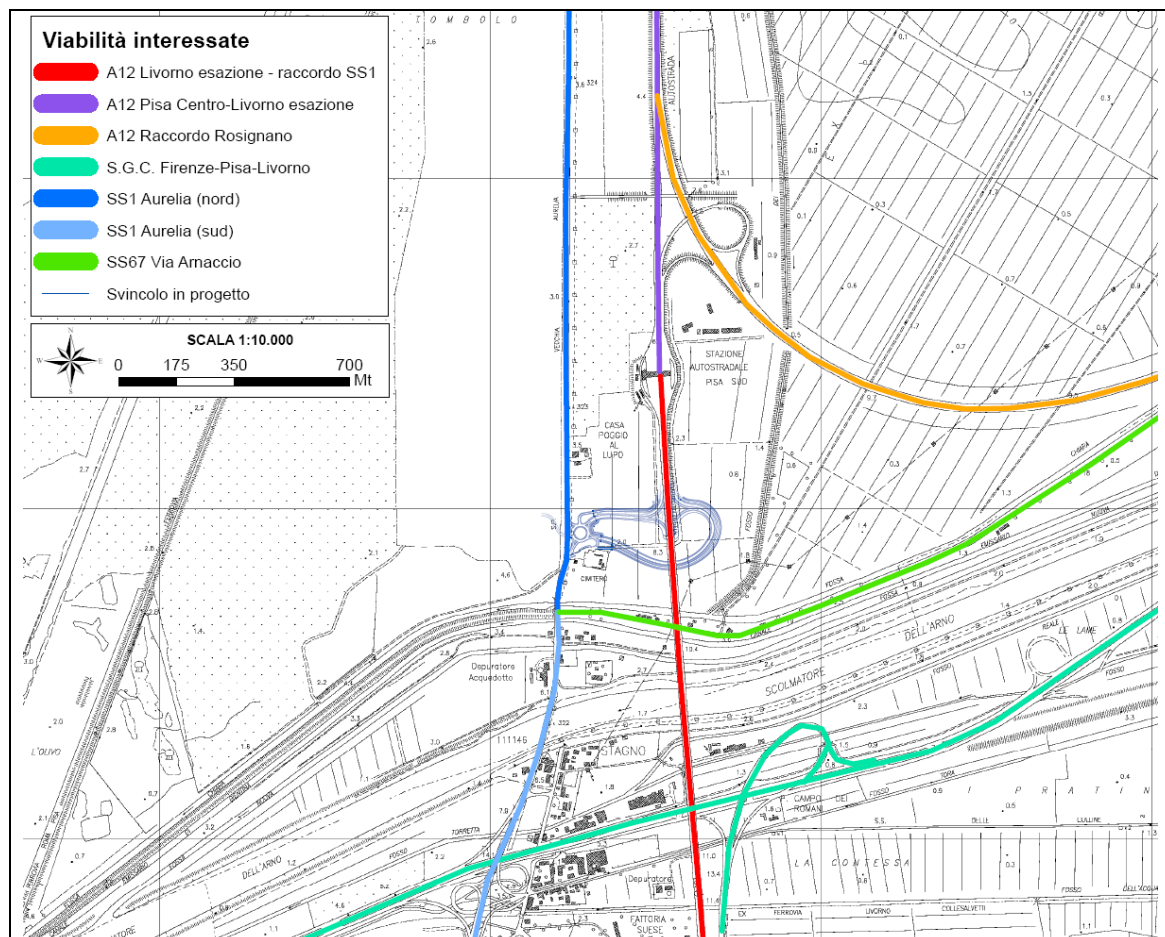


Figura 2.6-1 Infrastrutture di trasporto stradali

Le verifiche di concorsualità dell'opera in progetto devono considerare prioritariamente l'Autostrada A12, la SS1 Aurelia e la SS67 Via Arnaccio e i rispettivi piani di risanamento acustico PRA predisposti dai Gestori ai sensi del DM 29.11.2000.

2.6.1. Autostrada A12

L'Autostrada A12, caratterizzata da fasce di pertinenza A e B estese complessivamente per 250 m dal ciglio stradale, determina una generalizzata concorsualità rispetto alle opere in progetto.

Il Piano di Risanamento Acustico predisposto dalla SALT nel 2007 riguarda complessivamente 155 chilometri sulle tratte autostradali A12, A11 e A15.

In fase di modellizzazione del territorio, ai fini di individuare le aree di superamento, è stata censita una fascia di 300 metri da entrambi i lati delle infrastrutture stradali.

Lo sorgente autostradale è stata divisa in tratti omogenei per ognuno dei quali sono stati individuati i flussi di traffico massimi basandosi su:

- rilievi effettuati da ARPAT;
- documenti SALT, sviluppati per la redazione del piano conoscitivo per il progetto dell'ampliamento con costruzione della III corsia nel tratto fra Carrara e Viareggio,
- stime dirette in base alle misure in continua del rumore prodotto dalle infrastrutture, già utilizzate per le precedenti relazioni riguardanti le prime opere di mitigazione valutate.

Le tratte dell'autostrada A12 che ricadono all'interno dell'area di studio sono quelle comprese tra lo svincolo di Pisa Centro e lo svincolo di Livorno e quella compresa tra l'area di esazione (raccordo Livorno) e la SS1. La Tabella 2.6-1 riepiloga i principali dati di flussi di traffico utilizzati per l'effettuazione delle modellizzazioni acustiche.

Tabella 2.6-1 Dati di traffico tratte A12

Tratta	TGM tot	% traffico notturno	Velocità media veicoli leggeri [km/h]	Velocità media veicoli pesanti [km/h]	% veicoli pesanti periodo diurno	% veicoli pesanti periodo notturno
PiC-Liv	30000	13	120	80	25	35
Rac. Liv-SS1	20000	12,5	110	70	15	15

È stata utilizzata una pavimentazione drenante ordinaria per tutti i tratti di strada indagati.

Il Piano di Risanamento Acustico predisposto dalla SALT per la tratta toscana dell'autostrada A12 ha previsto un totale di 200 interventi mitigativi (di cui 139 per la Fase 1 e 50 per la Fase 2). Di tali interventi 9 ricadono nel comune di Pisa e 2 in quello di Collesalveti ma nessuno è compreso nell'area di studio interessata dalla costruzione delle nuove opere in progetto.

Procedendo da nord verso sud l'autostrada (Figura 2.6-2) è caratterizzata dalla presenza dell'area di esazione dopo di che il tracciato scorre per circa 400 m in rilevato e quindi sul viadotto Stagno che si estende per 1474 m.

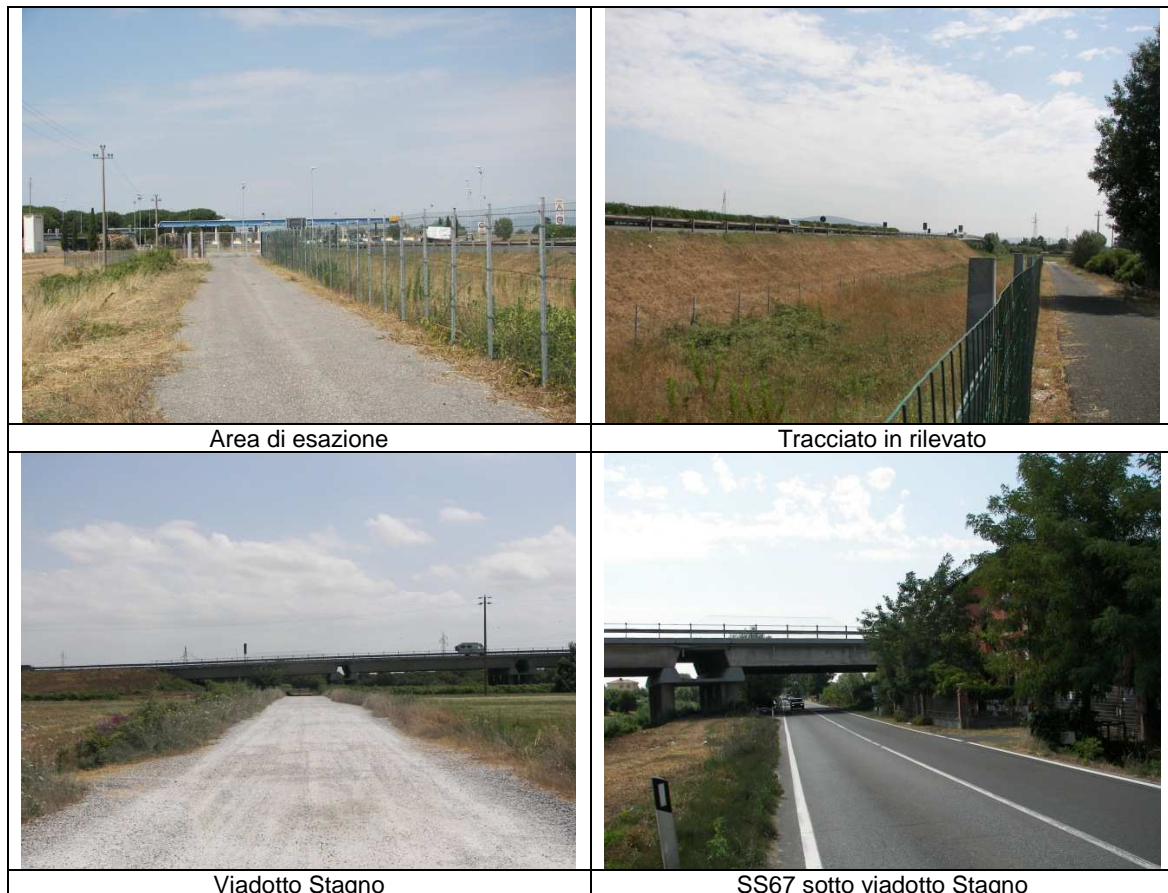


Figura 2.6-2 Documentazione fotografica A12

2.6.2. Strada Statale SS1 Aurelia e SS67 Via Arnaccio

L'area di studio è caratterizzata acusticamente dalla presenza delle Strade Statali SS1 via Aurelia (direttrice Nord-Sud) e dalla SS67 via Arnaccio (direttrice Est-Ovest).

Allo stato attuale ANAS non ha ancora predisposto un Piano di Risanamento Acustico per tali infrastrutture. Non sono presenti barriere acustiche né interventi atti a ridurre le elevate velocità dei veicoli in prossimità dei ricettori residenziali.

La categoria stradale di tipo Cb definisce per entrambe le strade statali, ai sensi del Decreto 142/2004, una fascia di pertinenza di ampiezza 150 m da ogni lato del ciglio stradale, suddivisa in una Fascia A di 100 m con limiti diurni/notturni di 70/60 dBA e una successiva Fascia B di ampiezza 50 m con limiti 65/55 dBA.

I rilievi strumentali eseguiti in campo nel mese di Giugno 2011 hanno mostrato livelli di traffico considerevolmente elevati sulla SS1 così come, seppur in misura minore, sulla

SS67 evidenziando inoltre significative percentuali di veicoli pesanti in periodo diurno. Si vedano a tal proposito la Tabella 2.6-2 e la Tabella 2.6-3 dove vengono riportati, oltre ai valori di traffico, i livelli di rumore misurati (Leq 6-22 e 22-6 in dBA) su un periodo di 7 giorni.

Tabella 2.6-2 Dati di traffico misurati SS1 via Aurelia (veicoli/h)

Periodo	Totale		Nord		Sud		Leq 7gg [dBA]
	Leg	Pes	Leg	Pes	Leg	Pes	
Day	858	66	477	24	381	42	69,8
Night	251	13	121	6	130	7	64,7

Tabella 2.6-3 Dati di traffico misurati SS67 via Arnaccio (veicoli/h)

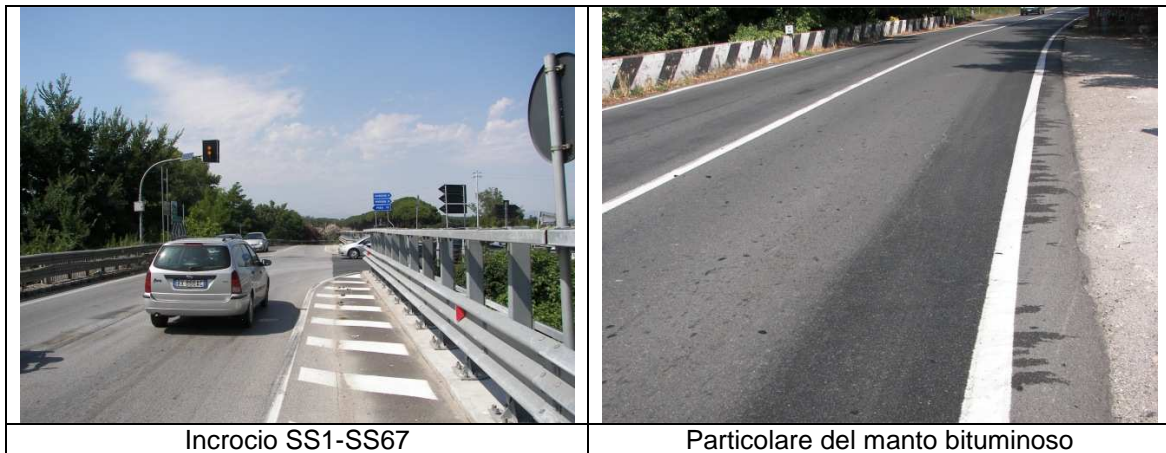
Periodo	Totale		Nord		Sud		Leq 7gg [dBA]
	Leg	Pes	Leg	Pes	Leg	Pes	
Day	394	20	195	11	199	9	71,0
Night	82	2	40	1	42	1	64,2

I rilievi di traffico e di rumore sono stati eseguiti presso Cascina Lupo sulla SS1 e al civico 4 di Via Arnaccio per quanto riguarda la SS67.

Entrambe le strade sono caratterizzate da un tracciato per lo più a raso, prive di significative pendenze. Solo in prossimità dell'incrocio tra le due strade si registrano pendenze comunque inferiori al 10%.

Il manto stradale non risulta essere fonoassorbente e in generale si evidenziano condizioni non ottimali soprattutto lungo via Arnaccio dove l'asfalto presenta non poche lesioni e avallamenti.





Incrocio SS1-SS67

Particolare del manto bituminoso

Figura 2.6-3 Documentazione fotografica SS1e SS67

2.6.3. Analisi di concorsualità

Il progetto del nuovo svincolo A12 – SS1 Aurelia Sud rappresenta in termini normativi una infrastruttura stradale di nuova realizzazione, non rientrando ai sensi del DPR 142/2004 nelle definizioni di ampliamento in sede, di affiancamento in sede o di variante.

Ciò determina, per le strade di Tipo A, una fascia di pertinenza acustica unica di ampiezza 250 m associata a limiti diurni e notturni di immissione pari rispettivamente a 65 dBA e 55 dBA.

Ricettori fuori fascia di pertinenza

Esternamente alle fasce di pertinenza individuate dal DPR 142/2004 sono applicabili i limiti di zona associati alle classificazione acustica comunale. Gli eventuali 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.

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 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.

Ricettori interni alla fascia 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 14272004.

Ricettori interni alle fasce di pertinenza in presenza di sorgenti concorsuali

Si applicano le istruzioni ISPRA contenute nel documento “Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto lineari soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto” recentemente adottate nelle procedure di VIA del M.A.

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).

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.

La nuova infrastruttura si inserisce 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 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.

Le indicazioni sopra riportate rispecchiano le linee guida dell'ISPRA, recentemente adottate dal M.A. come criterio per la verifica della concorsualità.

2.7. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

La caratterizzazione del clima acustico di stato attuale è stata svolta tramite attività di monitoraggio e successive estensioni modellistiche. Le attività di monitoraggio hanno riguardato le principali sorgenti di rumore presenti sul territorio, con particolare riferimento alle infrastrutture di trasporto stradali. I livelli di rumore rilevati sono stati quindi utilizzati per tarare le sorgenti di rumore ed estendere al continuo, per mezzo di un modello di calcolo, le informazioni rilevate.

In parallelo ai rilievi di rumore sono stati svolti rilievi di traffico in corrispondenza di due sezioni relative alla viabilità principale per le quali non si dispone di dati di traffico ufficiali.

Hanno completato la campagna di monitoraggio alcuni rilievi di vibrazioni finalizzati alla verifica dei livelli di fondo.

2.7.1. Monitoraggio rumore

2.7.1.1. Finalità e descrizione delle attività

Le finalità del monitoraggio sono riferibili sia alla necessità di pervenire ad elementi di conoscenza documentata in merito al rispetto normativo sia a permettere la taratura del modello previsionale utilizzato per la mappatura del clima acustico ante operam. La gestione, programmazione e svolgimento delle misure nel seguito descritte è stata condotta dai T.C. Ivan Berruti e Roberto Spedale.

I dati archiviati localmente dagli strumenti o dai computer sono stati trasferiti al centro operativo dove sono state svolte le operazioni di validazione, archiviazione e analisi. I risultati delle elaborazioni hanno permesso la produzione di schede di sintesi in cui

sono riportate le caratteristiche ambientali significative per la caratterizzazione acustica dell'area e del ricettore, unitamente agli indicatori di rumore e alla documentazione delle misure.

2.7.1.2. Riferimenti normativi

Di seguito un elenco dei principali riferimenti normativi per l'attività di monitoraggio.

- DPCM 01 Marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”;
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26 Ottobre 1995;
- DCPM 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 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della Legge 26 Ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”;
- DMA 29 Novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte della 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 142/2004 “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”.
- EN60651-1994 - Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1).
- EN60804-1994 - Class 1 Integrating-averaging sound level meters (CEI 29-10).
- EN 61094/1-1994 - Measurement microphones. Part 1 : Specifications for laboratory standard microphones
- EN 61094/2-1994 - Measurement microphones. Part 2 : Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/3-1994 - Measurement microphones. Part 3: Primary method for free-calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/4-1995 - Measurement microphones. Part 4: Specifications for working standard microphones.
- IEC 942-1988 - Electroacoustics – Sound calibrators (CEI 29-14).
- ISO 226-1987 - Acoustics – Normal equal – Loudness level contours.
- UNI 9884-1991 - Caratterizzazione acustica del territorio mediante descrizione del rumore ambientale.

2.7.1.3. Strumentazione impiegata, hardware e software

Le attività di monitoraggio sono state svolte con strumentazione in allestimento fisso con tempi di misura di 1 settimana. La strumentazione installata è composta generalmente da:



- mini cabinet stagni con alimentazione a 12 V;
- sistema microfonic per esterni;
- fonometro integratore/analizzatore real time;
- stativi telescopici.

Le catene di misura utilizzate sono annotate nella Tabella 2.7-1, mentre nella Tabella 2.7-2 sono sintetizzate le principali caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata.

Tabella 2.7-1 Catene di misura utilizzate nel monitoraggio

R3	Microfono ½" tipo 2541 L&D con protezione antivento Preamplificatore microfonico tipo PRM902 L&D Cavo di collegamento cabinet-sistema microfonico per esterni Analizzatore real-time. 824 L&D Calibratore microfonico mod. CAL-200 L&D
	Microfono ½" tipo 337B02 L&D con protezione antivento Preamplificatore microfonico tipo PRM831 L&D Cavo di collegamento cabinet-sistema microfonico per esterni Analizzatore real-time. 831 L&D Calibratore microfonico mod. CAL-200 L&D

Tabella 2.7-2 Principali caratteristiche della strumentazione

	
L&D824	L&D831
Gamma misura 15-139 dB	Gamma misura 20-140 dB
Dinamica > 115 dB	Dinamica > 120 dB
Memoria 2 MB	Memoria 2 GB
Filtri digitali	Filtri digitali
Temp. Lavoro -10,+50 °C	Temp. Lavoro -10,+50 °C

L'installazione delle postazioni microfoniche è avvenuta mediante stativo telescopico.

L'analisi dei dati rilevati è stata svolta con il software N&V Works (ver. 2.3.0) della Spectra s.r.l., software 32 bit per ambiente windows, per elaborazione e analisi dati acquisiti con strumentazione Larson&Davis con estensione del modulo base Opt.4 Eventi Sonori.

Il software permette un collegamento real time con il fonometro, il calcolo dei Leq totale e parziale con eventuali mascheramenti multipli, l'analisi statistica, l'identificazione automatica degli eventi, la stampa con modelli grafici personalizzabili in archivi, la gestione di documenti integrati con grafici, testi, immagini, file video e file audio.

L'estensione Opt.4 permette il riconoscimento, la gestione e l'elaborazione di specifici eventi di rumore in conformità alle richieste del DPR 18/11/97 n. 457. Le funzioni aggiunte consentono il riconoscimento e l'estrazione degli eventi a partire da misure di profili temporali di livello sonoro.

2.7.1.4. Metodiche di monitoraggio

Le misure di rumore sono state svolte con metodiche e strumentazione unificata al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure ante operam e la ripetibilità delle stesse in corso d'opera e in esercizio. Ciò permette di disporre di informazioni aggiornabili ed integrabili nel tempo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

La metodica di monitoraggio utilizzata è identificata dalla sigla R3 "Misure settimanali con postazioni fisse" ed è finalizzata alla determinazione del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,TR nei tempi di riferimento TR (TR = 6÷22h per il giorno e TR = 22÷6h per la notte) su base settimanale secondo l'Allegato B, comma 2a, del D.M. 16/3/98.

Le misurazioni sono state eseguite in condizioni meteorologiche conformi alle prescrizioni normative nel periodo 10-16 luglio 2011 in corrispondenza di 3 punti localizzati in prossimità delle sorgenti di rumore stradali, al fine di poter meglio caratterizzare le emissioni di rumore.

2.7.1.5. Localizzazione dei punti di monitoraggio

La localizzazione dei punti di monitoraggio è stata definita in prima approssimazione a tavolino in base all'informazione cartografica riportante l'area di intervento e alla documentazione disponibile.

In campo si è quindi verificata la fattibilità dell'installazione.

I punti di monitoraggio destinati a formare il quadro di riferimento ambientale sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore;
- l'attuale presenza di sorgenti di rumore, soprattutto in relazione alle infrastrutture viarie esistenti;
- le condizioni di esposizione ante operam dei ricettori che saranno interessati da impatti durante le attività di cantiere;
- il clima acustico in corrispondenza di ricettori anche indirettamente interessati dall'intervento in progetto.

La Tabella 2.7-3 e la Figura 2.7-1 riportano la localizzazione delle postazioni di misura.



Figura 2.7-1 Localizzazione punti monitoraggio rumore

Punto	Indirizzo	Localizzazione	Sorgente principale
RUM-01	Via Aurelia Sud, 33	2 m dalla facciata Ovest e a 3.5 m di altezza sul p.c.	SS 1 – Via Aurelia Sud
RUM-02	Via Aurelia Sud, 33	1.5 m dalla facciata Est e a 5 m di altezza sul p.c.	Autostrada A12
RUM-03	Via Arnaccio, 4	1 m dalla facciata Sud e a 2.5 m di altezza sul p.c.	SS 67 – Via Arnaccio

Tabella 2.7-3 Punti di monitoraggio acustico

2.7.1.6. Risultati

Le schede di misura e di analisi dei rilievi sono riportate nel documento 03_QA_Q1_02. La tavola grafica 1:5000 “CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE, FASCE DI PERTINENZA, RICETTORI E PUNTI DI MONITORAGGIO” permette una agevole correlazione tra punto di monitoraggio e valori limite applicabili.

I risultati delle misure riportati in Tabella 2.7-4, confrontati con i limiti previsti ex DPR 142/04, normativa specifica per le immissioni da sorgenti stradali, evidenziano le seguenti caratteristiche di clima acustico:

- Presenza di esuberanti di 4-5 dBA rispetto al limite notturno di Fascia A di 60 dBA per RUM-01 e RUM-03, esposti al rumore della Aurelia Sud e di Via Arnaccio.

- Presenza di esuberi di 1 dBA rispetto al limite diurno di Fascia A di 70 dBA per RUM-03, esposto al rumore di Via Arnaccio. In RUM-01 le misure evidenziano una condizione al limite della conformità in periodo diurno.
- Pieno rispetto in RUM-02 del limite diurno e notturno di Fascia A nonché di quello di fascia B autostradale (65/55 dBA).



PUNTO RUM	LOCALIZZAZIONE	Leq [dB(A)] diurno 06.00-22.00 	Leq [dB(A)] notturno 22.00-06.00 	LIMITI APPLICABILI Ex DPR 142/04
RUM-01	Via Aurelia Sud, 33	69.8	64.7	70/60
RUM-02	Via Aurelia Sud, 33	52.2	48.7	70/60
RUM-03	Via Arnaccio, 4	71.0	64.2	70/60

Tabella 2.7-4 Sintesi risultati misure di rumore

2.7.2. Monitoraggio vibrazioni

2.7.2.1. Finalità e descrizione delle attività

Le attività di monitoraggio ambientale ante operam hanno avuto lo scopo di acquisire specifiche informazioni in merito a:

- a) significatività delle sorgenti di vibrazioni attualmente presenti sul territorio;
- b) livelli di fondo vibrazionale;
- c) impatto vibrazionale (emissioni) su infrastrutture stradali simili a quella in progetto.

Le misure sono state eseguite il 07 e 15 luglio 2011 dal Dott. I. Berruti, Tecnico Competente Regione Piemonte ai sensi della Legge n. 447/95 e dall'Ing. R. Spedale, Tecnico Competente Regione Liguria ai sensi della Legge n. 447/95.

2.7.2.2. Strumentazione impiegata, hardware e software

Le attività di monitoraggio sono state svolte con strumentazione in allestimento mobile conforme IEC 184, IEC 222 e IEC 225 e modalità di acquisizione conforme UNI9614 e ISO 2631-2. In Tabella 2.7-5 è indicata la catena di misura utilizzata, mentre nella Figura 2.7-2 e nella Figura 2.7-3 è riportata la documentazione fotografica della strumentazione installata, che è composta da:

- tablet pc portatile con batteria;
- scheda di acquisizione dati;
- massetto metallico per il fissaggio degli accelerometri;
- terna di accelerometri su assi X, Y e Z.

Per l'acquisizione dei dati da tablet pc è stato utilizzato un software acquisizione dati National Instruments VI-Logger, che permette anche un collegamento real time con l'analizzatore, il calcolo dei livelli totali e la realizzazione di un output grafico e l'esportazione dei dati sul software N&V Works della Spectra s.r.l. L'analisi dei dati rilevati viene svolta con il software N&V Works della Spectra s.r.l., software per elaborazione e analisi dati.

Il software permette il calcolo dei livelli totali e parziali con eventuali mascheramenti multipli, l'analisi statistica, l'identificazione automatica degli eventi, la stampa con modelli grafici personalizzabili in archivi, la gestione di documenti integrati con grafici, testi, immagini, file video e file audio.

Tabella 2.7-5 Catena di misura

Metodica	Catena di misura
V1	Tablet PC Hewlett-Packard Compaq tc4200 Scheda di acquisizione dati National Instruments NI-9233 a 4 canali Massetto metallico per il fissaggio degli accelerometri Terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali Wilcoxon Research – Low Frequency Accelerometer 799LFCalibratore BRUEL & KJAER 4294

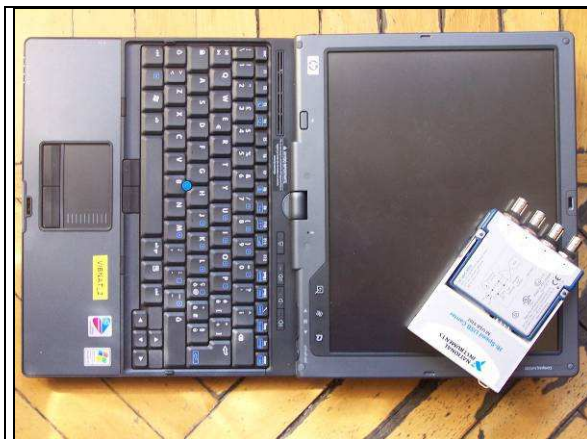


Figura 2.7-2 Tablet PC Hewlett-Packard Compaq



Figura 2.7-3 Massetto metallico con terna di accelerometri

2.7.2.3. Localizzazione dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati selezionati considerando:

- Prossimità con l'infrastruttura in progetto
- Corrispondenza con elementi del sistema ricettore esistente
- Significatività delle emissioni delle infrastrutture autostradali, stradali e ferroviarie esistenti

Una localizzazione preliminare è stata definita a tavolino su base cartografica. In campo si è quindi provveduto alla verifica della rispondenza delle caratteristiche ambientali e vibrazionali ipotizzate.

2.7.2.4. Risultati

I rilievi di vibrazioni hanno permesso di tracciare un profilo delle emissioni attualmente presenti ascrivibili essenzialmente alla viabilità (VIB_01 per la SS67 e VIB_03 per la SS1) e di definire un fondo (VIB_02 presso il cimitero di Stagno) in una localizzazione sufficientemente distante dalle sorgenti.

Il dettaglio delle misure è presentato nell'ALLEGATO 03_QA_Q1_02 dove sono contenute le schede di misura e di analisi. La Tabella 2.7-6 riporta la sintesi dei livelli equivalenti di accelerazione rilevati per la terna di assi cartesiani X, Y e Z e i livelli limite prescritti dalla UNI 9614 per ricettori residenziali o assimilabili.

Il clima vibrazionale attuale in prossimità delle infrastrutture stradali principali presenti nell'ambito di studio del tracciato in progetto evidenzia livelli strumentalmente rilevabili ma sempre inferiori al limite di sensibilità umana e ai limiti fissati dalla UNI9614 per gli edifici residenziali

Tabella 2.7-6 Sintesi complessiva dei livelli rilevati

Punto	Localizzazione	LwUNI9614 [dB]			Lim UNI9614 [dB] (7-22 / 22-7)*	
		Asse Z	Asse X	Asse Y	Asse Z	Assi X/Y
V1_01	Via Arnaccio, 4	74.5	59.2	70.8	80/77	77/74
V1_02	Cimitero di Stagno	58.6	61.9	58.9	80/77	77/74
V1_03	Via Aurelia Sud	61.4	58.6	54.2	80/77	77/74

*: limiti di riferimento UNI9614 per ricettori residenziali o assimilati

2.7.3. Monitoraggio Traffico

Al fine di una migliore contestualizzazione del monitoraggio rumore e in funzione di una più precisa taratura del modello previsionale, sono stati eseguiti due rilievi di traffico (TRA_01 sulla SS1 e TRA_02 sulla SS67).

Il dettaglio delle misure è presentato nell'ALLEGATO 03_QA_Q1_02.

2.8. MAPPATURA DI CLIMA ACUSTICO

La mappatura di clima acustico è stata realizzata all'interno di un ambito spaziale esteso per 500 m dalle opere in progetto, comprendenti lo svincolo, le rampe che si innestano sul tracciato dell'Autostrada A12 e la rotatoria di innesto sulla Aurelia 1 bis.

All'interno di questo ambito spaziale 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 orientate alle emissioni e descritte nei capitoli precedenti hanno permesso la taratura dei livelli di potenza acustica assegnati al modello previsionale NMPB96.

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 come definite dalle rose di propagazione locale.

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 come in FIGURA.

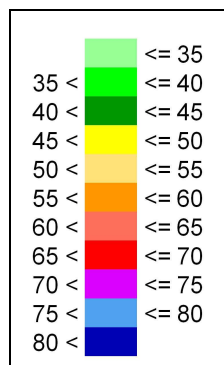


Figura 2.8-1 Scala cromatica UNI9884

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. Le variazioni in corso d’opera conseguono all’interazione che la costruzione delle opere avrà sul traffico autostradale della A12 e sulla Aurelia bis. Le conseguenze potranno riguardare sia i volumi in transito sia le velocità medie di percorrenza.

Le variazioni in esercizio sono viceversa diretta conseguenza dell’inserimento dello svincolo nel grafo della rete stradale, con conseguenti variazioni della mobilità locale e di lunga percorrenza.

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:

- SALT ha presentato il piano di risanamento per la A12;
- ANAS ha presentato un piano stralcio in cui prevede l'applicazione anticipata di pavimentazioni fonoassorbenti su 5000 km di strade. Sono stati recentemente assegnati gli studi relativi al piano di risanamento acustico, alla mappatura e al piano d'azione.

Le tavole grafiche:

03_QA_XR_04

03_QA_XR_05

contengono le mappe di clima acustico. I calcoli puntuali sono contenuti nella tabella in Allegato 1.

Nelle aree incluse nel Parco Migliarino-S.Rossore-Massaciucoli a ovest della base militare USA si raggiungono livelli di rumore di compresi tra i 45 e i 50 dBA in periodo diurno e inferiori ai 45 dBA in periodo notturno.

Nella Figura 2.8-2 e nella Figura 2.8-3 viene riportato il clima acustico in periodo notturno sulla base cartografica 1:5000 e in vista 3D.

La Figura 2.8-4 e la Figura 2.8-5 sono invece riferite al periodo notturno.

Si evidenzia in particolar modo l'impatto significativo delle statali SS1 via Aurelia e SS67 via Arnaccio le quali generano livelli di rumore in periodo diurno non inferiori ai 60-65 dBA fino ad una distanza di 70 m circa dal ciglio delle infrastrutture.

In periodo notturno tali livelli si raggiungono fino ad una distanza di 30 m dal ciglio.

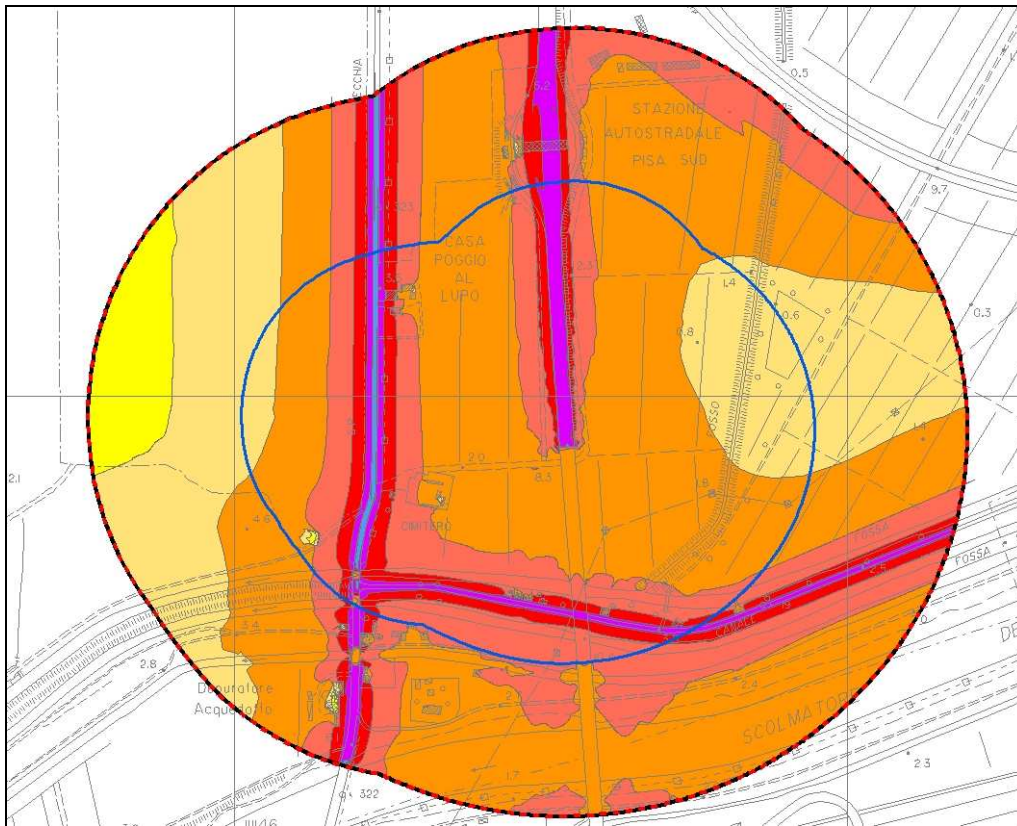


Figura 2.8-2 Mappa di clima acustico periodo diurno

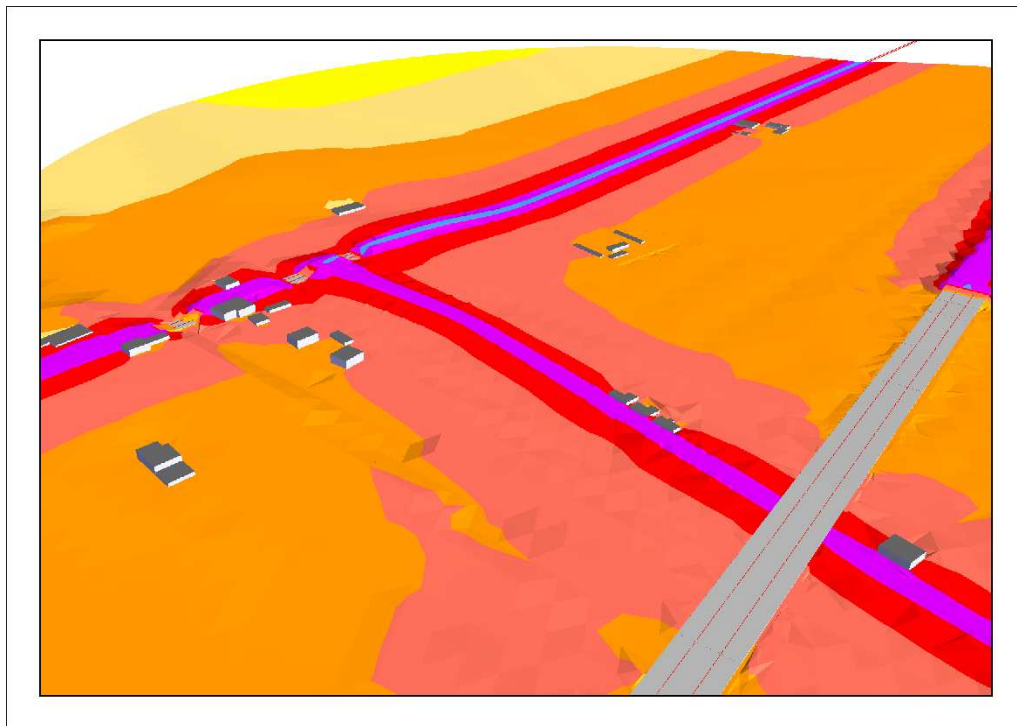


Figura 2.8-3 Clima acustico diurno – vista 3D

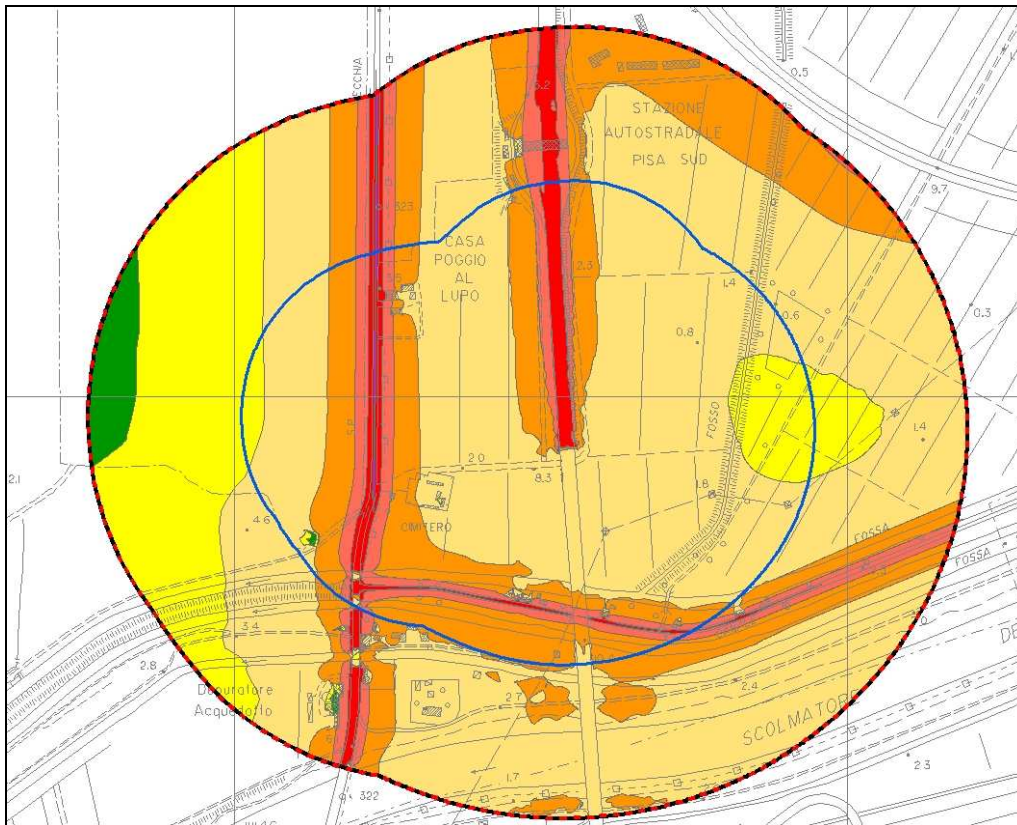


Figura 2.8-4 Mappa di clima acustico periodo notturno

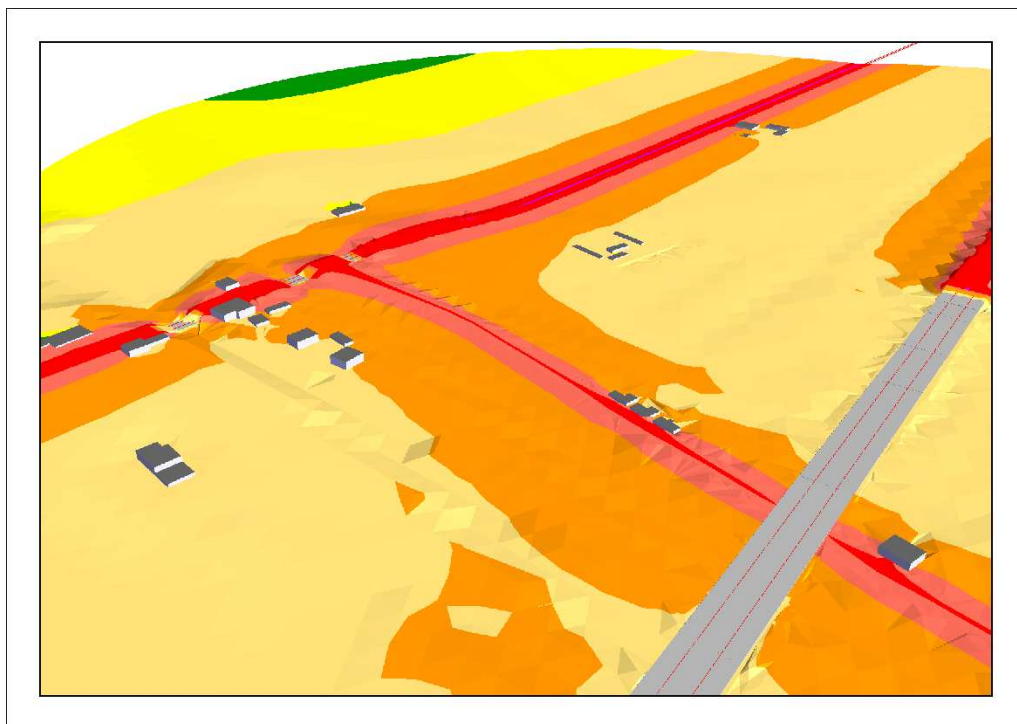


Figura 2.8-5 Clima acustico notturno – vista 3D

2.9. CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA E DELLA SENSIBILITA' VIBRAZIONALE

Il clima vibrazionale ante operam è determinato dalla presenza di sorgenti di vibrazione riconducibili al traffico leggero e pesante sulle le infrastrutture di trasporto stradali, l'Autostrada A12, la Strada Statale Aurelia 1Bis, Via Arnaccio (SS67bis).

Le attività di monitoraggio evidenziano un clima vibrazionale alterato, rispetto ai valori di fondo, in prossimità delle strade, ma sempre con valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

La sensibilità del territorio alle vibrazioni è correlata alla destinazione d'uso dei fabbricati e alle attività svolte. La UNI 9614 e la ISO 2631-2 definiscono a tal riguardo una scala gerarchica per sensibilità decrescente così composta:

- Aree critiche (camere operatorie, laboratori di precisione, teatri, ecc.).
- Abitazioni (periodo notturno 22-7).
- Abitazioni (periodo notturno 7-22) e edifici assimilabili anche ad uso saltuario (chiese).
- Uffici e, in generale, fabbricati ad uso diurno non residenziali o assimilabili alle residenze.
- Fabbriche.

Nell'area di studio la trasmissività, o velocità di propagazione delle onde nel terreno, elemento intrinseco di sensibilità che dipende dal modulo elastico e dalla densità del mezzo, non rappresenta un indicatore ambientale in grado di alterare la scala di sensibilità precedentemente delineata.

I sopralluoghi all'area di studio hanno evidenziato che entro l'ambito di potenziale significatività degli impatti, 50 m dal ciglio esterno dello svincolo in progetto, è presente solo il Cimitero di Stagno e nessun altro ricettore

Non sono presenti insediamenti o ricettori caratterizzati da una vulnerabilità alta o molto alta nei confronti delle vibrazioni, quali ad esempio residenze, ospedali, centri diagnostici che accolgono apparecchiature sensibili o industrie di precisione.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PREVISIONALE

3.1. IL MODELLO PREVISIONALE

Per la simulazione del clima acustico ante operam e, successivamente, nelle previsioni di impatto stradale, 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.

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").

E' stato utilizzato il metodo di calcolo NMPB-96 indicato 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.

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.

I risultati derivanti da campagne di validazione del modello previsionale hanno tuttavia evidenziato 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.

I risultati dell'interconfronto nazionale ISPRA-ARPA sui modelli di previsione del rumore stradale e ferroviario finanziato dal Ministero dell'Ambiente, realizzato con la partecipazione di 21 laboratori, provenienti da 11 Arpa e da ISPRA hanno inoltre evidenziato deviazioni standard comprese tra 1 e 3 dB, in funzione dello specifico scenario considerato, con un valore medio complessivo di 2 dB.

3.2. TRAFFICO DI PROGETTO

Lo studio di traffico effettuato prende in considerazione i flussi previsti sull'autostrada A12, lungo lo svincolo in progetto e sulle viabilità limitrofe nello scenario anno 2015. I valori di TGM sono riportati in Tabella 3.2-1.

Tabella 3.2-1 Dati di traffico di progetto A12 e viabilità limitrofe

VIABILITA'	TGM totale 24 h		TGM totale diurno		TGM totale notturno		TGM orario diurno		TGM orario notturno	
	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.
A12 a NORD del nuovo svincolo - CARREGGIATA NORD	9368	3796	8949	3454	419	342	559,3	215,9	52,4	42,8
A12 a NORD del nuovo svincolo - CARREGGIATA SUD	9818	4159	9368	3785	450	374	585,5	236,6	56,3	46,8
A12 a NORD del nuovo svincolo - TOTALE	19186	7955	18317	7239	869	716	1144,8	452,4	108,6	89,5
A12 a SUD del nuovo svincolo - CARREGGIATA NORD	7085	84	7080	76	5	8	442,5	4,8	0,6	1,0
A12 a SUD del nuovo svincolo - CARREGGIATA SUD	7094	27	7092	25	2	2	443,3	1,6	0,3	0,3
A12 a SUD del nuovo svincolo - TOTALE	14179	111	14172	101	7	10	885,8	6,3	0,9	1,3
Svincolo Ramo 5 in entrata (diretti lungo nord A12)	2304	3712	1890	3378	414	334	118,1	211,1	51,8	41,8
Svincolo Ramo 5 in uscita (provenienti da sud A12)	21	0	21	0	0	0	1,3	0,0	0,0	0,0
Svincolo Ramo 4 in entrata (diretti lungo sud A12)	1329	0	1329	0	0	0	83,1	0,0	0,0	0,0



A 12 – AUTOSTRADE SESTRI LEVANTE – LIVORNO
Nuovo Svincolo A12 - S.S.1 Via Aurelia Sud - Localita' Cimitero Di Stagno -
Comune Di Pisa
Progetto Definitivo – Quadro di riferimento ambientale

VIABILITA'	TGM totale 24 h		TGM totale diurno		TGM totale notturno		TGM orario diurno		TGM orario notturno	
	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.
Svincolo Ramo 4 in uscita (provenienti da nord A12)	4053	4132	3605	3760	448	372	225,3	235,0	56,0	46,5
A12 Rosignano - CARREGGIATA EST	13877	2604	13453	2370	424	234	840,8	148,1	53,0	29,3
A12 Rosignano - CARREGGIATA OVEST	13492	2650	13095	2411	397	239	818,4	150,7	49,6	29,9
A12 Rosignano - TOTALE	27369	5254	26548	4781	821	473	1659,3	298,8	102,6	59,1
SS1 da nuovo svincolo verso PISA - CORSIA NORD	3988	207	3965	188	23	19	247,8	11,8	2,9	2,4
SS1 da nuovo svincolo verso PISA - CORSIA SUD	4156	78	4147	71	9	7	259,2	4,4	1,1	0,9
SS1 da nuovo svincolo verso PISA - TOTALE	8144	285	8112	259	32	26	507,0	16,2	4,0	3,3
SS1 da nuovo svincolo verso LIVORNO - CORSIA NORD	5800	3919	5362	3556	438	363	335,1	222,3	54,8	45,4
SS1 da nuovo svincolo verso LIVORNO - CORSIA SUD	6408	4210	5951	3831	457	379	371,9	239,4	57,1	47,4
SS1 da nuovo svincolo verso LIVORNO - TOTALE	12208	8129	11313	7387	895	742	707,1	461,7	111,9	92,8
SS1 da incrocio con SS67 a LIV - CORSIA NORD	9354	4371	8828	3978	526	393	551,8	248,6	65,8	49,1
SS1 da incrocio con SS67 a LIV - CORSIA SUD	9801	4609	9260	4194	541	415	578,8	262,1	67,6	51,9
SS1 da incrocio con SS67 a LIV - TOTALE	19155	8980	18088	8172	1067	808	1130,5	510,8	133,4	101,0
SS67 Via Arnaccio - CORSIA OVEST	4812	399	4728	363	84	36	295,5	22,7	10,5	4,5
SS67 Via Arnaccio - CORSIA EST	4974	452	4886	411	88	41	305,4	25,7	11,0	5,1
SS67 Via Arnaccio - TOTALE	9786	851	9614	774	172	77	600,9	48,4	21,5	9,6
Strada G.C. FI-PI-LI ad ovest svincolo - CORSIA OVEST	4026	3230	3835	2938	191	292	239,7	183,6	23,9	36,5
Strada G.C. FI-PI-LI ad ovest svincolo - CORSIA EST	4457	3083	4273	2806	184	277	267,1	175,4	23,0	34,6
Strada G.C. FI-PI-LI ad ovest svincolo - TOTALE	8483	6313	8108	5744	375	569	506,8	359,0	46,9	71,1
Strada G.C. FI-PI-LI ad est svincolo - CORSIA OVEST	2899	2510	2782	2283	117	227	173,9	142,7	14,6	28,4
Strada G.C. FI-PI-LI ad est svincolo - CORSIA EST	3628	2649	3496	2411	132	238	218,5	150,7	16,5	29,8
Strada G.C. FI-PI-LI ad est svincolo - TOTALE	6527	5159	6278	4694	249	465	392,4	293,4	31,1	58,1

Considerando il rinnovamento del parco circolante a lungo termine è possibile stimare una riduzione delle emissioni di rumore compresa tra 1.5-2 dBA, compensativa dell'eventuale aumento di traffico di uno scenario futuro a lungo termine (2025).

3.3. LOCALIZZAZIONE 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.

Le valutazioni in corrispondenza del cimitero sono state svolte a 1.5 m di altezza dal piano campagna locale al fine di considerare le condizioni reali di esposizione.

3.4. SPECIFICHE DI CALCOLO E SCENARI SIMULATI

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.

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 2015.
- Scenario di clima acustico post operam mitigato: considera tutte le sorgenti di rumore stradali presenti sul territorio, già esaminate nel clima acustico, caricate dalla nuova distribuzione del traffico determinata dall'inserimento del nuovo svincolo e il nuovo svincolo in condizioni mitigate con pavimentazione fonoassorbente.

3.5. MAPPATURA IMPATTO POST OPERAM, IMPATTO POST OPERAM MITIGATO E CLIMA ACUSTICO POST OPERAM MITIGATO

3.5.1. Impatto sui ricettori antropici

L'impatto post operam sui ricettori in periodo diurno e notturno considera esclusivamente il traffico previsto sulle opere progetto. Il confronto con i valori limite applicabile permette di verificare l'esigenza di prevedere eventuali interventi di mitigazione.

Il clima acustico post operam mitigato considera viceversa le opere in progetto e gli effetti dell'opera sulla rete stradale esistente interessata dal progetto.

Le valutazioni previsionali 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:



03_QA_XR_06	Mappa orizzontale di caratterizzazione impatto acustico post-operam - diurno
03_QA_XR_07	Mappa orizzontale di caratterizzazione impatto acustico post-operam - notturno
03_QA_XR_08	Mappa orizzontale di caratterizzazione del clima acustico post-operam mitigato - diurno
03_QA_XR_09	Mappa orizzontale di caratterizzazione del clima acustico post-operam mitigato - notturno
03_QA_XR_10	Mappe verticali di caratterizzazione del clima acustico ante-operam, impatto acustico post-operam e clima acustico post-operam mitigato

La tabella dei calcoli puntuali in Allegato 1 riporta per ogni piano dei ricettori le seguenti informazioni:

- Codice ricettore;
- Destinazione d'uso;
- Piano;
- Informazioni sulla classificazione acustica (classe e limiti di immissione);
- Limiti di zona rispetto all'infrastruttura in progetto e alle sorgenti concorsuali (A12, SS1 e SS67)
- Livelli di clima acustico ante operam;
- Impatto massimo (diurno e notturno) della sola opera in progetto nello scenario non mitigato e con pavimentazione drenante e fonoassorbente;
- Impatti (diurni e notturni) delle singole sorgenti concorsuali nello scenario post operam;
- Limiti applicabili definiti secondo i criteri elencati nel paragrafo 2.6.3;
- Livelli (diurni e notturni) di clima acustico post mitigato.

I livelli di rumore riportati in tabella sono quelli calcolati in prossimità del punto di massima esposizione del ricettore rispetto all'opera in progetto.

La Figura 3.5-1 e la Figura 3.5-2 riportano la rappresentazione grafica 3D dell'impatto acustico dell'opera in periodo diurno e notturno.

Per quanto riguarda i ricettori contenuti all'interno della fascia dei 250 m dallo svincolo si osserva livelli di impatto mitigato abbondantemente al di sotto dei limiti di fascia di 65/55 dBA.

Anche i livelli di clima acustico post mitigato risultano al di sotto dei limiti applicabili individuati secondo i criteri di concorsualità.

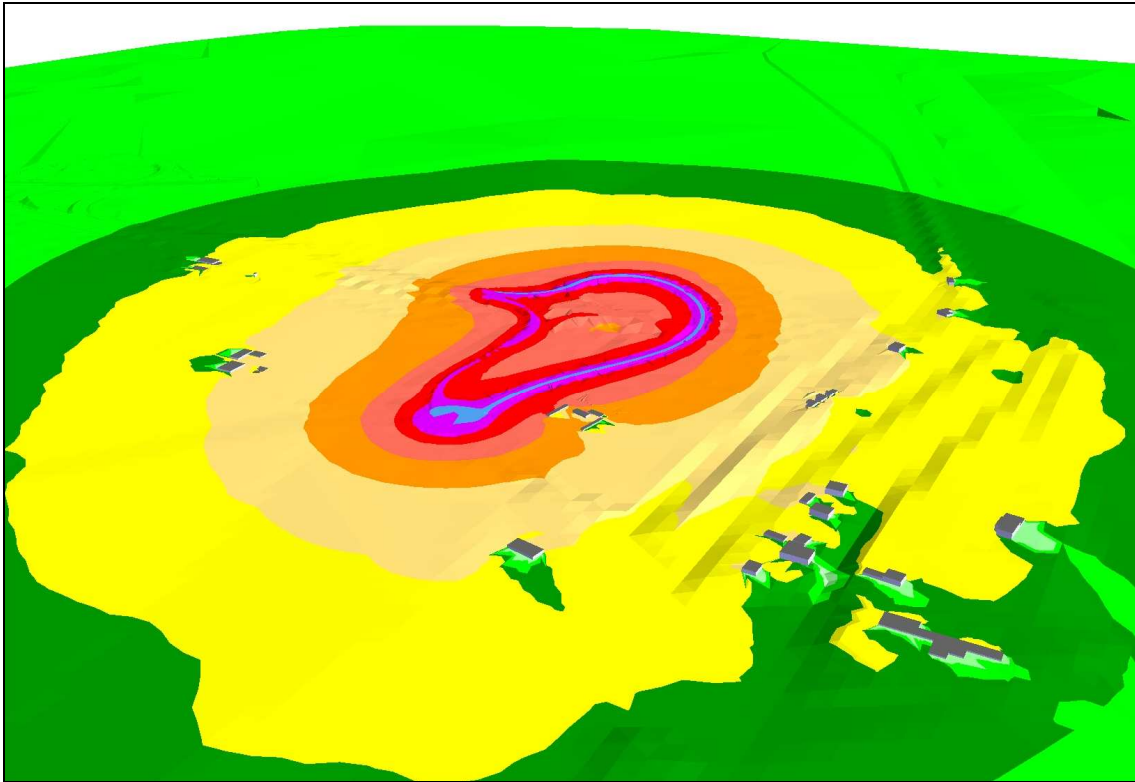


Figura 3.5-1 Impatto opera in progetto – Scenario diurno 3D

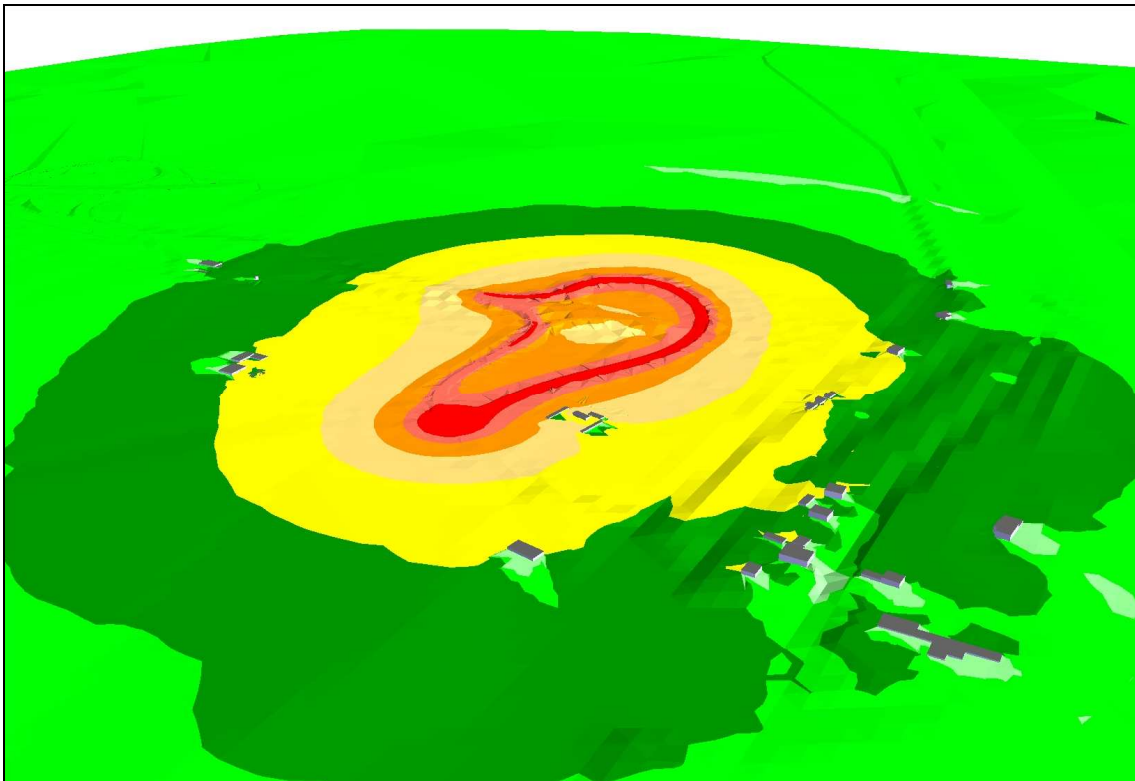


Figura 3.5-2 Impatto opera in progetto – Scenario diurno 3D

Il clima acustico post operam mitigato risente inevitabilmente del trasferimento di traffico dall'attuale tracciato autostradale alle infrastrutture stradali locali sulle quali il nuovo svincolo indirizzerà il traffico con O/D il comparto industriale e il Porto di Livorno. La mappa di rumore evidenzia il maggiore "carico" di rumore sulla SS1 Aurelia, per la quale non è ancora stato predisposto il piano di risanamento acustico (PRA) ai sensi del DMA 29.11.2000. Da notare a tal riguardo che le attività di monitoraggio e le mappe di clima acustico evidenziano livelli di rumore giorno/notte superiori ai limiti di fascia indicati dal DPR 142/2004 per la Fascia A e B. Il PRA dovrà quindi prendere atto degli effetti determinati dal nuovo svincolo autostradale e individuare gli interventi per la riduzione del rumore.

In termini compensativi è da segnalare che l'opera in progetto determina una riduzione dei livelli di rumore sulla SS1, a Nord dell'innesto del nuovo svincolo, e sulla A12 a sud del nuovo svincolo, quest'ultima significativa in termini di riduzione dell'esposizione al rumore delle aree residenziali di Stagno comprese tra Via della Costituzione – Via XXV Aprile e il tracciato della A12.

E' stata infine data attenzione alla situazione che si verrà a creare in prossimità del cimitero di località Stango. La Figura 3.5-3 riporta la mappa a 1.5 m di altezza di clima acustico post mitigato in periodo diurno. Si osserva come i livelli di rumore rimangono per lo più al di sotto dei 60 dBA.

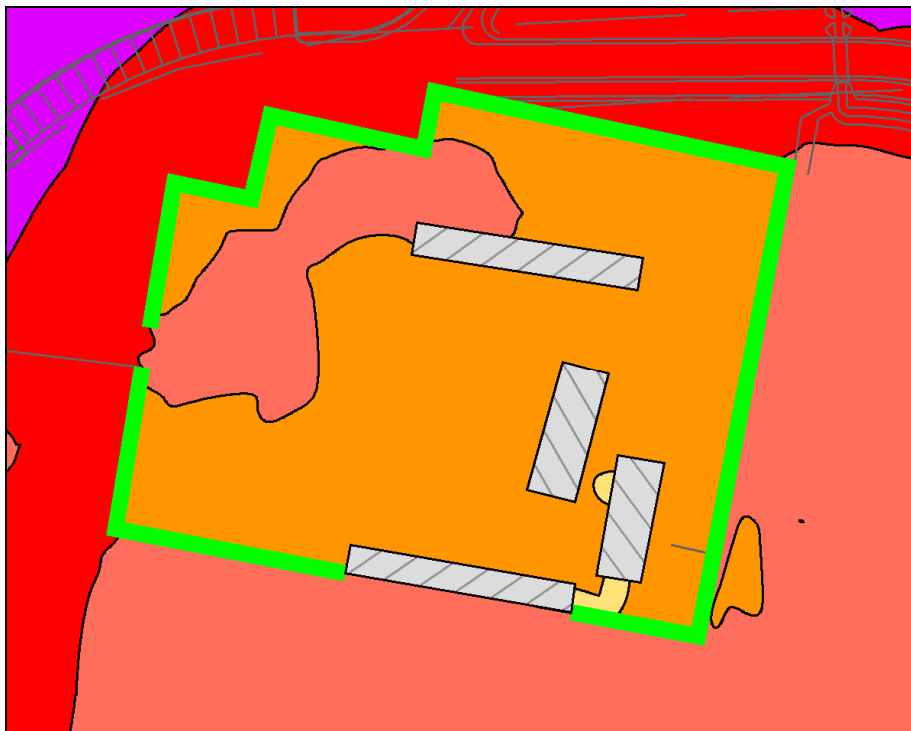


Figura 3.5-3 –Cimitero - clima acustico mitigato: mappa h=1.5 m

3.5.2. Impatto sull'Avifauna

Considerando le aree naturali o coltivate interessate dalle opere in progetto, le mappe di clima acustico post operam mitigato evidenziano livelli di rumore massimi in periodo diurno compresi tra 50 dBA e 60 dBA, analoghi a quelli presenti in ante operam ma con una differente distribuzione territoriale. Le aree di maggiore pregio naturalistico a ovest della base militare USA conservano buone condizioni di clima acustico (< 45-50 dBA), favorevoli alla percezione dei suoni e che garantiscono un ampio spazio attivo.

Vari studi documentano la riduzione di densità delle specie in funzione del livello di rumore immesso dal traffico stradale. L'analisi di correlazione loglineare di Poisson su dati sperimentali ha permesso di stabilire che in generale livelli di rumore superiori a 50 dBA determinano una riduzione di densità delle specie residenti. Esistono tuttavia specie meno sensibili al rumore (meadowpiper) e specie più sensibili (black tailed godwit) con processi di auto adattamento al contesto sonoro.

Le osservazioni dirette in aree naturali hanno tuttavia sottolineato che lo spostamento dalle aree più rumorose è transitorio e che l'avifauna segue in qualche misura le fluttuazioni del rumore, allontanandosi nei periodi di massimo disturbo in cui il rapporto segnale rumore è basso e, viceversa, riappropriandosi degli habitat al diminuire del rumore. Il canto degli uccelli ha come funzione primaria l'attrazione della femmina: in aree caratterizzate da un elevato rumore di fondo la difficoltà di farsi sentire e la "distorsione" dei suoni emessi, con conseguente scarso successo del richiamo, è indicato da alcuni autori come causa primaria dell'allontanamento.

In conclusione, considerando la correlazione tra rumore ambientale e densità di avifauna (Figura 3.5-4) si può concludere che le condizioni di rumore post operam in prossimità dello svincolo localizzano in un'area di basso pregio naturalistico un potenziale di interferenza con la componente biotica, i cui potenziali effetti di adattamento sull'avifauna stanziale sono tuttavia già stati assimilati nello stato ante operam. Nessuna interferenza è viceversa rilevabile nelle aree di maggiore pregio naturalistico.

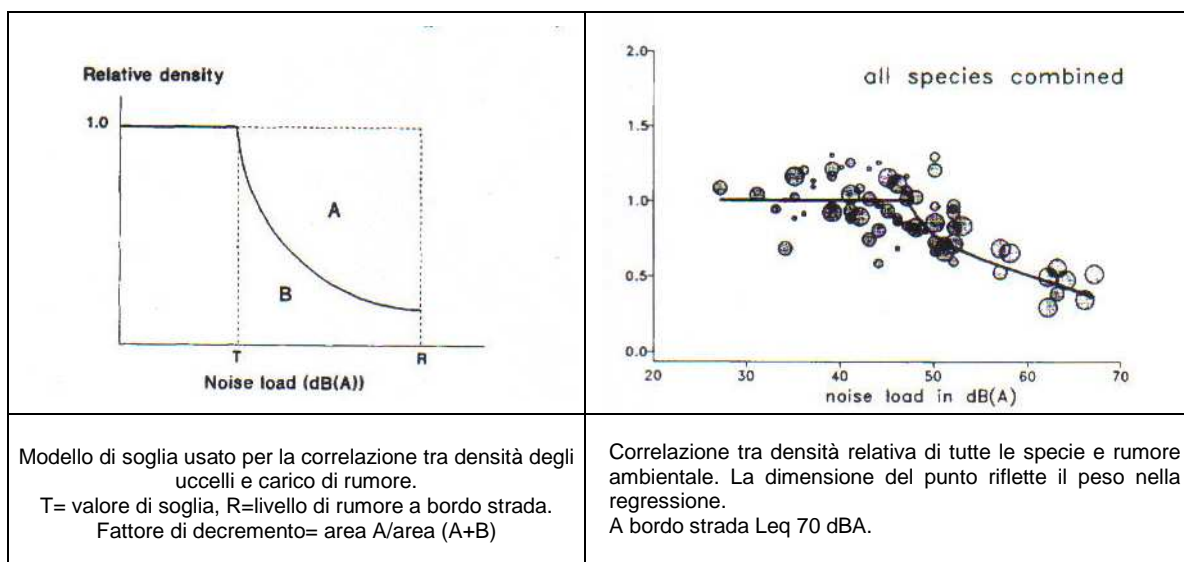


Figura 3.5-4 Correlazione tra densità di rumore e avifauna

3.6. INTERVENTI DI MITIGAZIONI

Gli interventi di mitigazione delle nuove infrastrutture stradali devono essere realizzati 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.

La mappatura di impatto acustico e le verifiche di calcolo puntuali hanno permesso di verificare che i livelli di rumore correlati all'esercizio delle opere in progetto sono sostanzialmente conformi ai limiti di legge.

Alle medie e alte velocità il rumore da rotolamento è la fonte primaria di emissione sonora da traffico. Il controllo del rumore stradale con l'impiego di pavimentazioni a bassa emissione sonora rappresenta l'intervento prioritario per mezzo del quale abbassare il costo degli interventi sulla propagazione del rumore (barriere antirumore) e gli impatti indiretti sulla popolazione (ombre portate, schermatura visiva, ecc.). Le caratteristiche fonoassorbenti della pavimentazione a bassa emissione sonora permettono inoltre di contenere la propagazione del rumore emesso dal motore e dallo scarico.

In considerazione di quanto precedentemente indicato è stato ritenuto importante dar corso ad una applicazione estensiva di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti, in continuità agli indirizzi espressi dal Piano di Risanamento Acustico autostradale della A12 predisposto dalla SALT e in una logica di miglioramento prestazionale del tracciato in progetto..

3.7. FATTORI DI PRESSIONE E IMPATTO VIBRAZIONI

E' noto che il traffico stradale e autostradale non rappresenta, a meno di situazioni locali "anomale", una sorgente vibrazionale significativa in termini di livello. Il rotolamento degli pneumatici su un manto stradale rugoso o liscio non genera energia sufficiente a far emergere problemi di rispetto normativo in corrispondenza dei ricettori. Al fine di documentare tali affermazioni sono documentate in Figura 3.7-1 i risultati delle misure triassiali real time svolte a 9 m di distanza dal ciglio autostradale: il decorso temporale per l'asse Z e i relativi spettrogrammi dei livelli equivalenti e massimi tra 0-80 Hz. evidenziano che il transito caratterizzato dai massimi livelli è associato ad un livello equivalente di accelerazione asse Z pari a 54.5 dB e un livello massimo di 59.7 dB. Valori molto minori riguardano gli assi di propagazione orizzontale X e Y.

La massima energia vibrazionale è concentrata nell'intervallo di frequenza 12.5-16 Hz, ben lontano dai valori di risonanza dei solai di civile abitazione tipicamente posizionati tra 40-50 Hz.

Per analogia con la piattaforma stradale in progetto e con il tipo di pavimentazione che verrà impiegata (asfalto drenante fonoassorbente) si può ritenere che non esistono preoccupazioni per l'impatto vibrazionale in esercizio.

Ciò presuppone che il manto stradale, nel corso della vita dell'infrastruttura, venga sempre soggetto a piani di manutenzione programmata al fine di conservarne le caratteristiche di continuità e di fonoassorbimento, evitando pertanto la formazione di discontinuità, ammaloramenti, ormaie o quantaltro possa determinare la generazione di azioni dinamiche in grado di sollecitare il corpo stradale e il terreno sottostante, con conseguente propagazione laterale delle vibrazioni.

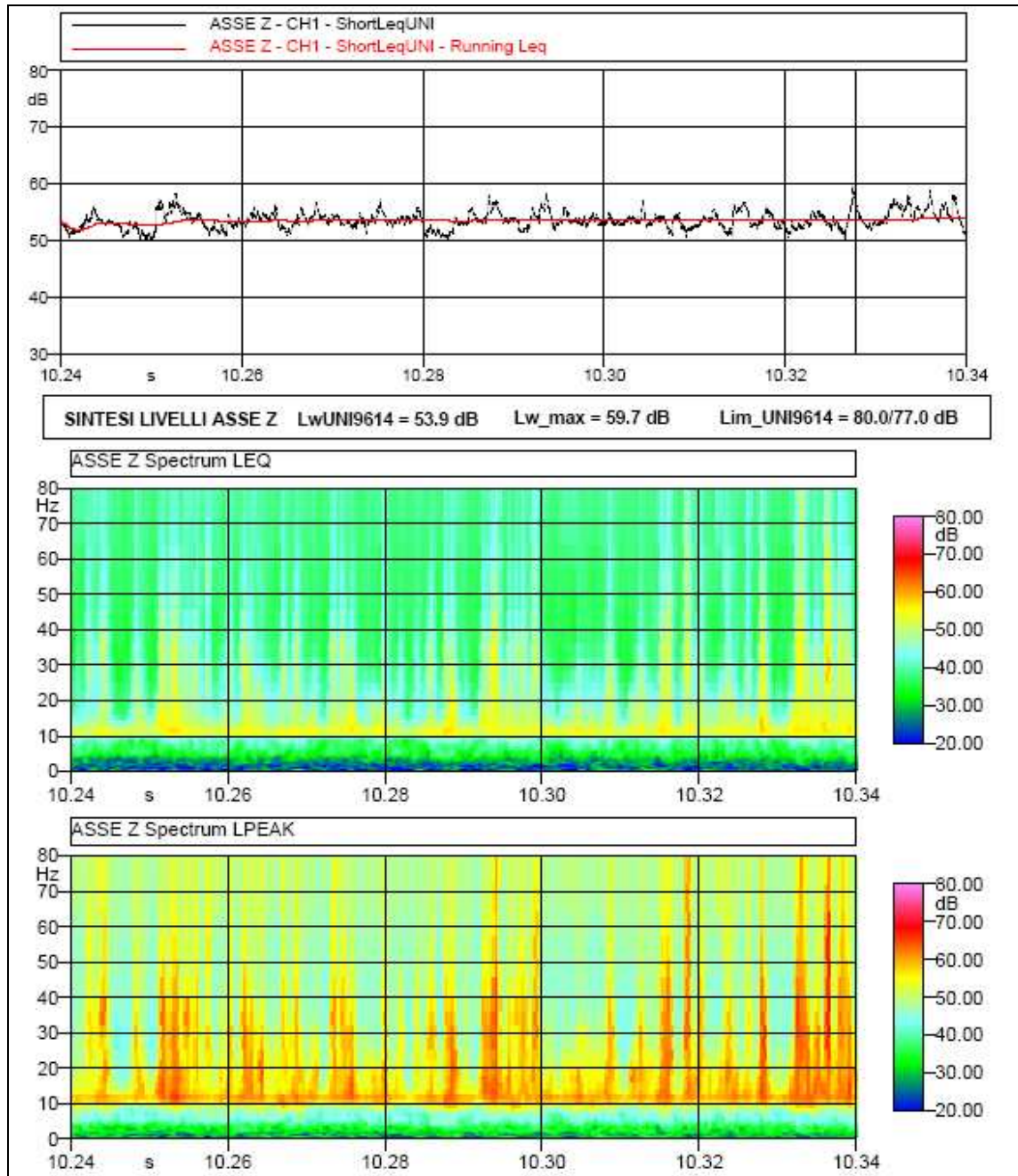


Figura 3.7-1 Rilevamento vibrazioni a 9 m ciglio autostradale

4. CANTIERI

4.1. RUMORE

Il contenimento del rumore in fase di costruzione delle opere è regolamentato dal Regolamento Comunale per la limitazione delle immissioni sonore nell'ambiente prodotte da attività temporanee, in applicazione dell'art 1 comma quarto del DPCM 1.3.1991, DGR del 25.1.1993 n. 488, DCC del 29.4.1994, n. 88 divenuta esecutiva in data 24.5.1994.

L'Art. 6 Cantieri Edili definisce i limiti massimi (Art. 6.1), le deroghe ai limiti massimi (Art. 6.2), i comportamenti da tenere nei periodi festivi e notturni (Art. 6.3) e le misure da svolgere (Art. 6.4).

Per quanto riguarda i limiti massimi il Regolamento Comunale esplicita che:

1. Le macchine in uso nei cantieri edili, stradali o assimilabili, (quali compressori, generatori elettrici, escavatrici, pale meccaniche, martelli pneumatici, betoniere, gru, ecc.) dovranno essere di tipo silenziato conformemente alle direttive CEE recepite con dal D.M. 28.11.1987, N. 588, D.L. n. 135 del 27.1.1992 e dal D.L. n. 137 del 27.1.1992 (1), qualora diano luogo ad immissioni sonore non conformi ai limiti prescritti nella zonizzazione di cui all'art. 3 e qualora i livelli rilevati nelle abitazioni circostanti (2) non siano abbassabili mediante provvedimenti di altro tipo.
2. L'attivazione delle macchine rumorose di cui sopra ed in genere la esecuzione di lavori rumorosi, dovrà svolgersi nelle seguenti fasce orarie feriali:
 - dalle ore 07.30 alle ore 12.30;
 - dalle ore 16.00 alle ore 19.00 per il periodo estivo;
 - dalle ore 15.00 alle ore 18.00 per il periodo invernale.
3. Il limite massimo fissato di immissione sonora è quello relativo alla VI zona del D.P.C.M. 1.3.1991 e cioè 70 dB(A).

In relazione alle deroghe il Regolamento Comunale evidenzia i seguenti tre aspetti:

1. Limiti massimi di immissioni sonore ulteriormente permissivi potranno essere concessi per periodi limitati e di norma per non più di 1 (una) ora all'interno delle fasce orarie di cui sopra e precisamente:
 - dalle ore 09.00 alle ore 12.30;
 - dalle ore 16.00 alle ore 18.00 per il periodo estivo;
 - dalle ore 15.00 alle ore 17.00 per il periodo invernale.
2. Tale limite non potrà comunque superare il valore di 85 dB(A). Non si applica il criterio differenziale previsto dall'art. 2, comma 2, e dall'art. 6 del D.P.C.M. 1 marzo 1991.
3. Per l'ottenimento di tale ulteriore deroga la ditta richiedente dovrà allegare alla domanda un programma di massima in cui risulti giornalmente la fascia oraria in cui per un massimo di 1 ora verranno utilizzate le attrezzature particolarmente rumorose. Le variazioni a tale programma causate da imprescindibili esigenze della organizzazione dei lavori dovranno essere tempestivamente comunicate all'autorità di controllo.

In ultimo, nei periodi festivi e notturni:

1. Per i giorni festivi e per i periodi notturni è esclusa qualsiasi concessione in deroga ai limiti massimi di immissione sonora previsti dal D.P.C.M. 1 marzo 1991. In tali periodi pertanto valgono i limiti assoluti fissati per le varie zone individuate a norma dell'art. 2, comma 1, del citato D.P.C.M.; nel caso non sia ancora esecutiva la zonizzazione si applicano i criteri stabiliti nell'art. 6 del D.P.C.M. 1 marzo 1991.
2. Per lavori indifferibili ed urgenti disposti dall'Amministrazione Comunale o da altra Amministrazione Pubblica, per motivi di pubblica utilità, potranno essere concesse deroghe secondo le disposizioni contenute negli articoli precedenti.

4.1.1. Impatto di cantierizzazione

Il nuovo svincolo sulla A12 verrà realizzato in località Stagno nel Comune di Pisa a sud dell'attuale area di esazione "Stazione di Livorno" dell'Autostrada A12.

La realizzazione del progetto prevede le seguenti attività:

- risoluzione del collegamento con la viabilità esistente attraverso un'intersezione di tipo rotatoria caratterizzata da 5 innesti (Via Aurelia direzione Nord e Sud, rami di svincolo che si distaccano dall'Autostrada Azzura, collegamento Autostazione Livorno per gli esattori SALT, collegamento di emergenza per DEPOT di Camp Daebly);
- riorganizzazione del tratto A12 che sarà interessato dalle corsie di accelerazione e diversione (dall'attuale configurazione 2 corsie da 3.75 m + emergenza da 3 m a configurazione di progetto 3 corsie da 3.5 m);
- realizzazione del parcheggio posto in prossimità del cimitero di Stagno.

La durata complessiva delle attività sarà pari a circa un anno (326 giorni). L'area di cantiere sarà costituita dall'intera superficie di ingombro del futuro svincolo che sarà completamente recintata con un accesso dall'Aurelia in prossimità dell'ingresso attualmente a servizio del cimitero.

L'entità delle movimentazioni dei materiali è riportata in Tabella 4-1. I quantitativi di materiale da movimentare determineranno un flusso indotto dell'ordine di alcune decine di veicoli pesanti giorno.

Ad oggi non è ancora definito un piano di dettaglio di gestione delle terre e delle forniture, che, in ogni caso, privilegerà l'impiego di infrastrutture autostradali per limitare al minimo le interferenze con il traffico locale.

Tabella 4-1: volumi prodotti e fabbisogni

SCAVI E VOLUMI DI MATERIALE IN ESUBERO	[m³]
Scavi e sbancamenti (per piano di posa e fosso)	29500
Scotico (riutilizzato in loco)	11600
Sbancamenti da ammorsamento	2000
Demolizioni	2650
TOTALE MATERIALE PRODOTTO	45750
TOTALE MATERIALE DA PORTARE IN DISCARICA	34150
ENTITÀ DEI FABBISOGNI E MODALITÀ DI COPERTURA	[m³]
Materiale per rilevati	39900
Terreno vegetale (da scotico)	11600
Misto granulare stabilizzato	4800
Tout venant	950
Materiale per ammorsamento	2000
Materiale per pacchetto stradale	15732
TOTALE FABBISOGNO	74982
TOTALE FORNITURE	63382

Considerata la considerevole distanza dei ricettori residenziali dall'area di cantiere (l'edificio residenziale più vicino è il ricettore PI09 a circa 140 m dalla recinzione) non si ritiene necessario l'installazione di apposite mitigazioni acustiche ma piuttosto l'adozione di interventi gestionali e di "noise manager" nonché l'utilizzo di barriere antirumore mobili che "seguano" di volta in volta le lavorazioni quando queste sono localizzate particolarmente vicino ai ricettori residenziali.

Vista la particolare vicinanza con l'area di cantiere, l'adozione delle barriere mobili dovrà essere presa particolarmente in considerazione a protezione del cimitero Stagno dove i livelli di rumore in periodo diurno dovranno essere compatibili con i limiti di classificazione acustica di classe 4 (65 dBA) quanto meno durante il periodo di apertura del cimitero stesso.

4.1.2. Barriere antirumore mobili

Un contributo al miglioramento della performance ambientale del cantiere è conseguibile utilizzando delle barriere antirumore mobili facilmente movimentabili in relazione alle lavorazioni e alle necessità di protezione dei ricettori a minima distanza dal cantiere. Possono essere utilizzate lungo il fronte lavori o in prossimità di attrezzature rumorose, alla distanza che verrà indicata dal Responsabile della Sicurezza,

In alternativa possono essere impiegate a diretta schermatura dei ricettori a minima distanza dalle lavorazioni.

Il cantiere dovrà pertanto avere a disposizione una dotazione di barriere antirumore mobili il cui impiego verrà deciso dal "noise manager" che opererà nel cantiere.

Le barriere antirumore sono modulari, installate preventivamente all'inizio dei lavori per poi essere riposizionate, al termine dei lavori più rumorosi, nella zona di lavorazione successiva. E' importante che l'installazione preceda le lavorazioni perché la fase iniziale dei lavori è sistematicamente avvertita dalla popolazione come più disturbante. I requisiti prestazionali della barriera mobile sono i seguenti:

- Modularità e ripetibilità della soluzione.
- Agevole trasportabilità.
- Minimi lavori di predisposizione del terreno e di montaggio.
- Assenza di fondazioni.
- Facilità e rapidità di assemblaggio.
- Buona tenuta acustica laterale.
- Prestazioni di fonoisolamento medio.
- Prestazioni di fonoassorbimento medio lato cantiere.
- Buon inserimento visivo lato ricettori.
- Possibilità di ridurre l'impatto fino al 2° piano residenziale.

La barriera antirumore mobile in grado di assolvere ai requisiti precedentemente indicati può ad esempio essere realizzata in metallo (alluminio o acciaio), con struttura portante a "L" in acciaio e modulo tipo di altezza 3-5 m e larghezza 2.5 m. La barriera può essere appoggiata sulla pavimentazione affidando la stabilità a una zavorra in calcestruzzo lato cantiere. Il profilo del telaio a "L" con piede lato cantiere permette di limitare l'occupazione di suolo e ridurre eventuali necessità di aumentare l'area di occupazione.

Potranno essere esaminate eventuali soluzioni migliorative con "top" orizzontale o soluzioni centinate a semiguscio, previa verifica della fattibilità economica. La tenuta acustica può essere ottenuta inferiormente disponendo un piccolo argine con terreno di riporto e verticalmente, in corrispondenza delle colonne portanti, per mezzo di profili in metallo sovrapposti a semplice battuta con interposta guaina in gomma elastica.

La barriera lato ricettore può essere realizzata con pannelli a finitura liscia colorati in grado di accogliere scritte, messaggi informativi, loghi, macrofotografie, ecc. degli interventi in progetto destinate alla comunicazione al pubblico. Dal lato delle sorgenti di rumore è disposta la superficie fonoassorbente. Al fine di ridurre i problemi di acqua e di sporco sulla parte inferiore del pannello a contatto con il terreno è consigliato di adottare una parte in lamiera cieca con funzione di zoccolo.

La Figura 4.1-1 e la Figura 4.1-2 contengono a titolo esemplificativo dei tipologici di barriere antirumore mobili di diffuso utilizzo sui fronti avanzamento lavori in area extraurbana e urbana.

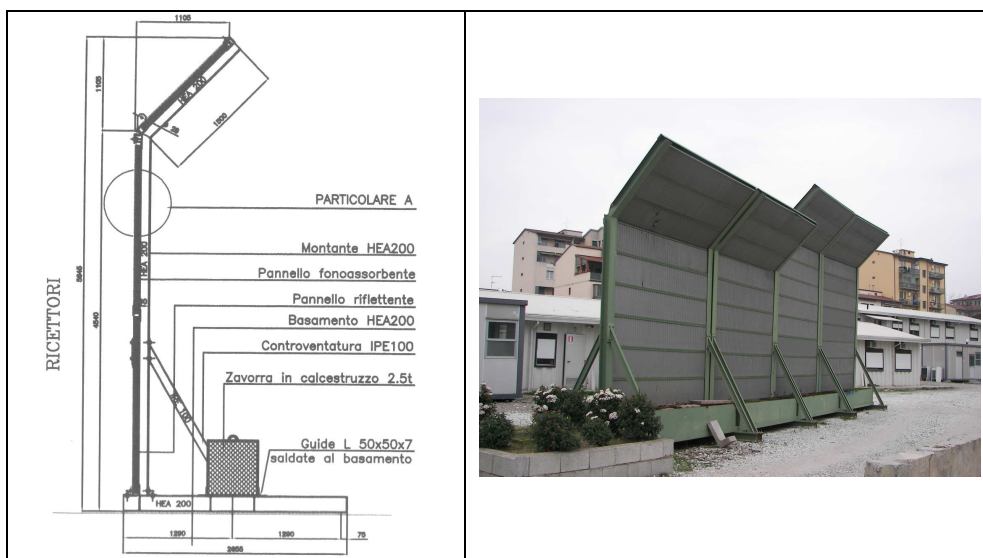


Figura 4.1-1 Barriere mobili utilizzo extraurbano



Figura 4.1-2 Barriere mobili utilizzo urbano

4.1.3. Interventi gestionali e “noise manager”

Il controllo del comportamento degli addetti è una azione mitigativa preventiva a costo zero che può dare esiti molto soddisfacenti. Tutti possono contribuire a ridurre l’impatto ambientale del cantiere e il risultato è tanto migliore quanto più la squadra di cantiere agisce sinergicamente.

La prima regola è evitare comportamenti/azioni inutilmente disturbanti da parte degli operatori nonché spostamenti, avviamenti o altro scorrelati dalla produzione. Per quanto attiene al rumore, i consigli pratici possono riguardare:

- avviare gradualmente le attività all’inizio del turno lavorativo mattutino;
- evitare o minimizzare l’uso di avvisatori acustici;
- non tenere i motori o le attrezzature inutilmente accese quando non ce n’è bisogno;
- non sbattere ma posare;
- non far cadere i materiali dall’alto;
- evitare percorsi o manovre inutili;
- ecc.

Queste e altre semplici regole, consolidate all’interno di procedure operative, devono essere estese anche alle aziende subappaltatrici, ai fornitori di servizi e devono essere introdotte nella squadra di cantiere per mezzo di una specifica attività di formazione/addestramento del personale.

E’ sempre da considerare con attenzione il fatto che, nei confronti del giudizio che esprime la popolazione esposta, le disattenzioni di pochi possono vanificare il lavoro di tanti.

Uno dei temi più interessanti riguarda l’organizzazione della produzione del rumore, un campo di azione sul quale può essere indirizzata con massima efficacia l’operatività del “noise manager”.

La popolazione residente al contorno delle aree di cantiere riceve un insieme di suoni che si sovrappongono in modo casuale al clima acustico locale (modificato dai lavori in corso) generando ciò che comunemente viene definito rumore e avvertito soggettivamente come fastidio o “annoyance”.

A prescindere da casi particolari riferibili a categorie di soggetti che svolgono attività lavorative simili a quelle che generano disturbo, o a comunità che da generazioni traggono la principale fonte di sostentamento da attività correlate alle costruzioni (cave, lavorazione pietra, ecc.), la risposta soggettiva è negativa e può diventare conflittuale, nel caso in cui l'inizio delle lavorazioni interessa le prime ore della mattina, dalle 6:00 alle 7:00, il periodo del riposo o pre-serale.

In molti casi esiste la possibilità di regolare le modalità di emissione o le caratteristiche spettrali delle emissioni dei macchinari in modo tale da fare pervenire ai ricettori esposti dei suoni meno disturbanti. Possono essere sperimentate delle modalità operativa che, senza nulla togliere all'efficienza delle lavorazioni e della produzione, permettono di migliorare la compliance, ad esempio organizzando la sequenza di inizio delle lavorazioni basata sui seguenti criteri base:

- evitare attività o operazioni che determinano rumori impulsivi;
- accendere gli impianti con il minimo anticipo rispetto alle necessità di produzione e in sequenza, in modo tale da determinare un innalzamento progressivo del rumore di fondo;
- avviare le lavorazioni da parte degli impianti principali più lontani dai ricettori;
- avviare le lavorazioni caratterizzate da emissioni tonali e discontinue o più vicine ai ricettori.

Se l'inizio delle lavorazioni deve esser graduale e distribuito in un intervallo di durata pari ad almeno un'ora, l'interruzione a fine giornata può essere più ripida, ma anch'essa con un profilo decrescente.

4.2. VIBRAZIONI

I problemi di vibrazioni in fase di costruzione delle opere in progetto possono derivare da emissione dirette di vibrazioni nel corso delle lavorazioni e da emissione di rumore a bassa frequenza, in relazione ai fattori causali e agli effetti riassunti in Tabella 4.2-1.

Tabella 4.2-1 Problematiche vibrazionali in fase di costruzione

PROBLEMATICHE	PRINCIPALI FATTORI CAUSALI	EFFETTI POTENZIALI
EMISSIONE VIBRAZIONI	Bonifica bellica, scavo di scotico e rimozione del terreno vegetale	Vibrazioni trasmesse dal terreno agli elementi strutturali degli edifici, con emissione di rumore per via solida
	Compattazione del sottofondo e degli strati di riporto dei rilevati con vibrocompattatori	
	Transito mezzi pesanti sulle piste di cantiere	
EMISSIONE RUMORE A BASSA FREQUENZA	Macchine operatrici nell'area di cantiere	Vibrazione elementi strutturali (vetri, suppellettili) con emissione di rumore in corrispondenza delle frequenze di risonanza



A 12 – AUTOSTRADE SESTRI LEVANTE – LIVORNO
Nuovo Svincolo A12 - S.S.1 Via Aurelia Sud - Localita' Cimitero Di Stagno -
Comune Di Pisa
Progetto Definitivo – Quadro di riferimento ambientale

In considerazione dell'assenza di ricettori residenziali o sensibili all'interno della fascia di potenziale interazione opera-ambiente, estesa per 50 m dalle opere in progetto, si ritiene che questi impatti possano essere considerati trascurabili nel quadro valutativo, sia in termini di disturbo (UNI 9614) che di danno (UNI 9916).

5. BIBLIOGRAFIA

- Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prevision des Niveaux Sonores, CETUR 1980.
- SETRA-CERTU-LCPC-CSTB “NMPB-Routes-96 ”, 1996.
- EN 1793-3:1997 “Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Normalized traffic noise spectrum”.
- 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”.
- DM 20 Maggio 1999 “Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché dei criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico”. G.U. n. 225 del 24 settembre 1999).
- 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”.
- EN ISO 11819-1:2001 “Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Statistical Pass-By method”.
- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- 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.
- 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.
- J. Hinton, Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, WG-AEN, Versione 2, 13 gennaio 2006.
- 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”.
- D.L. 19 agosto 2005, n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U. n. 222 del 23-9-2005).
- R.Reijnen, R.Foppen, G.Veenbaas (1997), Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. Biodiversity and Conservation 6, 567-581
- R.Reijnen, R.Foppen, H.Meeuwssen (1995), The effects of traffic on the density of breeding birds in dutch agricultural grasslands. Biological Conservation 75 (1996) 255-260
- F.D.Meunier, C.Verheyden, P.Jouventin (1999), Bird communities of highway verges: influence of adjacent habitat and roadside management. Acta Oecologica 20 (1) 1-13
- I.F. Spellerberg (1998), Ecological effects of roads and traffic: a literature review



ALLEGATO 1 – Calcoli puntuali

ALLEGATO 1 - Calcoli puntuali

Sigla	Destinazione d'uso	Piano	Zonizzazione acustica			Livelli di zona [day/night]					Clima Ante Operam		Impatto opera		Impatto opera mitigata		Impatto Post A12		Impatto Post SS1		Impatto Post SS67		Limiti applicabili		Clima POST Mitigato		
			Classe	Lim D	Lim N	Svincolo	A12	SS1	SS67	Max	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day
Ricettori all'interno della fascia 250 m dello svincolo in progetto																											
PI01	Rudere	1	4	65	55	65\55	65\55	70\60	-	70\60	51.5	46.5	52.5	47.0	49.5	44.0	45.5	36.5	51.5	45.0	40.5	32.5	70.0	60.0	54.0	47.5	
PI01	Rudere	2	4	65	55	65\55	65\55	70\60	-	70\60	57.0	52.0	55.0	49.5	52.0	46.5	50.5	43.0	55.0	47.0	44.0	35.5	70.0	60.0	57.5	50.5	
PI02	Residenziale	1	4	65	55	65\55	65\55	70\60	-	70\60	53.5	49.0	52.0	47.0	49.0	44.0	51.0	41.5	48.0	37.0	40.0	32.0	70.0	60.0	54.5	46.5	
PI02	Residenziale	2	4	65	55	65\55	65\55	70\60	-	70\60	56.5	52.0	55.0	50.0	52.0	47.0	54.5	46.5	52.0	43.0	44.0	36.0	70.0	60.0	58.0	50.5	
PI03	Religioso	1	4	65	55	65\55	65\55	70\60	-	70\60	53.0	49.0	61.0	55.0	58.0	52.0	52.5	44.5	54.0	47.0	38.0	30.0	70.0	60.0	60.0	53.5	
PI04	Religioso	1	4	65	55	65\55	65\55	70\60	65\55	70\60	52.5	47.5	58.0	52.5	55.0	49.5	52.5	44.5	43.0	36.5	44.0	35.5	70.0	60.0	57.0	51.0	
PI05	Religioso	1	4	65	55	65\55	65\55	65\55	65\55	65\55	52.0	47.5	58.0	52.5	55.0	49.5	53.0	45.5	43.0	35.5	38.5	30.0	65.0	55.0	57.5	51.0	
PI06	Religioso	1	4	65	55	65\55	65\55	70\60	65\55	70\60	53.5	49.5	55.5	50.0	52.5	47.0	42.5	31.0	58.0	51.5	39.0	29.5	70.0	60.0	58.5	52.0	
PI07	Residenziale	1	4	65	55	65\55	-	70\60	70\60	70\60	57.0	53.0	53.0	48.5	50.0	45.5	46.5	38.5	60.5	55.0	38.0	30.0	70.0	60.0	61.0	55.5	
PI07	Residenziale	2	4	65	55	65\55	-	70\60	70\60	70\60	60.0	55.0	55.5	50.5	52.5	47.5	50.0	42.0	64.0	57.5	41.0	33.0	70.0	60.0	64.0	58.0	
PI08	Residenziale	1	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	57.5	52.0	55.5	51.0	52.5	48.0	53.0	43.0	53.0	47.0	56.0	46.5	70.0	60.0	60.0	52.0	
PI08	Residenziale	2	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	60.0	55.0	57.5	52.0	54.5	49.0	56.5	44.0	54.5	48.0	58.5	48.5	70.0	60.0	62.0	53.5	
PI09	Residenziale	1	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	57.0	51.5	54.0	49.5	51.0	46.5	54.5	42.0	46.5	40.0	53.5	44.5	70.0	60.0	58.0	49.0	
PI09	Residenziale	2	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	59.5	54.5	57.5	52.0	54.5	49.0	57.0	44.0	52.5	46.0	55.0	45.5	70.0	60.0	61.0	52.0	
PI10	Residenziale	1	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	58.0	52.5	54.5	50.0	51.5	47.0	55.0	43.0	47.5	41.0	56.0	47.0	70.0	60.0	59.5	50.5	
PI10	Residenziale	2	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	61.0	55.5	57.0	52.0	54.0	49.0	57.5	44.0	51.0	44.5	59.0	49.0	70.0	60.0	62.5	53.0	
PI11	Residenziale	1	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	58.0	53.0	55.0	50.0	52.0	47.0	55.5	43.0	48.5	42.0	54.0	45.0	70.0	60.0	59.0	50.5	
PI11	Residenziale	2	4	65	55	65\55	70\60	-	70\60	70\60	59.5	54.5	56.0	50.5	53.0	47.5	57.5	43.5	49.5	43.0	55.0	45.5	70.0	60.0	60.5	51.0	
PI12	Residenziale	1	4	65	55	65\55	65\55	-	70\60	70\60	64.5	58.0	52.5	47.5	49.5	44.5	56.0	42.5	50.0	42.5	66.0	56.0	70.0	60.0	66.5	56.5	
PI12	Residenziale	2	4	65	55	65\55	65\55	-	70\60	70\60	65.0	58.5	53.5	48.0	50.5	45.0	57.0	43.0	51.0	43.5	66.5	56.5	70.0	60.0	67.0	57.0	
Ricettori contenuti nell'area di studio ma esterni alla fascia 250 m dello svincolo in progetto																											
PI13	Rudere	1	4	65	55	-	65\55	-	70\60	70\60	55.5	50.0	51.0	45.5	48.0	42.5	52.0	42.0	45.5	39.0	54.5	45.5	65.0	55.0	57.0	48.5	
PI13	Rudere	2	4	65	55	-	65\55	-	70\60	70\60	57.0	51.5	52.0	46.5	49.0	43.5	53.0	42.5	47.0	40.0	56.5	47.0	65.0	55.0	59.0	49.5	
PI14	Residenziale	1	4	65	55	-	65\55	70\60	70\60	70\60	61.5	55.5	54.0	49.5	51.0	46.5	53.0	41.5	57.5	51.5	62.0	52.5	65.0	55.0	64.0	55.5	
PI14	Residenziale	2	4	65	55	-	65\55	70\60	70\60	70\60	62.5	56.0	55.0	50.0	52.0	47.0	53.5	42.0	60.0	53.0	63.0	53.0	65.0	55.0	65.5	56.5	
PI14	Residenziale	3	4	65	55	-	65\55	70\60	70\60	70\60	63.0	56.5	55.5	50.0	52.5	47.0	53.5	42.5	61.5	54.5	63.0	53.0	65.0	55.0	66.0	57.5	
PI15	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	62.5	56.5	54.0	49.5	51.0	46.5	52.5	41.5	61.0	54.0	63.0	53.0	65.0	55.0	65.5	57.0	
PI15	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	63.5	57.0	55.0	50.0	52.0	47.0	53.0	42.0	63.0	55.5	63.5	53.5	65.0	55.0	66.5	58.0	
PI16	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	60.5	55.0	51.0	46.5	48.0	43.5	48.5	39.0	61.0	54.5	60.5	50.5	65.0	55.0	64.0	56.5	
PI16	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	62.0	56.0	52.5	47.0	49.5	44.0	50.0	40.0	63.5	56.0	61.0	51.0	65.0	55.0	65.5	57.5	
PI16	Residenziale	3	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	63.0	57.0	55.0	49.5	52.0	46.5	53.0	42.0	64.0	56.0	62.0	52.0	65.0	55.0	66.5	58.0	
PI17	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	61.5	55.5	53.5	49.0	50.5	46.0	50.0	41.0	61.5	55.0	61.0	51.0	65.0	55.0	64.5	57.0	
PI18	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	61.0	55.0	54.0	49.5	51.0	46.5	51.0	42.0	61.0	53.5	60.0	50.0	65.0	55.0	64.0	55.5	
PI18	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	62.5	56.5	54.5	50.0	51.5	47.0	52.0	42.5	63.0	55.0	61.0	51.0	65.0	55.0	65.5	57.0	
PI19	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	59.0	53.0	53.5	49.0	50.5	46.0	52.0	42.5	52.0	45.0	60.5	51.0	65.0	55.0	62.0	53.0	
PI19	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	60.0	54.0	54.5	49.5	51.5	46.5	53.0	43.0	54.5	47.0	61.0	51.5	65.0	55.0	63.0	54.0	
PI20	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	66.0	60.0	49.5	45.5	46.5	42.5	46.5	38.0	69.5	61.5	57.0	47.5	65.0	55.0	70.0	62.0	
PI20	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	68.5	62.5	51.5	46.5	48.5	43.5	48.5	39.5	72.0	63.5	58.5	49.0	65.0	55.0	72.5	64.0	
PI20	Residenziale	3	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	68.5	62.5	54.0	49.0	51.0	46.0	52.0	41.5	72.0	63.5	60.5	50.5	65.0	55.0	72.0	63.5	
PI21	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	68.0	62.0	53.0	48.5	50.0	45.5	50.0	40.5	71.0	63.0	59.5	50.0	65.0	55.0	71.5	63.5	
PI21	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	68.5	62.0	54.0	48.5	51.0	45.5	51.0	41.0	71.5	63.0	60.0	50.0	65.0	55.0	72.0	63.5	
PI22	Industriale	1	4	65	55	-	-	70\60	-	70\60	56.0	51.5	49.0	44.5	46.0	41.5	45.5	38.0	59.5	53.0	45.5	37.5	65.0	55.0	60.0	53.0	
PI23	Industriale	1	4	65	55	-	-	70\60	-	70\60	57.5	52.5	45.5	41.0	42.5	38.0	45.5	36.5	60.0	53.0	42.0	34.0	65.0	55.0	60.5	53.5	
PI24	Industriale	1	4	65	55	-	-	70\60	65\55	70\60	63.5	58.0	48.5	44.5	45.5	41.5	44.5	35.5	67.0	58.5	49.5	40.0	65.0	55.0	67.0	59.0	
PI25	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	65\55	70\60	55.5	50.5	50.5	46.0	47.5	43.0	52.0	40.5	50.0	43.0	53.5	44.5	65.0	55.0	57.0	49.0	

ALLEGATO 1 - Calcoli puntuali

Sigla	Destinazione d'uso	Piano	Zonizzazione acustica			Livelli di zona [day\night]					Clima Ante Operam		Impatto opera		Impatto opera mitigata		Impatto Post A12		Impatto Post SS1		Impatto Post SS67		Limiti applicabili		Clima POST Mitigato	
			Classe	Lim D	Lim N	Svincolo	A12	SS1	SS67	Max	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
PI25	Residenziale	2	4	65	55	-	-	70\60	65\55	70\60	57.0	52.0	52.5	47.5	49.5	44.5	52.5	41.0	52.5	45.0	55.0	45.5	65.0	55.0	59.0	50.5
PI26	Commerciale	1	4	65	55	-	-	70\60	65\55	70\60	55.0	50.0	51.5	47.0	48.5	44.0	51.5	41.0	50.5	44.0	54.0	45.0	65.0	55.0	57.5	49.5
PI26	Commerciale	2	4	65	55	-	-	70\60	65\55	70\60	56.5	51.5	53.5	48.5	50.5	45.5	52.5	42.0	53.0	45.5	55.5	46.0	65.0	55.0	59.0	50.5
PI27	Commerciale	1	4	65	55	-	65\55	65\55	-	65\55	55.0	50.0	48.0	43.5	45.0	40.5	51.0	37.0	50.5	43.5	52.0	44.0	65.0	55.0	56.0	47.0
PI27	Commerciale	2	4	65	55	-	65\55	65\55	-	65\55	57.5	52.5	51.0	46.5	48.0	43.5	53.0	40.5	55.0	48.0	54.5	46.0	65.0	55.0	59.0	51.0
PI27	Commerciale	3	4	65	55	-	65\55	65\55	-	65\55	59.0	53.5	52.5	47.5	49.5	44.5	53.5	41.0	57.5	50.5	56.0	46.5	65.0	55.0	61.0	52.5
PI28	Residenziale	1	4	65	55	-	65\55	65\55	-	65\55	55.5	51.0	50.5	46.5	47.5	43.5	52.5	40.0	48.5	41.0	53.5	45.5	65.0	55.0	57.0	48.5
PI28	Residenziale	2	4	65	55	-	65\55	65\55	-	65\55	57.5	52.5	51.5	47.0	48.5	44.0	53.5	40.5	53.5	47.0	55.5	46.0	65.0	55.0	59.0	50.5
AES-PI-1	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	70\60	70\60	67.5	61.5	53.5	48.5	50.5	45.5	50.5	41.0	71.0	62.5	59.5	49.5	65.0	55.0	71.0	63.0
AES-PI-2	Residenziale	1	4	65	55	-	-	70\60	-	70\60	60.0	54.5	48.5	44.0	45.5	41.0	50.5	37.0	61.5	53.0	51.5	43.0	65.0	55.0	62.5	54.0