

AUTOSTRADA (A12) : ROMA - CIVITAVECCHIA

TRATTO: CERVETERI - TORRIMPIETRA

POTENZIAMENTO FUNZIONALE TRATTO CERVETERI - TORRIMPIETRA

PROGETTO DEFINITIVO


PARTE GENERALE

ACUSTICA

DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO RELAZIONE

<p>IL TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA Elenco Regione Piemonte – Determina Dir. n. 604 del 30/10/08 Ing. Giovanni Inzerillo Ord. Ingg. Milano n.A30969 RESPONSABILE PROGETTAZIONE ACUSTICA</p>	<p>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Danilo D'Alessandro Ord. Ingg. L'Aquila N. 1503</p>	<p>IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 RESPONSABILE PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI</p>
---	--	--

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Frog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	nn SCALA
111206	LL00	PD	DG	AMB	00000	00000	RP	AC	0001	- 0	

	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
									n.	data	
									0	LUGLIO 2018	
									1	-	
									2	-	
REDATTO:						VERIFICATO:					

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO ING. M. TORRESI</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small></p>
--	--	---

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1 LIVELLO NAZIONALE	5
2.2 NORMATIVA REGIONALE	12
3. CLASSIFICAZIONI ACUSTICHE COMUNALI	13
4. CLASSIFICAZIONI DEI RICETTORI	15
5. LIMITI DI RIFERIMENTO DA APPLICARE NELLO STUDIO	17
6. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ATTUALE: LE INDAGINI	20
6.1 TIPOLOGIA DELLE MISURE	20
6.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	21
6.3 DESCRIZIONE DELLE POSTAZIONI DI INDAGINE	22
7. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA	24
7.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO	24
7.2 SORGENTI SONORE	25
7.3 CARATTERISTICHE DEL MODELLO	26
7.4 I DATI DI TRAFFICO	28
7.4.1 <i>Situazione attuale</i>	28
7.4.2 <i>Situazione di progetto</i>	28
7.5 TARATURA DEL MODELLO DI SIMULAZIONE	29
8. DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE	31
8.1 ASPETTI GENERALI	31
8.2 LO SCENARIO ANTE OPERAM	32
8.3 LO SCENARIO POST OPERAM.....	34
8.4 LO SCENARIO POST MITIGAZIONE	36

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo Studio acustico relativo al Progetto Definitivo dell'autostrada A12 nel tratto tra Torrimpetra e Cerveteri dal km 14+995 al km 28+028.

L'ambito di studio ha origine in prossimità dello svincolo di Torrimpetra fino allo svincolo di Cerveteri e attraversa i comuni di:

- Fiumicino
- Ladispoli
- Cerveteri

L'intervento consiste principalmente nella riorganizzazione della piattaforma autostradale esistente lungo la tratta considerata, finalizzata alla realizzazione di una corsia di marcia aggiuntiva per la carreggiata sud da utilizzarsi in luogo della ordinaria corsia di emergenza in particolari periodi dell'anno ove si verificano sistematici accodamenti per il flusso turistico-litoraneo di rientro verso Roma. Nel presente Studio acustico, tenendo conto delle principali normative di settore e delle peculiarità del territorio interessato dalla realizzazione dell'opera, sono stati stimati i livelli acustici indotti dal traffico veicolare mediante un idoneo software previsionale, SoundPlan, in grado di simulare la fase di esercizio finale.

Lo studio ha permesso di individuare il rumore immesso presso i ricettori per valutare l'esistenza e la rilevanza di singole abitazioni in zone con livelli di rumorosità superiori a quanto stabilito dalla normativa vigente, e comunque di definire e studiare le conseguenze del potenziamento funzionale dell'infrastruttura sull'inquinamento acustico nei confronti del territorio circostante.

Inoltre, i risultati ottenuti hanno permesso di individuare i criteri progettuali delle opere di mitigazione adatte a contenere, per i ricettori prossimi all'infrastruttura, gli effetti acustici entro i limiti previsti dalla normativa vigente.

Sintetizzando per punti l'analisi acustica è stata condotta secondo i seguenti punti:

- **Analisi acustica del territorio interessato dal progetto e caratterizzazione dei ricettori:** sono state effettuate indagini conoscitive dei luoghi procedendo all'individuazione dei ricettori prossimi all'infrastruttura, con particolare attenzione alla presenza di ricettori sensibili.

- **Individuazione dei livelli sonori di riferimento:** sono state individuate le fasce di pertinenza dell'infrastruttura e i relativi limiti acustici. In accordo a quanto indicato nei testi normativi di riferimento, inoltre, è stata considerata l'eventuale presenza contemporanea di altre infrastrutture il cui rumore possa essere ritenuto concorsuale alla infrastruttura viaria in oggetto; in questo caso i limiti di riferimento hanno subito una variazione tale da tenere conto della situazione peggiorativa, per i vari ricettori, determinata dalla compresenza di più sorgenti di rumore.
- **Modellazione acustica del territorio e caratterizzazione del clima acustico Ante Operam:** per definire puntualmente i valori di clima acustico su tutti i ricettori nella situazione attuale-ante operam è stato necessario effettuare delle simulazioni mediante software specifico. Il modello scelto per questo tipo di analisi è il modello di simulazione SoundPlan, tarato sulla base di indagini acustiche effettuate nell'ambito della progettazione e con dati di input relativi alla morfologia del territorio interessato. Con questo software di simulazione è stato possibile evidenziare su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (sia di giorno che di notte) sulla facciata degli edifici per la situazione attuale e tale rappresentazione ha costituito la base per la simulazione della situazione futura e per la progettazione degli interventi antirumore. La metodologia utilizzata pertanto ha consentito di calcolare, per ciascun ricettore indagato, un livello equivalente diurno e notturno riferito al traffico medio giornaliero sulla rete stradale e verificare il rispetto dei limiti previsti della normativa di riferimento.
- **Caratterizzazione del clima acustico Post Operam e post Mitigazione:** lo scopo della metodologia utilizzata è stato quello di calcolare, per ciascun ricettore indagato, un livello equivalente diurno ed uno notturno derivanti da traffico veicolare. A tale scopo sono state effettuate delle simulazioni per tutti i ricettori censiti per i differenti piani costituenti gli edifici e, laddove si siano riscontrati esuberanti rispetto ai limiti normativi, si sono effettuate ulteriori simulazioni con gli interventi di mitigazione. Per quanto riguarda i criteri di mitigazione, gli interventi sono stati progettati per abbattere i livelli eccedenti i limiti normativi quanto più possibile, compatibilmente con le soluzioni progettuali attualmente esistenti per le barriere antirumore e considerando il miglior rapporto costi/benefici non solo da un punto di vista prettamente economico, ma anche per quanto riguarda l'inserimento ambientale dell'opera.

Lo studio è stato svolto in accordo con le indicazioni tecnico normative vigenti.

Il presente studio tiene conto degli elaborati relativi al censimento dei ricettori e alla documentazione inerente i Piani di classificazione acustica comunale.

Il presente lavoro è costituito dai seguenti elaborati:

- *Elaborati di testo:*
 - PAC0001 – Documentazione di impatto acustico;
 - PAC0002 – Censimento dei ricettori;
 - PAC0003 – Report indagini fonometriche;
 - PAC0004 – Output del modello di simulazione.
- *Elaborati grafici (PAC0005):*
 - Carta del censimento dei ricettori e zonizzazioni acustiche comunali;
 - Simulazione acustica di progetto senza mitigazioni per lo scenario notturno;
 - Simulazione acustica di progetto con le mitigazioni per lo scenario notturno;

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Livello nazionale

I principali riferimenti normativi applicati al progetto in esame sono i seguenti:

- D.P.C.M. del 01.03.1991, 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.
- Legge quadro sul rumore n. 447 del 26.10.1995.
- D.P.C.M. del 14.11.1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.
- DMA del 16.03.1998: “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”.
- DMA del 29.11.2000: “Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- DPR n. 142 del 30.03.2004, attuativo della legge quadro: “Rumore prodotto da infrastrutture stradali”.

D.P.C.M. del 01.03.1991

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1 Marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno” si propone di stabilire “limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e dell’esposizione urbana al rumore, in attesa dell’approvazione dei decreti attuativi della Legge Quadro in materia di tutela dell’ambiente dall’inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di applicazione del presente decreto”.

I limiti ammissibili in ambiente esterno sono stabiliti sulla base del piano di zonizzazione acustica redatto dai Comuni che, suddividono il proprio territorio in zone diversamente “sensibili”. A tali zone sono associati valori di livello di rumore, limite diurno e notturno, espressi in termini di livello equivalente continuo misurato con curva di ponderazione A (Leq_A), corretto per tenere conto della eventuale presenza di componenti impulsive o componenti tonali.

Per gli ambienti esterni, è necessario verificare, quindi, che il livello di rumore ambientale non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria (**Tabelle 1, 2 e 4**), con modalità diverse a seconda che i Comuni siano dotati di Piano Regolatore Generale (PRG), o meno o, infine, che adottino la zonizzazione acustica comunale.

<p>CLASSE I</p> <p>Aree particolarmente protette</p> <p>Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.</p>
<p>CLASSE II</p> <p>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</p> <p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.</p>
<p>CLASSE III</p> <p>Aree di tipo misto</p> <p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.</p>
<p>CLASSE IV</p> <p>Aree di intensa attività umana</p> <p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p>
<p>CLASSE V</p> <p>Aree prevalentemente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p>CLASSE VI</p> <p>Aree esclusivamente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.</p>

Tabella 2-1 - Definizione delle classi di zonizzazione acustica del territorio

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	DIURNO 6:00÷22:00	NOTTURNO 22:00÷6:00
Territorio nazionale	70	60
Zona urbanistica A	65	55
Zona urbanistica B	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 2-2- Limiti di immissione di rumore per Comuni con Piano Regolatore.

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	DIURNO 6:00÷22:00	NOTTURNO 22:00÷6:00
Zona esclusivamente industriale	70	70
Tutto il resto del territorio	70	60

Tabella 2-3 - Limiti di immissione di rumore per Comuni senza Piano Regolatore.

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	DIURNO 6:00÷22:00	NOTTURNO 22:00÷6:00
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 2-4 - Limiti di immissione di rumore per Comuni che adottano la zonizzazione acustica.

Legge quadro sul rumore n. 447 del 26.10.1995

La Legge n° 447 del 26/10/1995 “Legge Quadro sul Rumore”, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 254 del 30/10/1995, è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche.

Nella legge quadro si stabiliscono le competenze delle varie amministrazioni pubbliche che hanno un ruolo nella gestione e controllo del rumore.

D.P.C.M. del 14.11.1997

Il DPCM del 14/11/97 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”, attuazione alla Legge Quadro sul rumore (Art. 3 Comma 1, lettera a), definisce per ogni classe di destinazione d’uso del territorio i seguenti valori:

- Valori limite di emissione
- Valori limite di immissione
- Valori di attenzione
- Valori di qualità.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d’uso vengono individuati i **valori limite di emissione**, riportati in **Tabella 5**, che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità del ricettore.

Per ogni classe di destinazione d’uso del territorio vengono individuati anche i **valori limite di immissione** riportati in **Tabella 6**, cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell’ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore.

I valori vengono ripresi da quelli descritti nel D.P.C.M. 1/3/91.

CLASSE DESTINAZIONE D’USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturmo (22.00-6.00)
	Valori in dB(A)	
I: aree particolarmente protette	45	35
II: aree prevalentemente residenziali	50	40
III: aree di tipo misto	55	45
IV: aree di intensa attività umana	60	50
V: aree prevalentemente industriali	65	55
VI: aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 2-5- Valori limite di emissione in dB(A).

CLASSE DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturmo (22.00-6.00)
	Valori in dB(A)	
I: aree particolarmente protette	50	40
II: aree prevalentemente residenziali	55	45
III: aree di tipo misto	60	50
IV: aree di intensa attività umana	65	55
V: aree prevalentemente industriali	70	60
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 2-6- Valori limite di immissione in dB(A).

DMA del 16.03.1998: “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”

Definisce i requisiti della strumentazione utilizzata per le misure; in particolare:

- Le misure di livello equivalente dovranno essere effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995;
- La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0.5 dB.

Nell’Allegato A al DMA sono riportate delle definizioni di alcune espressioni e grandezze utilizzate in acustica; gli Allegati B, C e D contengono rispettivamente: i criteri e le modalità di esecuzione delle misure del rumore in genere, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure del rumore stradale e ferroviario e le modalità di presentazione dei risultati. Per quanto riguarda il rumore da traffico stradale, essendo questo un fenomeno avente carattere di casualità o pseudocasualità, il monitoraggio deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana.

DMA del 29.11.2000: “Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”

Il decreto emanato dal Ministero dell’Ambiente, previsto dall’articolo 10, comma 5 della Legge Quadro, stabilisce che gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture stradali hanno l’obbligo di:

- individuare le aree in cui per effetto delle infrastrutture stesse si abbia superamento dei limiti di emissione;
- determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti;
- presentare al Comune, alla Regione o all’autorità competente da essa indicata il piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall’esercizio delle infrastrutture.

I contenuti essenziali del piano di risanamento consisteranno nella:

- Individuazione degli interventi e relative modalità di esecuzione;
- indicazione delle eventuali altre infrastrutture di trasporto concorrenti all’immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;
- indicazione dei tempi di esecuzione e dei costi previsti per ciascun intervento;
- motivazioni per eventuali interventi sui ricettori.

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 fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Gli interventi strutturali finalizzati all’attività di risanamento 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.

La novità di questo decreto, infine, sta nel fatto che si evincono la caratterizzazione e l'indice dei costi degli interventi di bonifica acustica mediante tipo intervento, campo di impiego, efficacia, costi unitari.

DPR n. 142 del 30.03.2004, attuativo della legge quadro: "Rumore prodotto da infrastrutture stradali"

Il DPR individua l'ampiezza delle fasce di pertinenza dei vari tipi di strade, attenendosi alla classificazione del Codice della Strada; per ciascun tipo di strada stabilisce inoltre i limiti di pressione sonora ammissibili all'interno delle fasce di pertinenza stesse. Vengono distinte infrastrutture stradali di nuova realizzazione ed esistenti o assimilabili, per le quali sono validi i limiti riportati rispettivamente nelle Tabelle 1 e 2, facenti parte dell'Allegato 1 al DPR e di seguito riportate.

In particolare, l'infrastruttura oggetto di studio ricade nella classe A della tabella relativa alle strade esistenti o assimilabili, nella quale sono evidenziate le righe d'interesse.

Strade di nuova realizzazione						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm 5/11/2001 – "Norma funz. o geom. Per la costruzione di 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 – autostrade		250	50	40	65	55
B – extraurbane		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 – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995			

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

Tabella 2-7 - fasce territoriali di pertinenza acustica Per le nuove infrastrutture stradali di tipo A., B., C., D., E. ed F

Strade esistenti e assimilabili (Ampliamenti in asse, affiancamenti, varianti)						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 o direttiva PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
A – autostrade		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbane		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 strade 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			65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F – locale		30				

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

Tabella 2-8 - fasce territoriali di pertinenza acustica Per le infrastrutture stradali esistenti di tipo A., B., C., D., E. ed F

2.2 Normativa regionale

– L. R. 1.12.1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico" (B.U.R.T. n. 42 del 10.12.1998).

– Legge Regionale n. 67 del 29.11.2004: Modifiche alla legge regionale 1.12.1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico). (B.U.R.T. n. 48 del 3.12.2004).

3. CLASSIFICAZIONI ACUSTICHE COMUNALI

In base alla Legge Quadro sul rumore n.447/1995, i Comuni hanno a disposizione lo strumento di “zonizzazione acustica” al fine di regolamentare l’uso del territorio sotto gli aspetti acustici.

Il Piano Comunale di Classificazione Acustica è un atto tecnico – politico di governo del territorio in quanto ne disciplina l’uso e le modalità di sviluppo delle attività ivi svolte. In linea generale, tale classificazione, che sulla scorta dei riferimenti normativi si basa sulla tipologia d’uso del territorio, tende alla salvaguardia del territorio e della popolazione dall’inquinamento acustico senza però tralasciare le esigenze dei settori trainanti l’economia del territorio, quali ad esempio gli ambiti industriali sia esistenti, sia di sviluppo programmato e, più in generale, le infrastrutture.

La classificazione comunale in zone acusticamente omogenee è pertanto il risultato di una analisi del territorio condotta sulla base di documentazione di pianificazione territoriale comunale e provinciale/regionale e della situazione topografica e topologica esistente, oltre che uno strumento complementare allo stesso PRG con funzioni di reciproco controllo e ottimizzazione della pianificazione.

Tali finalità, così come indicano le normative citate, vengono perseguite attraverso una suddivisione del territorio in 6 zone acusticamente omogenee sulla base di parametri di antropizzazione a scala sociale, culturale e di fruizione in genere, quali:

- Densità di popolazione;
- Presenza di ambiti di sensibilità acustica, come strutture sanitarie, strutture per l’istruzione, aree la cui quiete sonora rappresenti un requisito fondamentale, ecc.;
- Densità di attività commerciali e artigianali;
- Presenza di infrastrutture di trasporto;
- Presenza di ambiti industriali.

I comuni interessati dal progetto che hanno redatto la zonizzazione acustica ai sensi del D.P.C.M. 1° marzo 1991 e della legge del 26 ottobre 1995, n. 447 stati:

- Fiumicino
- Cerveteri

Per quanto riguarda invece il Comune di Ladispoli, il Piano di Classificazione Acustica Comunale è stato redatto ma non ancora approvato; è stato tuttavia riportato all'interno dell'elaborato "Censimento Ricettori e Zonizzazioni Acustiche Comunali".

4. CLASSIFICAZIONI DEI RICETTORI

L'area di studio oggetto del presente progetto ha riguardato una fascia di ampiezza pari a 250m ambo i lati dell'autostrada A12 tra il km 14+995 e il km 28+028 ricadente all'interno dei comuni di Fiumicino, Ladispoli e Cerveteri, tutti nella provincia di Roma.

Oltre a questi, sono stati analizzati anche gli edifici sensibili presenti nella fascia compresa tra 250 e 500 metri dall'infrastruttura.

All'interno dell'ambito di indagine è stato effettuato un censimento dei ricettori con lo scopo di caratterizzare tutti gli edifici presenti in termini di destinazione d'uso e numero di piani. I risultati del censimento sono indicati nella tavola apposita mentre il dettaglio delle informazioni è riportato in singole schede per ogni edificio.

Il censimento ha lo scopo di individuare e caratterizzare tutti quegli edifici che sono da considerare critici dal punto di vista dell'impatto acustico indotto dal nuovo progetto infrastrutturale. Tali dati sono importanti, fra l'altro, per la corretta imputazione del modello di simulazione, per il quale è necessario conoscere le caratteristiche fisiche degli edifici di cui si vuole simulare il fenomeno acustico in modo più dettagliato.

Complessivamente sono stati censiti 355 edifici e, per ciascun ricettore, è stato univocamente identificato un numero progressivo.

Nelle tabelle sottostanti vengono dettagliati i risultati del censimento rispetto ai singoli Comuni.

Tipologia Edificio	Comune		
	Fiumicino	Ladispoli	Cerveteri
Edifici censiti	134	65	156
Edifici Residenziali	118	62	134
Edifici Sensibili	4	-	-
Edifici Terziari	9	3	22
Edifici di Culto	2	-	-
Edifici Dismessi	1		

Tabella 4-1 - sintesi del censimento ricettori per i tre comuni attraversati dal tratto oggetto di studio

Per i ricettori compresi nella fascia dei 250 metri, non si tiene conto delle zonizzazioni acustiche comunali, ma si considera quanto stabilito dal DPR n. 142 del 30.03.2004, che arriva a fissare i limiti acustici a seconda della tipologia di

infrastruttura stradale ed in funzione di fasce di pertinenza. In particolare, nel caso della A12, le fasce considerate sono state:

- fascia A: 100 m di ampiezza cui corrispondono i limiti diurni e notturni 70 – 60 dB(A);
- fascia B: di ampiezza 100- 250 m cui corrispondono i limiti diurni e notturni di 65 - 55 dB(A).

Per i ricettori sensibili, i limiti restano sempre 50 - 40 dB(A) rispettivamente per il limite diurno e per il limite notturno (per le scuole vale solo il limite diurno come ricettore sensibile).

Per fissare i limiti acustici dei ricettori, si considera valido naturalmente quanto disposto circa la concorsualità con altre infrastrutture, a tal proposito si veda il capitolo successivo.

Il dettaglio della destinazione d'uso dei ricettori viene riportato nell'elaborato: "Risultati del modello di simulazione: Output tabellari" mentre, nell'elaborato "Censimento ricettori e zonizzazioni acustiche comunali", vengono riportate le destinazioni d'uso dei singoli ricettori suddivisi in:

- Sensibili (scuole e ospedali)
- residenziali
- non residenziali (che racchiudono ricettori terziari, produttivi e di culto)
- altro (box, depositi, ruderi, edifici dismessi, capannoni etc..)

5. LIMITI DI RIFERIMENTO DA APPLICARE NELLO STUDIO

Sulla base di quanto riportato nei precedenti capitoli, i limiti di riferimento acustico per il caso in studio, sono ripresi dalla normativa nazionale specifica sulle infrastrutture stradali, ovvero il DPR 142/2004 che indica valori limite di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni nella prima fascia di 100 metri per lato dall'infrastruttura, e di 65 dB(A) diurni 55 dB(A) notturni nella fascia fino a 250 metri dal bordo dell'infrastruttura.

I ricettori sensibili, invece, sono stati individuati fino ad una distanza di 500 metri dall'infrastruttura.

Nel caso di sovrapposizione di fasce di pertinenza acustica di altre infrastrutture viarie è stata verificata la condizione di concorsualità, come indicata nel DMA 29.11.2000, attraverso la stima delle emissioni dei singoli archi viari in ragione del flusso veicolare che insiste su di essi.

In sintesi, nel caso della sovrapposizione di fasce di pertinenza acustica con altre infrastrutture, laddove è risultato necessario sono stati applicati i limiti di riferimento acustico della concorsualità, come riportato negli scenari seguenti.

Nel caso in cui, oltre all'autostrada sia presente un'ulteriore infrastruttura, non sottoposta a simulazioni, i limiti imposti all'autostrada vengono ridotti di una quantità ΔLeq ottenuta in base alla seguente equazione:

$$10\log_{10}\left(10^{\frac{L_1 - Leq}{10}} + 10^{\frac{L_2 - Leq}{10}}\right) = \max(L_1, L_2) \quad [1]$$

con L_1 e L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente. In questo modo si vincolano le due linee a rispettare dei limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo consentito per ogni singolo ricettore.

Tale formula fa sì che, nel caso in cui L_1 e L_2 siano diversi, si applichi, ai due limiti, un'uguale riduzione percentuale, di modo che non venga penalizzata l'infrastruttura cui compete un limite acustico inferiore.

I limiti applicabili sono ottenuti sottraendo ai limiti imposti alla sola autostrada, il ΔLeq ottenuto in base all'equazione precedentemente riportata. Tale ΔLeq , e di

conseguenza i limiti, variano in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle due infrastrutture, secondo il seguente schema:

Opera di progetto					
		<i>Fascia A</i>		<i>Fascia B (o Fascia Unica 250m)</i>	
2° Infrastruttura		<i>Leq diurno</i>	<i>Leq notturno</i>	<i>Leq diurno</i>	<i>Leq notturno</i>
<i>Fascia A</i>		67,0 dB(A)	57,0 dB(A)	63,8 dB(A)	53,8 dB(A)
<i>Fascia B</i>		68,8 dB(A)	58,8 dB(A)	62,0 dB(A)	52,0 dB(A)

Tabella 5-1 limiti di fascia per nel caso di una sola concorsuale

Le considerazioni fatte in merito all'Equazione 1, valgono anche nel caso di intersezione delle fasce di pertinenza acustica per 3 infrastrutture, con l'unica differenza che il ΔLeq , e di conseguenza i limiti, sono calcolati su 3 valori anziché 2.

Fascia A dell'opera di progetto		Infrastruttura concorsuale 2	
		<i>Fascia A</i>	<i>Fascia B</i>
Infrastruttura concorsuale 1	<i>Fascia A</i>	65,2 dB(A) Leq diurno	66,4 dB(A) Leq diurno
		55,2 dB(A) Leq notturno	56,4 dB(A) Leq notturno
	<i>Fascia B</i>	66,4 dB(A) Leq diurno	67,9 dB(A) Leq diurno
		56,4 dB(A) Leq notturno	57,9 dB(A) Leq notturno

Tabella 5-2 limiti di fascia per nel caso di due concorsuali all'interno della fascia A dell'opera di progetto

Fascia B dell'opera di progetto		Infrastruttura concorsuale 2	
		<i>Fascia A</i>	<i>Fascia B</i>
Infrastruttura concorsuale 1	<i>Fascia A</i>	61,4 dB(A) Leq diurno	62,9 dB(A) Leq diurno
		51,4 dB(A) Leq notturno	52,9 dB(A) Leq notturno
	<i>Fascia B</i>	62,9 dB(A) Leq diurno	60,2 dB(A) Leq diurno
		52,9 dB(A) Leq notturno	50,2 dB(A) Leq notturno

Tabella 5-3 limiti di fascia per nel caso di due concorsuali all'interno della fascia B dell'opera di progetto

Il limite di concorsualità è stato calcolato secondo quanto riportato nell'allegato 4 del del DM 28/11/2000 secondo cui "Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB (A) rispetto al livello della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente può essere trascurato".

Nel caso specifico sono state considerate come concorsuali:

- la Strada Statale Aurelia (SS 1)
- la Strada Provinciale via Settevene Palo (SP 4/a)
- la linea ferroviaria Roma-Pisa

6. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ATTUALE: LE INDAGINI

6.1 Tipologia delle misure

Nell'ambito del progetto definitivo per il potenziamento funzionale dell'Autostrada A12, sono state condotte delle indagini fonometriche volte alla caratterizzazione di alcuni ambiti del territorio in prossimità dell'autostrada e tali da essere rappresentativi anche nel processo di taratura del software di calcolo adottato.

Sono state condotte, cioè, delle misurazioni volte, sia alla rappresentazione del clima acustico allo stato attuale, sia alla verifica dei livelli acustici di output del modello di simulazione, tali da definire le eventuali correzioni da apportare affinché i valori di simulazione meglio si approssimino ai livelli effettivi registrati in campo.

La caratterizzazione della sorgente autostradale, secondo quanto prescritto dal DMA 16 marzo 1998, è consistita in una serie di rilievi fonometrici puntuali di durata settimanale, attraverso i quali sono stati registrati i livelli di pressione sonora presso alcuni dei ricettori interessati dall'impatto acustico dell'infrastruttura (PS).

Per lo studio in esame è stata condotta una campagna di monitoraggio nel febbraio del 2018 che ha coinvolto 10 punti significativi (PS); contemporaneamente sono stati rilevati i parametri meteo (temperatura, velocità del vento, umidità, precipitazioni) necessari affinché la misura possa essere ritenuta valida ai sensi di legge.

I punti di misura (PS) sono stati scelti secondo il criterio di massima esposizione, presso gli edifici ubicati sia in prima che in seconda fascia di pertinenza acustica, in modo da caratterizzare l'andamento del rumore all'aumentare della distanza tra l'infrastruttura e i fabbricati.

I rilievi fonometrici sono stati condotti dai tecnici competenti e sono stati realizzati utilizzando una strumentazione di classe 1 composta da un microfono di tipo G.R.A.S. modello 40AE, un preamplificatore Larson-Davis PRM902 collegato con idoneo cavo microfonico al contenitore a tenuta stagna per misure in ambiente esterno in cui è posizionato un fonometro integratore Larson-Davis 824. Per la calibrazione della strumentazione è stato utilizzato un calibratore Larson-Davis modello CAL200.

In particolare, 9 punti di misura sono serviti per caratterizzare la sorgente principale mentre, 1 PS (PS03) è stato utilizzato per rappresentare la sorgente concorsuale via Aurelia, S.S.1.

Le postazioni PS sono state installate preferibilmente sui balconi in facciata degli edifici più esposti secondo le indicazioni del DM 16 marzo 1998.

Per garantire l'affidabilità dei dati registrati in fase di verifica di attendibilità del modello di simulazione acustica (taratura), si è proceduto al rilievo dell'esatto posizionamento dei punti di misura: un ausilio determinante in tal senso è rappresentato dall'utilizzo di un GPS portatile per il rilievo delle coordinate georeferenziate dei succitati punti.

Gli ambiti di indagine sono stati individuati in via preliminare tenendo conto di vari fattori, tra cui, i più importanti, hanno riguardato:

- l'accessibilità del sito;
- il basso rumore di fondo, ovvero la prevalenza del rumore di origine autostradale rispetto al rumore normalmente presente nell'area;
- la riconoscibilità della sorgente studiata;
- l'assenza di protezioni dal rumore.

I risultati delle misure acustiche sono riportati nell'Allegato "Report Misure" della presente relazione, ove si evince che per ogni punto di misura significativo PS sono stati sintetizzati in forma di scheda i seguenti dati:

- Caratteristiche punto di misura;
- Stralcio planimetrico;
- Documentazione Fotografica;
- Leq orari [dB(A)];
- Leq giornalieri [dB(A)] (periodo diurno e notturno);
- Leq settimanali [dB(A)] (periodo diurno e notturno).

6.2 Strumentazione utilizzata

Per le misure fonometriche sono stati utilizzati diversi Fonometri integratori/analizzatori Real Time Larson Davis Mod. 824, ognuno dei quali è caratterizzato da:

- Conformità classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672

- Linearità dinamica superiore ai 105 dB.
- Costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Picco e Leq contemporanee ed ognuna con le curve di ponderazione (A), (C) e (Lin) in parallelo.
- Registratore grafico di livello sonoro con possibilità di selezione di 39 diversi parametri di misura oltre alla contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d'ottava.
- Analizzatore statistico con curva cumulativa, distributiva e sei livelli percentili definibili tra LN0.01 e LN99.99.
- Identificatore ed acquirente automatico di eventi sonori, completi di profilo livello-tempo. Marcatore di eventi configurabile.
- Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e con dinamica superiore ai 100 dB ed opzione FFT con 400 linee spettrali 0.5Hz – 20kHz.
- Registrazione veloce delle analisi in frequenza nel tempo con visualizzazione del profilo storico di ogni singola banda.

All'inizio e al termine di ogni ciclo di misura è stato effettuato il controllo della calibrazione. Per le operazioni di calibrazione in campo è stato utilizzato un calibratore della Larson Davis mod CAL 200. Le principali caratteristiche tecniche sono:

- Livello di calibrazione 94.0 e 114.0 dB
- Frequenza 1kHz $\pm 1\%$

I rilevamenti sono effettuati in accordo con quanto previsto dalla normativa di settore utilizzando la "cuffia" antivento a protezione del microfono, in condizioni meteorologiche normali ed in assenza di precipitazioni atmosferiche.

La strumentazione fonometrica utilizzata è soggetta a taratura periodica presso un centro SIT. Tutta l'apparecchiatura è stata alimentata autonomamente mediante l'ausilio di batterie.

6.3 Descrizione delle postazioni di indagine

Per il presente lavoro sono state analizzate complessivamente 10 postazioni microfoniche.

La rappresentazione delle postazioni di misura è riportata nell’elaborato “Censimento dei Ricettori”; nel seguito si riporta la sintesi del posizionamento delle postazioni con l’indicazione della distanza, del tipo di sezione stradale e della tipologia di infissi nel caso delle postazioni relative a questo tipo di misura.

Elenco postazioni di misura fonometrica Settimanale			
Postazione	Area / Toponimo	Indirizzo	Distanza (m) dall’infrastruttura
PS-01	Fiumicino	Via Antonio Zaroto, 38	27,0
PS-02	Fiumicino	Via delle Torri di Pagliaccetto	136,0
PS-03 ¹	Fiumicino	Via Fratelli Cuggiani, 3	470,0
PS-04	Fiumicino	Via Arturo Salvioni	30,0
PS-05	Ladispoli	Via dei Monteroni	36,0
PS-06	Cerveteri	Via di Ceri, 75	90,0
PS-07	Cerveteri	Via dei Biscini, 46	79,0
PS-08	Cerveteri	Via Rimessa Nuova	91,0
PS-09	Cerveteri	Via Aviatina, 46	108,0
PS-10	Cerveteri	Via dell’Infernaccio, 27	15,0

Tabella 6-1 – Elenco postazioni di misura fonometrica Settimanale

¹ Punto di misura per la caratterizzazione del rumore della S.S.1, strada concorsuale

7. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

7.1 Descrizione del modello

SoundPLAN è un'applicazione per simulare i fenomeni acustici in ambiente esterno basata su norme e standard internazionali, garantita per eseguire calcoli con precisione pari o inferiore a 0.2 dB.

L'algoritmo di calcolo è basato sulla tecnica di ray-tracing inverso, cioè calcolato al ricevitore. Per fare questo utilizza un metodo a settori detto "dell'angolo di ricerca" che analizza la geometria in base alle sorgenti, le riflessioni, gli schermi e l'orografia che cambiano l'attenuazione del terreno. Il metodo a settori usa per default un angolo di incremento continuo di 1 grado ma si può scegliere un qualsiasi incremento. Minore è l'incremento, più accurato e più lento sarà il calcolo.

Da una ricerca svolta nel 2001 dall'APAT (allora ANPA) risulta che SoundPLAN è il software in commercio con il maggior numero di standard utilizzabili. Essi sono, ad esempio, gli standard RLS90/DIN 180025 (Germania), NMPB-Routes 96, NMPB 2008, CoRTN (Gran Bretagna), Statene Planverk 48 (Scandinavia), FHWA (USA) per quanto riguarda il rumore da traffico stradale; Schall 03/DIN 18005 (Germania), Ö-Norm S 5011 (Austria), Nordic Train e Kilde Report 130 (Scandinavia), CoRN (Gran Bretagna), RMR 2002 (Olanda), SEMIBEL (Svizzera), JNGR (Giappone) per il rumore ferroviario; OAL 28 (Austria), ISO 9613, HKCN (Hong Kong) Nordic Method e CONCAWE per il rumore industriale; AzB/DIN 45643 (Germania) per il rumore aeroportuale.

SoundPlan consente il facile inserimento di una mappa attraverso l'inserimento di curve di livello o di punti quota oppure anche attraverso l'importazione di un disegno in formato DXF (AutoCAD, Microstation...) o l'importazione di un file ASCII che contenga le coordinate dei punti. Non presenta limitazioni di oggetti rappresentabili e quindi può essere utile a rappresentare ampie porzioni di territorio anche con risoluzioni inferiori al metro.

Definito l'andamento orografico del terreno si possono inserire nel modello gli edifici definendone quota, dimensioni, numero e altezza dei piani e altri elementi schermanti rispetto alle sorgenti.

È possibile inserire sorgenti puntuali, lineari o areali. Particolari sorgenti sono le strade, le aree parcheggio, le ferrovie e le sorgenti industriali. Ciascuna di esse è caratterizzata da direttività e spettro di emissione in bande di ottava o terzi d'ottava e può essere

importata da un database contenuto in SoundPLAN o direttamente inserita in base a rilievi effettuati.

Infine il calcolo delle mappe del rumore avviene a una certa altezza dal suolo e suddividendo l'area di calcolo secondo una griglia più o meno fitta, parametri questi definiti a piacere dall'utente e che stabiliscono la precisione del risultato.

Tutte le sorgenti sono indipendenti e possono essere calcolate separatamente. I risultati dei contributi di tutte le sorgenti possono essere sommati nel livello di immissione usando la formula:

$$L_{i,TOT} = 10 \log \left(\sum \left(10^{L_i/10} \right) \right)$$

Il contributo di una singola sorgente è dedotto dalla potenza sonora e dalla modalità di propagazione e può essere descritto dalla seguente formula:

$$L_i = L_w - C_1 - C_2 - \dots - C_n$$

con L_w = potenza sonora della singola sorgente;

$C_1.. C_n$ = coefficienti di propagazione.

I coefficienti di propagazione sono legati ai fenomeni di attenuazione per distanza, assorbimento dell'aria, effetto del suolo, diffrazione e riflessione: essi caratterizzano quindi le modalità attraverso le quali il segnale sonoro emesso dalla sorgente i -esima viene modificato prima di raggiungere il ricevitore considerato.

7.2 Sorgenti Sonore

Il rumore può essere emesso da varie sorgenti, la maggior parte delle quali possono essere calcolate con SoundPLAN. Le sorgenti possono essere strade, ferrovie, aeroporti, sorgenti puntuali, lineari e areali all'interno o all'esterno di edifici. Tutte le sorgenti hanno la loro propria definizione a seconda della loro emissione e di altre caratteristiche. Per strada, ferrovia e rumore di aereo SoundPLAN contiene un modello di sorgente che calcola la potenza sonora o un livello di emissione in base ai dati di traffico.

Il rumore industriale richiede l'uso di dati misurati.

Il tipo di sorgente determina la geometria di definizione di una sorgente. Una sorgente puntuale ha bisogno di una sola coordinata. Una sorgente lineare è definita con

almeno 2 punti. Se più di 2 punti sono correlati, SoundPLAN presume la presenza di una polilinea continua. Una sorgente area richiede almeno 3 coordinate. Finché l'area è definita come un piano, SoundPLAN può accettare qualsiasi numero di coordinate per la sorgente area. Se la sorgente non è su un piano, sarà necessario definire più poligoni sorgente più piccoli, ognuno su un piano. Se sorgenti area contengono più di 3 coordinate, SoundPLAN le divide in una serie di triangoli.

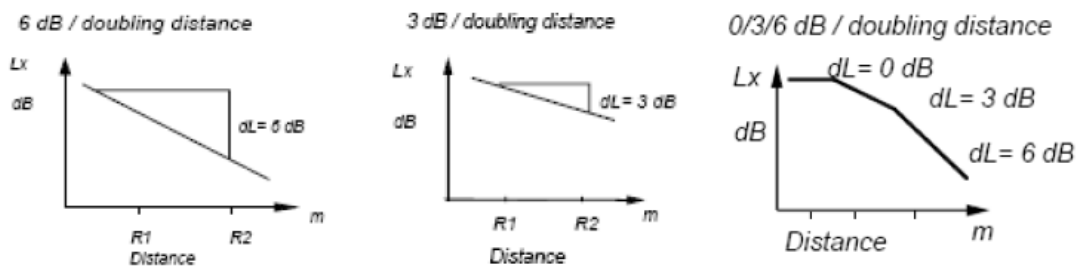
La seconda limitazione per le sorgenti lineari e areali è l'uniformità di emissione. In presenza di un cambio di volume di traffico o di velocità, si ha anche un cambio di emissione di rumore e così è necessaria la definizione di una nuova sorgente.

Strade, ferrovie e sorgenti industriali sono definite solamente dal rumore emesso.

7.3 Caratteristiche del modello

Propagazione

La definizione del livello di pressione sonora ad una certa distanza dipende in primo luogo dalla forma della superficie di propagazione (sferica, cilindrica, piana) e dalla distanza. Il primo coefficiente di propagazione è quindi legato alla geometria della sorgente (puntuale, lineare, areale).



L'aria, come ogni altro mezzo, non permette alle onde sonore di propagarsi senza perdite. Le perdite dipendono dalla frequenza, dalla temperatura, dall'umidità relativa e dalla pressione dell'aria.

Così come sono concepiti gli standard di calcolo, quando l'assorbimento di aria non è calcolato implicitamente nella propagazione, ci sono metodi diversi usati a valutare l'assorbimento di aria.

ISO 9613 è lo standard più recente, più flessibile e più accurato. I valori sono calcolati da formule dedotte dalle curve di rilascio di azoto ed ossigeno. Temperatura, umidità, frequenza e pressione sono i parametri per il calcolo.

SoundPLAN permette di scegliere il metodo per l'assorbimento dell'aria selezionando il setting adatto.

Schermature

Le schermature vengono calcolate quando un'onda sonora è diffratta da uno spigolo. Esse possono essere orizzontali o verticali. Negli standard industriali, la schermatura orizzontale può essere attivata attivando il campo appropriato. La funzione che valuta la schermatura è data in base ai parametri di frequenza e alla differenza di percorso.

In SoundPLAN effetti di diffrazione possono essere causati da schermi, linee in elevazione e oggetti riflettenti.

In operazioni normali, SoundPLAN valuta la diffrazione al di sopra di uno schermo o di un ostacolo, mentre la diffrazione laterale è opzionale.

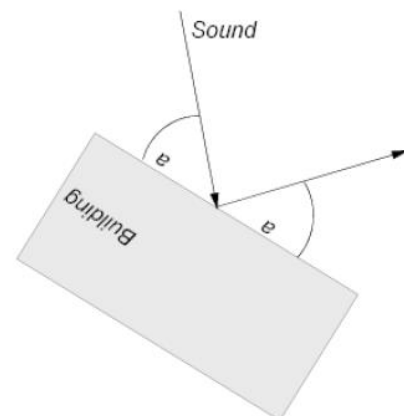
Effetto del suolo

Un'onda interagisce con il terreno con fenomeni di riflessione, assorbimento e interferenza. La diversità di risposta riguardo l'effetto del suolo è più importante di ogni altro aspetto. Alcuni standard (tutti quelli tedeschi) trascurano il coefficiente di assorbimento del terreno e utilizzano la propagazione sul terreno allo stesso modo della propagazione su un lago. L'effetto suolo dipende solamente dalla distanza tra sorgente e ricevitore e l'altezza media della linea di vista sopra della terra.

Riflessioni

Il fenomeno della riflessione viene riprodotto in primo luogo su base geometrica: l'angolo di incidenza è uguale a quello di riflessione.

Questa impostazione dipende tuttavia dalle dimensioni della superficie riflettente, dalla lunghezza d'onda del raggio incidente e dall'angolo di incidenza.



Per lunghezze d'onda superiori al doppio della dimensione maggiore della superficie riflettente e per angoli di incidenza superiori a 85° non viene calcolato alcun fenomeno di riflessione. In tutti gli altri casi alla riflessione è associato anche un parziale assorbimento, calcolato in funzione della frequenza e delle caratteristiche del materiale di rivestimento della superficie riflettente (definibili dall'utente).

7.4 I dati di traffico

7.4.1 SITUAZIONE ATTUALE

Il traffico giornaliero medio annuo che interessa la tratta oggetto di studio è stato misurato mediante i sistemi automatici di Autostrade per l'Italia e rappresenta il valore complessivo per verso di percorrenza suddiviso in veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Nel modello, ai fini di una caratterizzazione più completa dei flussi veicolari, sono stati implementati i dati con il dettaglio maggiore delle singole corsie di marcia (due per direzione) derivando le informazioni da indagini sul traffico della tratta effettuate in annualità precedenti. Nella tabella seguente, si riporta la sintesi diurna e notturna dei flussi leggeri e pesanti con l'indicazione delle velocità di percorrenza.

	Direzione Cerveteri (Flussi v/h)				Direzione Torrimpietra (Flussi v/h)			
	Marcia		Sorpasso		Marcia		Sorpasso	
	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.	Leg.	Pes.
Day	481	113	494	11	496	111	509	11
Night	126	28	48	1	140	28	54	1
Velocità Km/h	100	90	120	100	100	90	120	100

7.4.2 SITUAZIONE DI PROGETTO

L'orizzonte temporale di progetto è l'anno 2042, ultimo orizzonte temporale analizzato nello studio di traffico di progetto (elaborato ATR0001). Le stime di crescita future utilizzate sono quelle previste nello studio di traffico, al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Il volume complessivo veicolare previsto all'anno 2042 è di circa 52.000 veicoli giornalieri.

La ripartizione nei periodi diurno e notturno e la suddivisione in classi di veicoli leggeri e pesanti segue lo stesso andamento individuato nella situazione attuale, con l'unica eccezione che nella sola carreggiata direzione Torrimpietra sono previste tre corsie in luogo delle due attuali.

Tale assunzione è cautelativa in considerazione del fatto che la configurazione a tre corsie di marcia e quindi con la sorgente più prossima agli eventuali ricettori sarà attiva solo in taluni periodi dell'anno.

7.5 Taratura del modello di simulazione

Per procedere alla taratura del modello di calcolo sono stati eseguiti i seguenti passaggi:

- inserimento dei punti virtuali di misura all'interno del modello tridimensionale esattamente nei punti in cui sono stati condotti i rilievi reali;
- inserimento dei dati acustici di immissione misurati (Leq [dB(A)]) come metadato all'interno del punto virtuale del modello;
- inserimento nel modello dei dati del traffico;
- calcolo dei livelli simulati in corrispondenza di tutti i punti virtuali inseriti (Leq [dB(A)]);
- verifica degli scostamenti tra i dati misurati ed i dati simulati.

Si sottolinea che tutte le campagne di misura hanno avuto durata settimanale e sono state caratterizzate dalla simultanea attività di monitoraggi acustici e rilievi del traffico. Le condizioni generali di calcolo sono state:

Impostazioni di calcolo del modello di simulazione SoundPlan			
Standard di calcolo	Tipologia asfalto	Ground Factor	Numero Riflessioni
NMPB 96	Porosa	0,6	2

I risultati della taratura sono visualizzati nella tabella sottostante in cui si può osservare come lo scostamento tra livelli misurati e livelli calcolati sono compresi in un intervallo accettabile al fine della taratura del modello di simulazione.

Punto di misura	Tipologia strada	Distanza (m)	Misura		Simulazione (NMPB 96)		Delta (Misura-Simulazione)	
			day	night	day	night	day	night
PS_01	rilevato	27	61,4	53,6	60,9	53,8	0,5	-0,2
PS_02	raso	136	57,1	50,1	57,8	50,7	-0,7	-0,6
PS_04	raso	30	69,0	62,2	69,7	62,6	-0,7	-0,4
PS_05	raso	36	64,1	56,6	63,6	56,5	0,5	0,1
PS_06	raso	90	58,3	49,7	57,5	50,2	0,8	-0,5
PS_07	raso	79	61,5	55,0	62,0	54,9	-0,5	0,1
PS_08	raso	91	59,5	52,7	60,0	52,8	-0,5	-0,1
PS_09	trincea	108	51,9	45,5	52,0	44,9	-0,1	0,6
PS_10	trincea	15	71,3	63,9	71,4	64,1	-0,1	-0,2

In particolare lo scostamento medio per il periodo diurno è pari a - 0,1 [dB(A)] e per il periodo notturno è pari a - 0,1 [dB(A)]; queste leggere divergenze del dato simulato rispetto alla misura reale possono essere causate da alcuni effetti schermanti e fonoassorbenti che influiscono sulla misura, ma non è ipotizzabile una rappresentazione della geomorfologia del territorio dettagliata di tutti i possibili elementi interferenti per non incorrere in tempi di digitalizzazione e calcolo estremamente onerosi a fronte di una minore incertezza tra dato rilevato e dato simulato. Si deve tenere inoltre in considerazione che una misura fatta con uno strumento di classe 1 ha di per sé un'incertezza strumentale di ± 0.7 dB.

Pertanto, nell'ambito del presente studio, la modellizzazione svolta è affidabile e coerente sia sotto il profilo delle geometrie che della propagazione acustica.

8. DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE

8.1 Aspetti generali

A seguito del procedimento di taratura anzi descritto, si è proceduto, attraverso il modello di simulazione SoundPlan, a individuare i livelli di pressione sonora presso ogni ricettore e per ciascun piano del fabbricato per tutti gli scenari simulati, cioè:

- lo scenario di ante operam, riferito all'anno 2017;
- lo scenario post operam, riferito all'anno 2042;
- lo scenario post mitigazione, riferito all'anno 2042.

Il software di simulazione ha tenuto conto dell'orografia del terreno e dell'esatto posizionamento piano altimetrico del corpo stradale attuale, essendo entrambi i dati dedotti da file vettoriali tridimensionali; è stato peraltro tenuto conto delle caratteristiche medie di assorbimento del terreno sulla base del processo di taratura sopra descritto e sono stati inseriti tutti gli edifici presenti considerandone altezza e destinazione d'uso, nonché i possibili elementi interposti fisicamente tra la sorgente di rumore e gli edifici ricettori.

I risultati della modellazione sono raccolti in una tabella numerica in cui i valori di rumore attesi sono indicati ad ogni piano dell'edificio e per le diverse condizioni di calcolo. In detta tabella sono inoltre riportati i limiti di riferimento acustico (tenendo conto anche della presenza di eventuali sorgenti concorsuali), le destinazioni d'uso degli edifici, la fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura di progetto.

Per completezza di informazione, le ultime colonne delle tabelle riportano anche l'eventuale impatto residuo in facciata; nel caso gli interventi di mitigazione proposti non fossero sufficienti a condurre i valori di rumore entro i limiti normativi in ambito esterno, si renderebbe necessaria la verifica, nella situazione post mitigazione, relativamente ai limiti normativi in ambito interno, tenendo conto di un abbattimento medio del sistema parete esterna/infissi esistenti di 20 dB(A).

8.2 Lo scenario ante operam

La situazione attuale, come detto, è riferita all'anno 2017 caratterizzato da un flusso veicolare complessivo di circa 39.000 veicoli giornalieri.

Dei 355 edifici simulati nella situazione attuale, sono risultati complessivamente 7 edifici fuori limite di cui 4 residenziali e 3 scuole.

Relativamente ai piani, si osservano complessivamente 13 valori oltre i limiti, con una media di 4,2 dBA di esubero per i ricettori abitativi nel periodo notturno e 4,6 dBA di esubero per i ricettori sensibili nel periodo diurno.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi con l'indicazione dei ricettori e dei relativi piani oggetto di simulazione che risultano oltre il limite normativo nella situazione Ante Operam.

Comune	Nome edificio	Piano	Dist. (m)	Fascia Pertinenza acustica	Destinazione e d'uso	Limite diurno [dB(A)]	Limite notturno [dB(A)]	Livello Ante Operam [dB(A)]		Fuori limite [dB(A)]	
								day	night	day	night
Fiumicino	A-013	Terra	147,0	B	Scuola	50	-	56,2	49,3	-6,2	
Fiumicino	A-013	Primo	147,0	B	Scuola	50	-	58,1	51,1	-8,1	
Fiumicino	A-065a	Terra	174,0	B	Scuola	50	-	51,9	45,0	-1,9	
Fiumicino	A-065a	Primo	174,0	B	Scuola	50	-	55,6	48,7	-5,6	
Fiumicino	A-065b	Terra	152,0	B	Scuola	50	-	50,1	43,3	-0,1	
Fiumicino	A-065b	Primo	152,0	B	Scuola	50	-	53,3	46,6	-3,3	
Fiumicino	A-106	Terra	24,0	A	Residenziale	70	60	70,4	63,3	-0,4	-3,3
Fiumicino	A-106	Primo	24,0	A	Residenziale	70	60	71,0	63,9	-1,0	-3,9
Fiumicino	A-133	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	72,6	65,5	-2,6	-5,5
Ladispoli	B-010	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	71,9	64,8	-1,9	-4,8
Ladispoli	B-010	Primo	14,0	A	Residenziale	70	60	72,8	65,7	-2,8	-5,7
Ladispoli	B-061	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	70,4	63,2	-0,4	-3,2
Ladispoli	B-061	Primo	14,0	A	Residenziale	70	60	72,8	65,7	-2,8	-5,7

Nella seguente tabella si riporta una sintesi dei dati dello stato di Ante Operam

Etichette di riga	Numero Ricettori	Numero Piani	Numero Edifici fuori limite	Numero Piani fuori limite
Cerveteri	156	261	-	-
Residenziale	134	236	-	-
Terziario	22	25	-	-
Fiumicino	134	287	5	9
Culto	2	4	-	-
Dismesso	1	2	-	-
Residenziale	118	261	2	3
Scuola	4	8	3	6
Terziario	9	12	-	-
Ladispoli	65	112	2	4
Residenziale	62	109	2	4
Terziario	3	3	-	-
Totale complessivo	355	660	7	13

Tabella 8-1 sintesi dei dati dello stato di A.O.

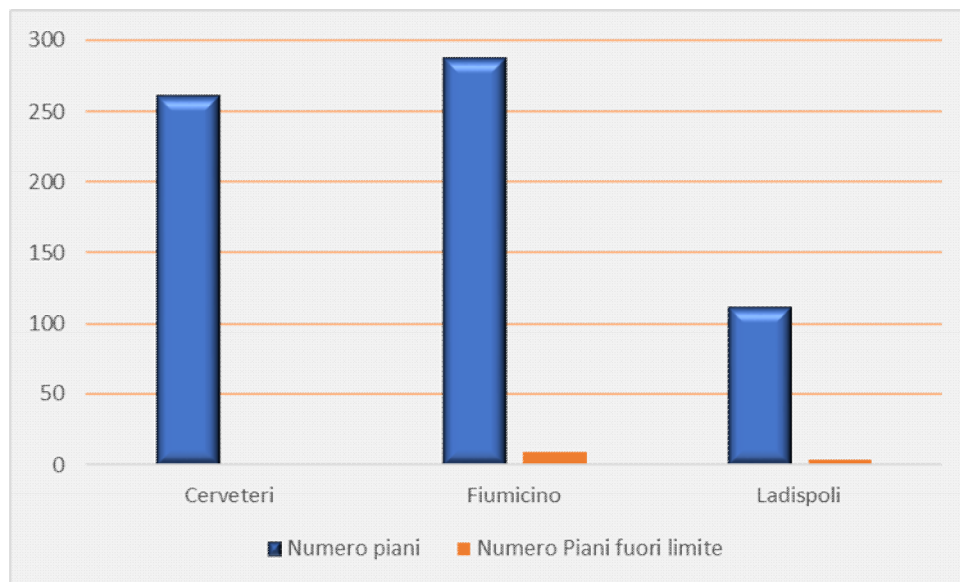


Figura 8-1 sintesi grafica dello stato di Ante Operam

8.3 Lo scenario post operam

Per individuare gli interventi di mitigazione riferiti allo scenario di progetto si è proceduto, attraverso il modello di simulazione SoundPlan, a individuare i livelli di pressione sonora presso ogni ricettore e per ciascun piano del fabbricato per lo scenario Post Operam.

All'interno del modello è stato costruito il tracciato di progetto e i traffici considerati sono stati quelli proiettati all'anno 2042, complessivamente circa 52.000 veicoli.

Nella situazione Post Operam, come si evince dalla tabella di output del modello riportate nell'elaborato "Risultati del modello di simulazione: Output tabellari", dei 355 edifici simulati, sono risultati 10 ricettori con valori oltre il limite normativo di cui 7 abitativi per il periodo notturno e 3 edifici scolastici per il periodo diurno.

Relativamente ai piani, si osservano complessivamente 16 valori oltre i limiti, con una media di 4,7 dBA di esubero per i ricettori abitativi nel periodo notturno e 5,2 dBA di esubero per i ricettori sensibili nel periodo diurno.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi con l'indicazione dei ricettori e dei relativi piani oggetto di simulazione che risultano oltre il limite normativo nella situazione Post Operam.

Comune	Nome edificio	Piano	Dist. (m)	Fascia Pertinenza acustica	Destinazione d'uso	Limite diurno [dB(A)]	Limite notturno [dB(A)]	Livello Post Operam [dB(A)]		Fuori limite [dB(A)]	
								day	night	day	night
Fiumicino	A-013	Terra	147,0	B	Scuola	50	-	57,7	50,7	-7,7	
Fiumicino	A-013	Primo	147,0	B	Scuola	50	-	59,5	52,5	-9,5	
Fiumicino	A-065a	Terra	174,0	B	Scuola	50	-	52,8	45,9	-2,8	
Fiumicino	A-065a	Primo	174,0	B	Scuola	50	-	56,5	49,7	-6,5	
Fiumicino	A-065b	Terra	152,0	B	Scuola	50	-	50,7	43,9	-0,7	
Fiumicino	A-065b	Primo	152,0	B	Scuola	50	-	54,0	47,2	-4,0	
Fiumicino	A-106	Terra	24,0	A	Residenziale	70	60	71,8	64,7	-1,8	-4,7
Fiumicino	A-106	Primo	24,0	A	Residenziale	70	60	72,4	65,4	-2,4	-5,4
Fiumicino	A-121	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	69,2	62,4		-2,4
Fiumicino	A-123	Primo	37,0	A	Residenziale	70	60	69,7	62,6		-2,6
Fiumicino	A-133	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	74,2	67,2	-4,2	-7,2
Ladispoli	B-010	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	73,0	65,9	-3,0	-5,9
Ladispoli	B-010	Primo	14,0	A	Residenziale	70	60	73,9	66,8	-3,9	-6,8

Comune	Nome edificio	Piano	Dist. (m)	Fascia Pertinenza acustica	Destinazione d'uso	Limite diurno [dB(A)]	Limite notturno [dB(A)]	Livello Post Operam [dB(A)]		Fuori limite [dB(A)]	
								day	night	day	night
Ladispoli	B-061	Terra	14,0	A	Residenziale	70	60	71,3	64,1	-1,3	-4,1
Ladispoli	B-061	Primo	14,0	A	Residenziale	70	60	74,3	67,3	-4,3	-7,3
Cerveteri	C-001	Terra	9,0	A	Residenziale	70	60	67,1	60,1		-0,1

Tabella 8-2 Ricettori e piani in esubero rispetto ai limiti normativi nella fase Post Operam

Nella seguente tabella si riporta una sintesi dei dati dello stato di Post Operam

Etichette di riga	Numero Ricettori	Numero Piani	Numero Edifici fuori limite	Numero Piani fuori limite
Cerveteri	156	261	1	1
Residenziale	134	236	1	1
Terziario	22	25	-	-
Fiumicino	134	287	7	11
Culto	2	4	-	-
Dismesso	1	2	-	-
Residenziale	118	261	4	5
Scuola	4	8	3	6
Terziario	9	12	-	-
Ladispoli	65	112	2	4
Residenziale	62	109	2	4
Terziario	3	3	-	-
Totale complessivo	355	660	10	16

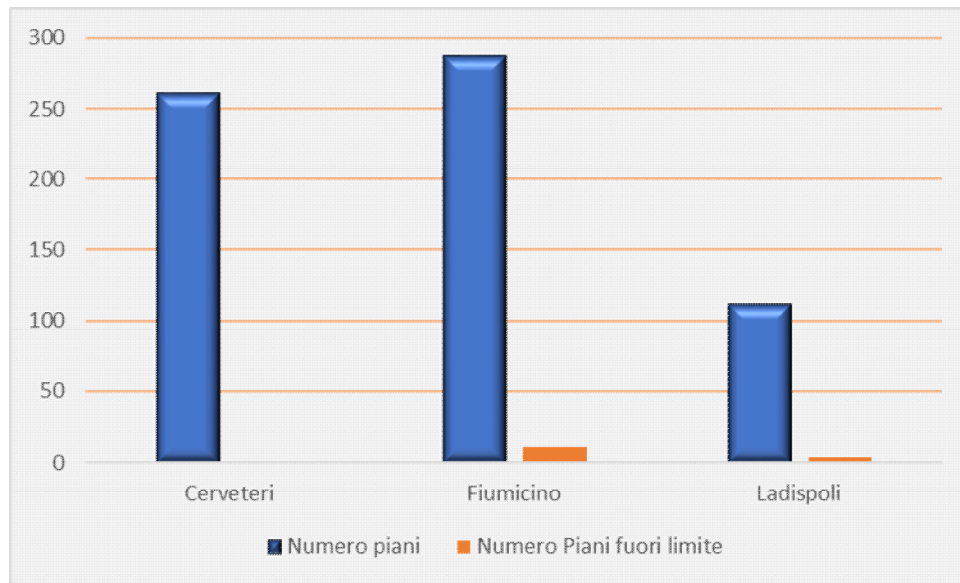


Figura 8-2 sintesi grafica dello stato di Post Operam

8.4 Lo scenario post mitigazione

In merito alle simulazioni della situazione Post Mitigazione, gli interventi sono stati progettati per abbattere i livelli eccedenti i limiti normativi quanto più possibile mediante l'interposizione di schermi antirumore, compatibilmente con le soluzioni progettuali attualmente esistenti per le barriere e considerando il miglior rapporto costi/benefici.

In linea generale, l'obiettivo del lavoro è stato quello di portare al di sotto dei limiti normativi in ambito esterno tutti i ricettori che hanno presentato esuberi nello scenario post operam, riducendo al minimo il ricorso alla verifica in ambito interno, laddove cioè, come recita l'art. 5 comma 4 del DM 29/11/2000, nonché l'art. 6 comma 2 del DPR 142/2004 "i valori limite per le infrastrutture di cui all'art. 2 comma 3, (...) non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche e di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti interni (...)".

In sintesi, a seguito degli interventi di mitigazione, del totale dei 355 edifici individuati nel censimento (tutti effettivamente oggetto di simulazione acustica), tutti i ricettori risultano all'interno dei limiti normativi.

Il dettaglio dei valori di simulazione è riportato nelle tabelle di output del codice di calcolo allegate.

Le analisi acustiche mediante software di simulazione hanno definito il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica che riguardano circa 1,3 chilometri lineari di schermature antirumore (si prevedono schermature prevalentemente trasparenti e quindi riflettenti), per una superficie di 5.500 metri quadrati complessivi.

Nella tabella sottostante si riporta il dettaglio degli interventi progettati.

Carreggiata NORD				
n. barriera	carr.	altezza [m]	lunghezza [m]	superficie [m ²]
1N	carr. nord	5	112	560
2N	carr. nord	3	68	204
3N	carr. nord	5	72	360
4N	carr. nord	3	109	324
5N	carr. nord	3	113	339
			474	1.787
Carreggiata SUD				
n. barriera	carr.	altezza [m]	lunghezza [m]	superficie [m ²]
1S	carr. sud	5	514	2570
2S	carr. sud	3	66	198
		4	80	320
3S	carr. sud	3	65	195
5S	carr. sud	4	69	276
			794	3.559
TOTALE INTERVENTI			1.268	5.346