

## AUTOSTRADA (A1) : MILANO-NAPOLI

TRATTO: FIRENZE SUD - INCISA VALDARNO

STABILIZZAZIONE VERSANTE IN LOCALITA' FORNACE DI TROGHI  
(AREA PISCINALE)

### PROGETTO DEFINITIVO

#### DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### ASPETTI AMBIENTALI

#### STUDIO ACUSTICO

#### Relazione impatto acustico

Fase di esercizio

VERIFICA a cura di: IL TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA Numero Iscrizione Elenco Nazionale n. 4702 Ing. Giovanni Inzerillo Ord. Ingg. Milano N. A30696 T.L. Studi Acustici	RIESAME a cura di: IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Enrica Bontempi Ord. Ingg. Roma n. 39356	VALIDAZIONE INTERNA a cura di: IL DIRETTORE TECNICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova n. 9810A T.A. - Ambiente
---	--	---

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
T1157	0000	PD	DG	AMB	00000	00000	R	PAC	0010	00	SCALA -

	ENGINEERING COORDINATOR: Ing. Enrica Bontempi Ord. Ingg. Roma n. 39356	REVISIONE	
	SUPPORTO SPECIALISTICO:	n.	Data
		0	PRIMA EMISSIONE LUGLIO 2024

CODIFICA ASPI	Codice Commessa	Fase	Origine	Disciplina	W B S	Tipo	Progressivo	Classe	Status	Rev.
	0G099-PD-TECN-PAC-00000-REL-000007							1	APD	00

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Luca Giacomini	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle infrastrutture e dei trasporti
---	---

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>	
1.1	OGGETTO E SCOPO DEL LAVORO.....	2	
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>3</b>	
2.1	NORMATIVA NAZIONALE .....	3	
2.1.1	<i>Il DMA 29.11.2000 sui piani di risanamento acustico delle infrastrutture .....</i>	3	
2.1.2	<i>Il D.P.R. 142/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.....</i>	4	
2.1.3	<i>Decreto n. 194 del 19 agosto 2005.....</i>	7	
2.2	NORMATIVA REGIONALE.....	8	
2.3	CLASSIFICAZIONI ACUSTICHE COMUNALI .....	8	
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE TERRITORIALI E INSEDIATIVE .....</b>	<b>9</b>	
3.1	CENSIMENTO DEI RICETTORI .....	9	
3.2	RICETTORI SENSIBILI .....	9	
3.3	SORGENTI DI RUMORE CONCORSALE .....	9	
3.3.1	<i>Metodologia per la considerazione della concorsualità.....</i>	10	
3.3.2	<i>Identificazione di significatività della sorgente concorsuale (Fase 1).....</i>	10	
3.3.3	<i>Definizione dei limiti di soglia (Fase 2).....</i>	10	
3.4	CLIMA ACUSTICO ATTUALE.....	12	
3.4.1	<i>Rilievi fonometrici.....</i>	12	
<b>4</b>	<b>FASE DI ESERCIZIO - ANALISI PREVISIONALE.....</b>	<b>14</b>	
4.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE SOUNDPLAN.....	14	
4.2	DATI DI TRAFFICO.....	16	
4.3	VERIFICA ATTENDIBILITÀ DEL MODELLO PREVISIONALE.....	17	
4.4	PREVISIONE DEI LIVELLI DI RUMORE AI RICETTORI .....	17	
4.4.1	<i>Localizzazione dei punti di calcolo.....</i>	17	
4.4.2	<i>Specifiche di calcolo .....</i>	17	
4.4.3	<i>Scenari simulati .....</i>	18	
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI MITIGAZIONI .....</b>	<b>19</b>	
5.1	INTERVENTI LUNGO LA VIA DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE DALLA SORGENTE AL RICETTORE.....	19	
5.2	INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI.....	19	
<b>6</b>	<b>RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....</b>	<b>20</b>	

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Oggetto e scopo del lavoro

Il presente studio costituisce la documentazione di impatto acustico della fase di esercizio in accompagnamento al Progetto Definitivo relativo alla realizzazione di una galleria artificiale progettata ai fini della messa in sicurezza del tratto dell'Autostrada A1 Milano – Napoli nel tratto oggetto di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno nel comune di Rignano sull'Arno (FI).

La galleria artificiale si colloca lungo la nuova carreggiata sud del sopra citato intervento di ampliamento autostradale, tra l'imbocco Sud della nuova galleria naturale San Donato e il sito di rimodellamento morfologico denominato "il Piscinale" tra le pk 10+000 e 10+500.

Si riporta a seguire l'inquadramento dell'ambito di studio.

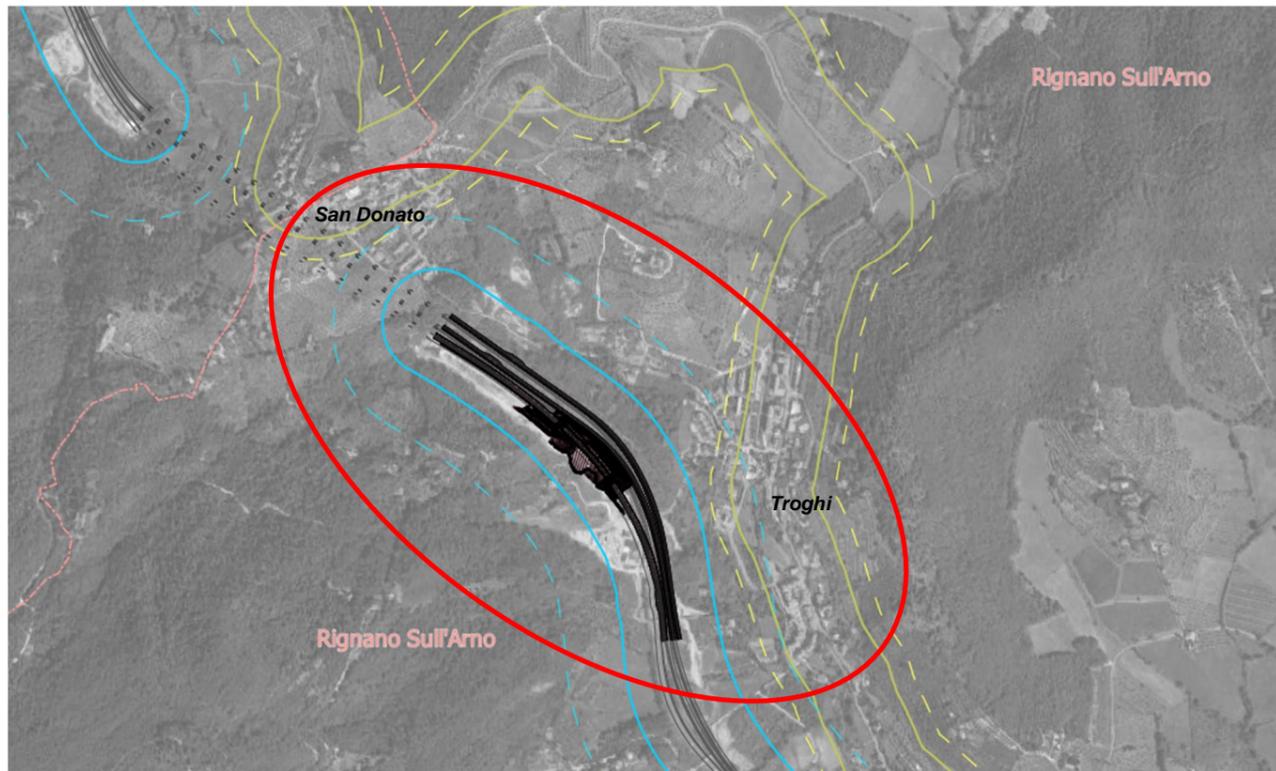


Figura 1-1 – Ambito territoriale di riferimento

Lo studio sull'impatto acustico è stato finalizzato alla verifica dei livelli sonori in fase di esercizio nello scenario futuro presso i ricettori circostanti all'opera dell'infrastruttura autostradale in progetto.

Lo studio è stato affrontato simulando in modo dettagliato, con modelli previsionali adeguati, tutte le aree potenzialmente interferite, verificando gli specifici ricettori presenti sul territorio.

Le valutazioni modellistiche sono state sviluppate in corrispondenza di tutti gli edifici presenti all'interno della fascia di circa 500 m, valutati come involucro delle distanze dal confine stradale dell'Autostrada in progetto.

Si segnala inoltre che il presente studio è stato effettuato aggiornando il censimento degli edifici (destinazione d'uso e numero di piani) e, a titolo cautelativo, integrando i ricettori posti in aree più distanti dall'infrastruttura a completamento di ambiti già valutati nei precedenti studi. Tutti i ricettori integrati nel presente studio sono contrassegnati nella presente documentazione e relativi Elaborati dai codici **NRxxxx** (Nuovo Residenziale) ed **NSxxx** (Nuovo Sensibile).

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

### 2.1 Normativa nazionale

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 447/95.

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 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".

#### 2.1.1 Il DMA 29.11.2000 sui piani di risanamento acustico delle infrastrutture

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.

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

#### **Ambito di applicazione e definizioni**

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 ciascuna lato dell'infrastruttura a partire dal confine stradale (di dimensione variabile in relazione al tipo di infrastruttura e compresa tra un massimo di 250 m e un minimo di 30 m). Per le infrastrutture di nuova realizzazione il corridoio progettuale ha una estensione doppia della fascia di pertinenza acustica (500 m per le autostrade) in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.
- 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 nella tabella seguente.

*Tabella 2-1: Valori limite assoluti di immissione per strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti) - tab 2, DPR 142/04*

Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Nome CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole <sup>(*)</sup> , ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dBA	Notturmo dBA	Diurno dBA	Notturmo dBA
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre 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 in data 14 novembre 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

### Infrastrutture di nuova realizzazione

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. 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 nuove infrastrutture stradali sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 2-2: Valori limite assoluti di immissione per strade di nuova realizzazione - tab 1, DPR 142/04.

Tipo di strada	Sottotipi ai fini acustici (DM 5.11.2001)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 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 2-1 e Tabella 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 dBA notturno per ospedali, case di cura e di riposo;
- 40 dBA notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dBA 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.

Applicando le indicazioni normative all'intervento in progetto ne deriva che al tratto di potenziamento oggetto di valutazione vanno attribuiti i limiti riferiti alle infrastrutture esistenti e nello specifico i seguenti:

- (Categoria di strada A – Autostrade) con una fascia di pertinenza suddivisa in due parti:
  - ü Fascia A: 100m dal confine stradale;
  - ü Fascia B: 150m oltre la Fascia A.

I livelli limite di immissione per i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza sono pertanto i seguenti:

Tabella 2-3 - Limiti per i ricettori nella fascia di pertinenza

	Limite Diurno dBA	Limite Notturno dBA
Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)	50	40
Altri Ricettori – Fascia A	70	60
Altri Ricettori – Fascia B	65	55

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

Tabella 2-4 - Limiti per i ricettori al di fuori della fascia (limiti di immissione della zonizzazione acustica del territorio)

CLASSI	FASCIA ORARIA	
	Limite Diurno dBA (06-22)	Limite Notturno dBA (22-06)
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
V – Aree esclusivamente industriali	70	70

### 2.1.3 Decreto n. 194 del 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 adottate in attuazione della stessa legge.

I piani d'azione previsti ai commi 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.l. 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 Lden e Lnight verranno determinati entro 120 giorni dalla data di entrata in vigore del D.l. 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 Lden e Lnight sulla base dei metodi di conversione che verranno definiti entro 120 giorni con decreto del presidente del Consiglio dei Ministri.

## 2.2 Normativa regionale

La normativa regionale di riferimento comprende le seguenti leggi e deliberazioni:

- L. R. 1 dicembre 1998, n. 89 “Norme in materia di inquinamento acustico”, modificata con Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67.
- DGR n. 857/2013 “Definizione criteri documentazione impatto acustico e relazione previsionale di clima acustico”
- D.P.G.R. n. 2/R del 08.01.2014 “Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico”
- D.P.G.R n. 38/R del 07.07.2014 “Modifiche al regolamento regionale di attuazione dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R”.

## 2.3 Classificazioni acustiche Comunali

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

All'esterno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie si applicano i limiti assoluti di immissione definiti in sede di classificazione acustica comunale.

A seguire si riportano gli estremi di approvazione della classificazione acustica di Bagno a Ripoli, territorio comunale interessato dall'opera in progetto.

Tabella 2-5: Stato della classificazione acustica

Comune	Atto
Bagno a Ripoli	Delibera di adozione n. 21/2005

Gli edifici considerati nello studio acustico esterni alle fasce di pertinenza ricadono prevalentemente nelle Classi III (Aree miste) e IV (Aree di intensa attività umana).

L'identificazione e la classificazione acustica del sistema ricettore è dettagliata graficamente nell'**Elaborato PAC0004**.

### 3 CARATTERISTICHE TERRITORIALI E INSEDIATIVE

Il territorio potenzialmente interferito dalla realizzazione del progetto è compreso tra il km 9+700 e il km 10+750 circa.

Dal km 8+745 circa al km 9+705 il tracciato si sviluppa in galleria naturale. Nell'area sovrastante tale galleria, sorge il piccolo nucleo abitato di "San Donato in collina" posto ad una quota di circa 370-380 m s.l.m. All'uscita dalla galleria il tracciato in direzione Sud riprende a scendere e l'area circostante resta prevalentemente di tipo collinare, con quote massime pari a 320-350 m s.l.m.

L'area è caratterizzata prevalentemente da un alternarsi di conurbazioni residenziali di dimensioni medio-piccole (San Donato e Troghi) e di edifici e cascine sparse.

La sorgente di rumore che incide in misura maggiore, dopo l'infrastruttura autostradale, è rappresentata dall'arteria stradale SP1 che nell'ambito di studio affianca l'Autostrada A1 attraversando gli abitati di Troghi e di San Donato.

#### 3.1 Censimento dei ricettori

L'identificazione e classificazione tipologica del sistema ricettore è stata svolta in base a sopralluoghi e rilievi estesi all'ambito territoriale di studio interessato dall'asse principale e dalle opere connesse.

Per l'asse principale è stata adottata una estensione di circa 500 m dal ciglio stradale: il corridoio contiguo all'infrastruttura stradale è stato rilevato con lo scopo di identificare:

- le destinazioni d'uso prevalenti degli edifici: residenziale, residenziale in progetto, edifici dismessi o ruderi, attività commerciali, attività artigianali e industriali, edifici religiosi e monumentali, asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo, impianti sportivi, parchi e aree naturalistiche, pertinenze non adibite a presenza umana permanente (box, tettoie, magazzini), servizi quali municipi, musei, centri sociali, stazioni, ecc.;
- il n. di piani complessivi e abitati, il numero di infissi per ogni piano e per ciascun fronte esposto;
- l'orientamento del fronte principale rispetto alla sorgente di rumore (parallelo, perpendicolare, ruotato);
- la tipologia strutturale (muratura, cemento armato, acciaio);
- lo stato di conservazione (buono, medio, cattivo);

- la presenza di eventuali ostacoli alla propagazione del rumore;
- la presenza di infrastrutture concorsuali o altre sorgenti di rumore.

Le codifiche dei ricettori riportate negli elaborati del censimento vengono sempre univocamente utilizzate nello studio acustico al fine di identificare i punti di calcolo e di verifica acustica.

L'identificazione e la classificazione tipologica del sistema ricettore è dettagliata graficamente nell'**Elaborato PAC0004**.

#### 3.2 Ricettori sensibili

Ai sensi del DPR 142/2004 sono considerati ricettori sensibili:

- gli edifici scolastici di ogni ordine e grado;
- le case di cura;
- le case di riposo;
- gli ospedali.

Dal censimento effettuato è emerso che nell'area di studio è presente un unico ricettore sensibile; scuola con codice identificativo NS010.

#### 3.3 Sorgenti di rumore concorsuali

In fase di predisposizione dello studio è stato verificato anche il tema della concorsualità acustica con le altre infrastrutture di trasporto limitrofe.

Le infrastrutture di trasporto potenzialmente concorsuali che interessano la fascia di pertinenza di un tracciato in progetto sono rappresentate da tutte le sorgenti stradali e ferroviarie che confluiscono nella mappatura di clima acustico trasposta allo scenario progettuale, includendo anche le opere connesse di nuova realizzazione e le modifiche alle infrastrutture di trasporto attuali.

La sorgente concorsuale rilevata nel presente studio è data dall'arteria stradale SP1 che si avvicina all'Autostrada A1 attraversando gli abitati di Troghi e di San Donato. Secondo la classificazione del DPR 142/04, la SP n°1 è stata considerata come infrastruttura Cb (extraurbana secondaria a una sola carreggiata con fascia A di ampiezza pari a 100 m e fascia B, contigua, di ampiezza pari a 50 m).

### 3.3.1 Metodologia per la considerazione della concorsualità

Il metodo nel seguito proposto per considerare la concorsualità di altre infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie sui limiti di fascia dell'infrastruttura allo studio, è basato sulle indicazioni normative, considerando però che le disposizioni di legge vigenti non sono, per alcuni aspetti, pienamente esaustive: per questo motivo nella scelta del metodo si è cercato di operare scelte equilibrate e cautelative nei confronti dei ricettori.

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrica e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

La significatività, al fine di non introdurre problematiche interpretative rispetto alle quali il quadro normativo attuale è carente, viene sempre verificata nel periodo notturno.

### 3.3.2 Identificazione di significatività della sorgente concorsuale (Fase 1)

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

- a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia,  $L_S$ , dato dalla relazione  $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$ , dove  $n$  è il numero totale di sorgenti presenti ed  $L_{zona}$  è il massimo dei limiti previsti per ognuna delle singole sorgenti concorsuali;
- b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA.

Operativamente si procede nel seguente modo:

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

3. previsione di impatto acustico della sorgente concorsuale. Il modello del terreno utilizzato per la simulazione della sorgente A13 accoglie le infrastrutture di trasporto concorsuali. Si tiene così conto delle infrastrutture stradali primarie considerate nello studio del traffico e delle linee ferroviarie. Per le infrastrutture stradali concorsuali viene utilizzato il traffico relativo allo scenario a lungo termine scelto per lo scenario di progetto. I calcoli previsionali svolti per le sorgenti concorsuali nei punti di verifica acustica terranno conto del modello del terreno dettagliato predisposto per la sorgente principale e, conseguentemente, degli effetti di schermatura degli edifici e del terreno;
4. associazione dei livelli di impatto delle sorgenti concorsuali al singolo punto di verifica acustica della sorgente principale;
5. verifica di significatività della sorgente concorsuale in base alle condizioni a) e b).

Tale approccio si applica solo ai ricettori all'interno delle fasce di pertinenza stradale. Per i ricettori esterni alla fascia di pertinenza si considerano i limiti previsti dalle classificazioni acustiche comunali così come previsto dall'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".

Si precisa che nel caso in esame, per essere maggiormente cautelativi nei confronti dei ricettori presenti nell'area di studio, sono state considerate sempre concorsuali le sorgenti censite all'interno delle relative fasce acustiche.

### 3.3.3 Definizione dei limiti di soglia (Fase 2)

Se la sorgente concorsuale è significativa, sia la sorgente principale sia quella concorsuale devono essere risanate nell'ambito delle rispettive attività di risanamento che andrebbero coordinate tra i soggetti coinvolti. I limiti di zona (limiti di fascia o limiti di classificazione acustica) 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 a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo previsto per ogni singolo ricettore.

In particolare:

1. Alla fine della Fase 1 si perviene ad una scomposizione dei punti di verifica acustica, e quindi dei ricettori, in due insiemi caratterizzati da concorsualità significativa o non significativa.
2. Nel caso in cui la concorsualità non sia significativa, si applica il limite di fascia della infrastruttura principale.
3. Nel caso in cui la concorsualità sia significativa e il punto sia contenuto ad esempio in due fasce di pertinenza uguali (A+A oppure B+B), considerando le sorgenti di rumore egualmente ponderate, il livello di soglia è calcolabile come da Allegato 4 DMA 29.11.2000:

$$L_s = L_{zona} - 10 \log_{10}(n)$$

La riduzione dei limiti di fascia (o di classificazione acustica) assume pertanto valore minimo di 3 dBA nel caso di una sorgente principale + una sorgente concorsuale. Nei casi di 2 e 3 sorgenti concorsuali oltre alla sorgente principale le riduzioni diventano:

- 5 dBA nel caso le sorgenti concorsuali siano 3 (1 principale + 2 concorsuali);
- 6 dBA nel caso le sorgenti in totale siano 4 (1 principali + 3 concorsuali).

4. Nel caso in cui la concorsualità sia significativa e il punto sia contenuto in due fasce di pertinenza diverse (A+B oppure B+A), si attua una riduzione paritetica dei limiti di zona tale che dalla somma dei due livelli di soglia si pervenga al valore massimo delle fasce sovrapposte. In presenza di due sorgenti, i limiti applicabili saranno ridotti di una quantità  $DLeq$  ottenuta in modo da soddisfare la seguente equazione:

$$10 \log_{10} [10^{(L_1 - DLeq)/10} + 10^{(L_2 - DLeq)/10}] = \max(L_1, L_2)$$

con  $L_1$  ed  $L_2$  pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Un'analoga formula si utilizza in caso di presenza di 3 o più infrastrutture concorsuali.

Riassumendo, a seconda di come di sovrappongono le fasce di pertinenza delle due infrastrutture, si distinguono i seguenti casi:

**1° CASO: una sola infrastruttura concorsuale**

Altra infrastruttura		Infrastruttura Autostradale	
		Fascia A	Fascia B
	Fascia A	67 dBA Leq diurno	63,8 dBA Leq diurno
		57 dBA Leq notturno	53,8 dBA Leq notturno
	Fascia B o Fascia unica da 250 m	68,8 dBA Leq diurno	62 dBA Leq diurno
		58,8 dBA Leq notturno	52 dBA Leq notturno

**2° CASO: 2 infrastrutture concorsuali**

Limiti per Fascia A dell'Infrastruttura Autostradale			
Infrastruttura 2		Infrastruttura 1	
		Fascia A	Fascia B
	Fascia A	65,2 dBA Leq diurno	66,4 dBA Leq diurno
		55,2 dBA Leq notturno	56,4 dBA Leq notturno
	Fascia B	66,4 dBA Leq diurno	67,9 dBA Leq diurno
		56,4 dBA Leq notturno	57,9 dBA Leq notturno

Limiti per Fascia B dell'Infrastruttura Autostradale			
Infrastruttura 2		Infrastruttura 1	
		Fascia A	Fascia B
	Fascia A	61,4 dBA Leq diurno	62,9 dBA Leq diurno
		51,4 dBA Leq notturno	52,9 dBA Leq notturno
	Fascia B	62,9 dBA Leq diurno	60,2 dBA Leq diurno
		52,9 dBA Leq notturno	50,2 dBA Leq notturno

Si specifica che, nel caso in cui la concorsualità venisse verificata su un solo piano di un edificio, la riduzione dei limiti di riferimento viene poi applicata all'intero edificio (cioè a tutti i ricettori di quell'edificio).

### 3.4 Clima acustico attuale

#### 3.4.1 Rilievi fonometrici

Nel corso del Progetto Preliminare dell'opera di Ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno, è stata effettuata, nell'Aprile del 1998, una campagna di monitoraggio acustico per la caratterizzazione dello stato attuale, a supporto dello Studio di Impatto Ambientale. Nel corso dello sviluppo del Progetto Definitivo dell'intervento di ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia sull'Autostrada A1 Milano-Napoli, sub-tratto Firenze Sud-Incisa Valdarno, sono state effettuate due ulteriori campagne di monitoraggio acustico per la caratterizzazione dello stato attuale della componente rumore, presso i nuclei edificati e le abitazioni isolate adiacenti all'Autostrada A1 o prossime alle installazioni cantieristiche previste per la realizzazione dell'opera.

Complessivamente, nel periodo compreso tra il 13 Ottobre 2002 e il 13 Dicembre 2002, sono state effettuate indagini fonometriche presso 12 postazioni di monitoraggio, di cui 10 con tecnica mobile (tipo R1), 2 con stazionamenti fissi di 7 giorni (tipo R3).

Nel periodo compreso tra il 24 e il 27 Gennaio 2005 e quello compreso tra il 14 e il 15 Aprile 2005, sono state effettuate ulteriori 10 misure presso altrettante postazioni di monitoraggio, con stazionamenti fissi di 24 h (tipo R2).

Ad integrazione di tale campagna di monitoraggio, nel mese dicembre 2010 sono state effettuate ulteriori 3 misure presso altrettante postazioni di monitoraggio, con stazionamenti fissi di 24 h (2 postazioni) e con stazionamenti fissi di 7 giorni (1).

I rilevamenti fonometrici, effettuati in corrispondenza delle aree soggette a monitoraggio, sono stati realizzati durante il periodo diurno (ore 6, 22) e notturno (ore 22, 6), al fine di verificare lo stato attuale di rumorosità in entrambi i periodi di riferimento definiti dalla normativa.

Nella seguenti tabelle vengono sintetizzati i risultati dei rilievi effettuati.

**Tabella 3-1: Sintesi rilievi fonometrici**

N°	MISURA	TIPO	LEQ DIURNO (dBA)				LEQ NOTTURNO (dBA)			
			Lmax	L10	L90	Leq	Lmax	L10	L90	Leq
1	BR/R2/041S	R2	65.3	59.8	53.5	57.5	62.3	57.5	48.1	54.5
2	RE/R2/043S	R2	72.5	58.9	51.8	56.4	78.6	51.3	45.3	54.5
3	BR/R3/042N	R3	82.2	69.3	60.9	66.4	77.6	67.0	51.1	63.1

Ad integrazione delle precedenti misure e per caratterizzare correttamente l'infrastruttura autostradale nel tratto autostradale oggetto di valutazione si è fatto riferimento alle misure "A1-FS-BR-R3-19" (svolta nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale della Tratta nella fase di Ante Operam), "P02" e "P03" effettuate nell'ambito del monitoraggio ambientale.

Tali misure sono state effettuate in un periodo temporale antecedente alle attività di cantiere che, allo stato attuale, non consentono, di misurare e caratterizzare adeguatamente il reale clima acustico dell'area.

Nella successiva tabella sono elencate le postazioni di monitoraggio in cui sono state effettuate le misure e i relativi risultati. Per i dettagli delle misure si rimanda all'Elaborato PAC0003.

**Tabella 3-2: Sintesi rilievi fonometrici**

Campagna di misure			
Postazione	Durata indagine	Leq periodo diurno [dB(A)]	Leq periodo notturno [dB(A)]
A1-FS-BR-R3-19	Settimanale (10-16/10/2012)	67,2	63,4
P02	Settimanale (13-19/04/2016)	58,9	55,9
P03	Settimanale (13-19/04/2016)	55,7	51,9

Per l'esecuzione delle misure è stata impiegata strumentazione conforme ai requisiti previsti dal Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"; la catena di misura è composta da:

- Fonometro di classe 1 conforme a: IEC-601272 2002-1 Classe 1, IEC-60651 2001 Tipo 1, IEC-60804 2000-10 Tipo 1, IEC-61252 2002, IEC61260 1995 Classe 0, ANSI S1.4 1093 e S1.43 1997 Tipo 1, ANSI S1.11 2004, Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS
- Filtri in 1/1 e 1/3 d'ottava in real-time conformi alla norma EN 61260 classe 0 e CEI 29-4;
- Microfono a condensatore da ½ pollice a campo libero, di classe 1 secondo le norme CEI EN 60651, CEI EN 60804, CEI EN61094-5;

- Calibratore di classe 1, conforme alla norma CEI 29-4;
- Cavo microfonico di prolunga (5 m) e schermo antivento;

Tutta la strumentazione utilizzata è stata tarata in un centro SIT da meno di due anni ed è corredata da certificati di taratura.

Per valutare la conformità delle condizioni meteorologiche secondo D.M 16 marzo 1998, sono stati raccolti i dati dalle principali stazioni meteo distribuite lungo l'area di studio; le time history di pioggia, temperatura e velocità del vento sono allegate al termine di ogni scheda di misura di lunga durata.

Le misure sono state effettuate con intervallo di integrazione pari a 1'.

Gli indicatori acustici diretti rilevati sono i seguenti:

- time history, intervallo di integrazione 1”;
- livello equivalente continuo (Leq);
- livello massimo (Lmax), livello minimo (Lmin);
- livelli statistici percentili L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

In Allegato 1 sono riportate le schede di dettaglio dei rilievi effettuati.

## 4 Fase di esercizio - Analisi previsionale

### 4.1 Descrizione del modello previsionale SoundPLAN

Per la simulazione del rumore generato dal traffico stradale è stato utilizzato il modello previsionale SoundPLAN versione 8.2. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, i traffici ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Nella immagine seguente è riportata, a titolo di esempio, una vista 3D del progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno nel comune di Rignano sull'Arno (FI).

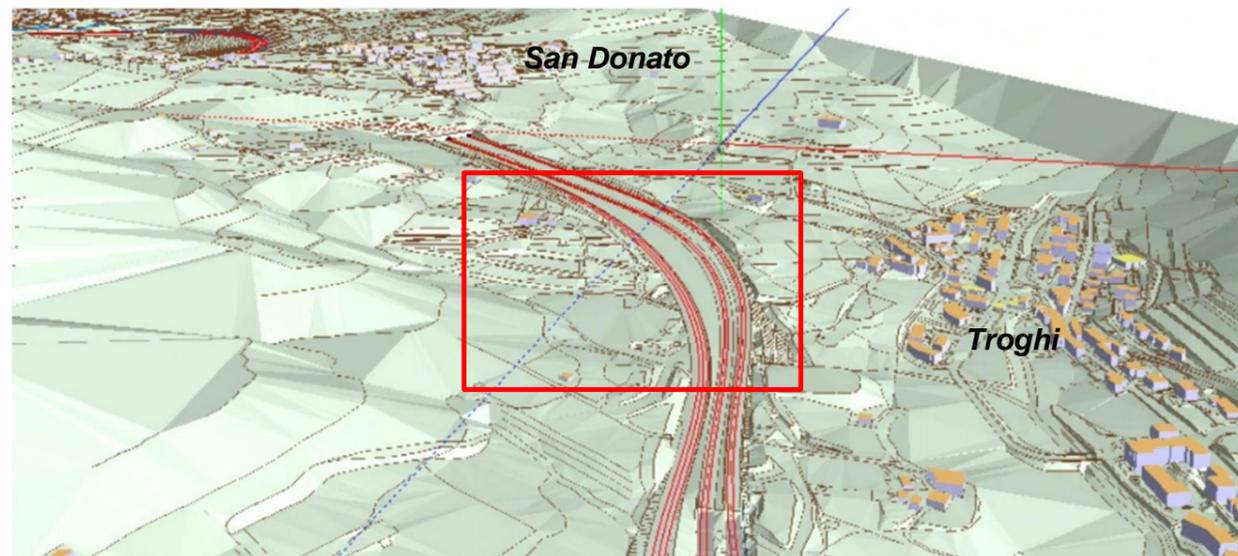


Figura 4-1: Vista 3D del modello geometrico ricostruito – Scenario del progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno nel comune di Rignano sull'Arno (FI).

Nella immagine seguente è riportata invece una vista 3D del progetto di cui sopra con l'inserimento della nuova galleria artificiale, oggetto del presente studio.



Figura 4-2: Vista 3D del modello geometrico ricostruito – Scenario con Nuova galleria artificiale (lunghezza pari a circa 210 m)

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

La procedura di simulazione è la parte centrale e più delicata dello studio acustico, presentandosi la necessità di gestire informazioni provenienti da fonti diverse e di estendere temporalmente ad uno scenario di lungo periodo i risultati di calcolo. È stato pertanto necessario:

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

In particolare, il modello geometrico 3D finale contiene:

- morfologia del territorio;
- tutti i fabbricati di qualsiasi destinazione d'uso, sia quelli considerati ricettori sia quelli considerati in termini di ostacolo alla propagazione del rumore;
- altri eventuali ostacoli significativi per la propagazione del rumore;

- cigli marginali delle infrastrutture stradali in progetto, inclusi gli svincoli, e delle opere connesse esistenti, in variante o di nuova realizzazione.

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”). Modelli previsionali

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

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

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

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

Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un normogramma (**Figura 4-3**), che riporta il livello equivalente orario all’isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico.

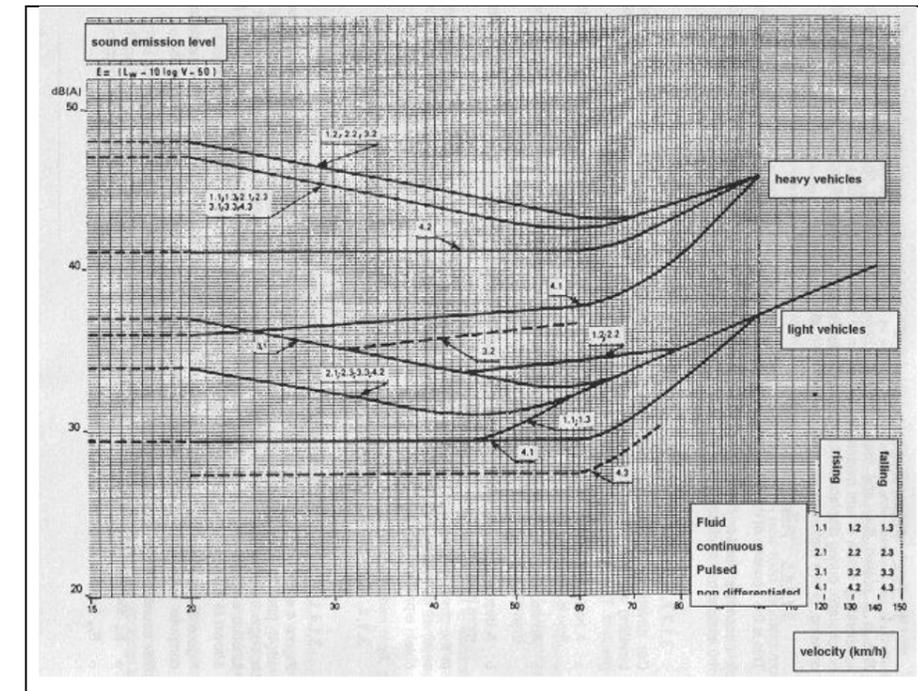


Figura 4-3 – Normogramma NMPB

Il livello di potenza sonora corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale viene a sua volta scomposto in bande di ottava in accordo alla norma EN 1793-3:1997. Da considerare inoltre che:

- la sorgente viene localizzata a 0.5 m di altezza dal piano stradale. La distanza di riferimento del livello di emissione è a 30 m dal ciglio stradale ad un'altezza di 10 m;
- il livello di emissione diminuisce con la velocità su valori bassi di transito, rimane costante per velocità medie e aumenta per velocità alte;
- le categorie di veicoli prese in considerazione sono due: veicoli leggeri (GVM fino a 3.5 tonnellate) e veicoli pesanti (GVM superiore a 3.5 tonnellate);
- non sono previsti valori di volumi di traffico caratteristici in funzione della categoria della strada e dell'intervallo di riferimento. Vengono invece distinte quattro tipologie di flusso veicolare:
  - “Fluid continuous flow” per velocità all'incirca costanti;
  - “Pulse continuous flow” per flusso turbolento con alternanza di accelerazioni e decelerazioni;

- “Pulse accelerated flow” con la maggior parte dei veicoli in accelerazione;
- “Pulse decelerated flow” con la maggior parte dei veicoli in decelerazione.
- la pavimentazione stradale considerata è di tipo standard, ma sono apportabili correzioni compatibili con la ISO 11819-1 in funzione del tipo di asfalto e delle velocità;
- l'influenza della pendenza della strada è inclusa nel normogramma. Sono distinti tre casi: pendenza fino al 2%, pendenza superiore al 2% in salita e pendenza superiore al 2% in discesa.

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

Il confronto delle emissioni NMPB-Routes con le emissioni in uso in altri paesi europei evidenzia una buona correlazione con i dati danesi riferiti al 1981 (RMV01) e al 2002 (RMV02) e, viceversa, una sovrastima di circa 2.5 dB rispetto alle emissioni utilizzate dal metodo di calcolo tedesco RLS90. Il confronto tra i valori di emissione LAE alla distanza di riferimento di 10 m e ad un'altezza di 1,5 m utilizzati per veicoli leggeri da diversi metodi di calcolo evidenzia che i valori di esposizione per gli standard NMPB e RLS sono simili per velocità superiori o uguali a 100 Km/h in caso di flusso indifferenziato, velocità e tipologia di flusso tipici di un tracciato autostradale (Figura 4-4).

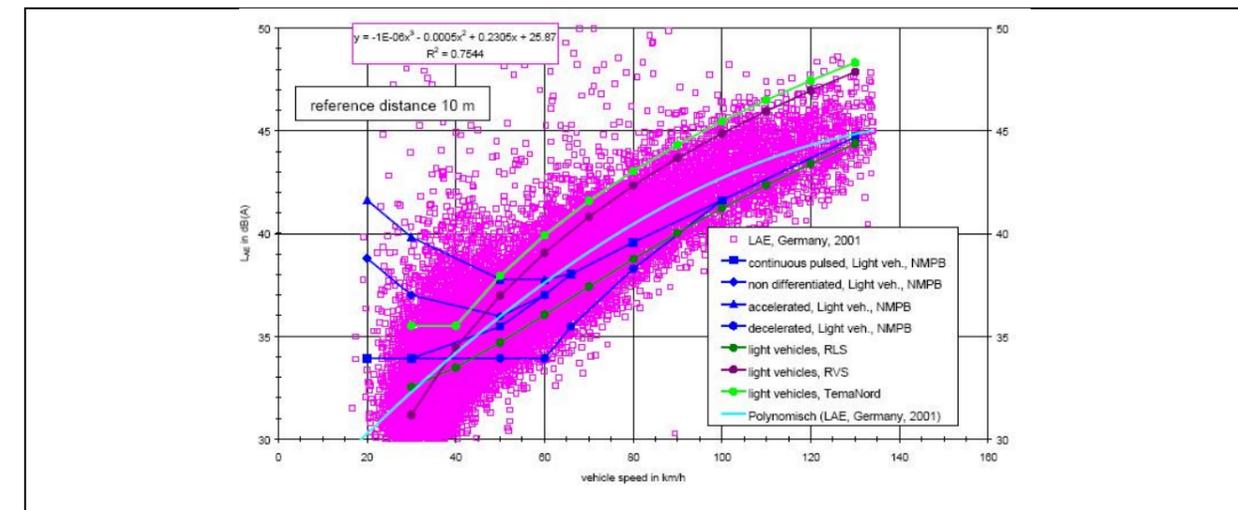


Figura 4-4 – Valori di emissione LAE in funzione della velocità per veicoli leggeri

Per quanto riguarda la divergenza geometrica, l'assorbimento atmosferico e l'effetto del terreno NMPB96 prevede quanto segue:

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

#### 4.2 Dati di traffico

I flussi di traffico utilizzati nel modello SoundPLAN sono quelli relativi alla tratta in esame per l'anno 2023. Per poter simulare uno scenario futuro e realistico, si è proceduto a ridefinire lo scenario di riferimento partendo dalla base dei dati consolidati dall'anno 2023 ed incrementando tali volumi fino all'anno 2029. Per tale operazione sono stati utilizzati come trend di crescita quelli previsti ufficialmente da Autostrade per l'Italia nell'anno 2023 per gli studi acustici relativi agli

interventi di risanamento acustico della propria rete infrastrutturale, ovvero +10% leggeri, +15% pesanti .

#### 4.3 Verifica attendibilità del modello previsionale

Per verificare l'attendibilità del modello previsionale e caratterizzare correttamente l'infrastruttura autostradale nel tratto autostradale oggetto di approfondimento si è fatto riferimento alla misura A1-FS-BR-R3-19 (svolta nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale della Tratta nella fase di Ante Operam ), "P02" e "P03" effettuate nell'ambito del monitoraggio ambientale.

Nella **Tabella 4-1** è riportato l'esito del confronto tra valori misurati e valori calcolati; lo scostamento medio rispetto alla misure di rumore utilizzate per la verifica di attendibilità del modello (vedasi Elaborato PAC0003 per dettagli) è pari a +1,5 dBA per il periodo diurno e +0,2 dBA per il periodo notturno. Tale scostamento conferma un'ottima attendibilità del modello previsionale.

La Tabella 4-1 riporta il confronto tra i livelli misurati e quelli simulati.

**Tabella 4-1 – Risultati verifica di compatibilità del modello previsionale**

Punto di misura	Livello misurato		Livello calcolato	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A1-FS-BR-R3-19	67,2	63,4	68,2	63,3
P02	58,9	55,9	61,5	56,6
P03	55,7	51,9	56,8	52

#### 4.4 Previsione dei livelli di rumore ai ricettori

##### 4.4.1 Localizzazione dei punti di calcolo

Il calcolo dei livelli di rumore in ambiente esterno e la conseguente identificazione delle aree di superamento devono essere svolte, in base alle indicazioni del DPR 142/2004, a 1 m di distanza dalla facciata degli edifici, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione. Il DM 29.11.2000, pur con diversa definizione (punto di maggiore criticità della facciata più esposta) ripropone l'attenzione sul fatto che nella fase di programmazione delle attività di risanamento l'identificazione delle aree di superamento deve sempre essere basata sulla condizione di maggiore esposizione del ricettore.

La localizzazione della facciata e del punto di massima esposizione non sono noti a priori, dipendendo dalla geometria del problema e, in particolare, dalle condizioni di schermatura degli edifici e ostacoli naturali circostanti al ricettore, dal dislivello tra sorgente autostradale e punto di calcolo, dall'importanza delle componenti di rumore riflesso e diffratto rispetto alla componente di rumore che raggiunge direttamente il ricettore.

Il modello di calcolo determina la serie dei punti di calcolo su tutta la superficie degli edifici considerati, secondo i parametri indicati al paragrafo **4.4.2**. In base ai risultati ottenuti, per ciascun edificio vengono identificati il punto e la facciata di massima esposizione.

##### 4.4.2 Specifiche di calcolo

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

###### Parametri generali:

- Passo di campionamento delle sorgenti sulla tratta 1 m
- Quota della sorgente sul livello della strada 1,2 m
- Coefficiente di assorbimento del terreno G=1 (valido per campi o erba)
- Coefficiente di assorbimento degli edifici a = 0.2
- Coefficiente di assorbimento delle barriere antirumore a = 0.6
- Numero di riflessioni 3
- Temperatura dell'aria 15°C
- Umidità relativa dell'aria 70%
- Pressione atmosferica 101.325 Kpa
- Condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione Diurno 0% - Notturmo 0%
- Altezza new jersey divisorio tra le carreggiate 1 m

###### Parametri calcolo in facciata

- Distanza dei punti di calcolo dalla facciata 1 m
- Lunghezza minima facciata per l'inserimento di un punto 5 m
- Lunghezza massima facciata per l'inserimento di un secondo punto 30 m
- Quota prima serie di punti 1.5 m
- Passo in altezza serie di punti successive 3 m

#### 4.4.3 Scenari simulati

Sono stati simulati i seguenti scenari:

- **Simulazione acustica dello Stato Attuale con traffico di Progetto: scenario notturno**

È stata simulata la sorgente stradale dello Stato Attuale, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto stradale e le condizioni di traffico al 2029, secondo il criterio già riportato nei paragrafi precedenti.

Nell'elaborato "PAC0002" e "PAC0005" sono riportati rispettivamente in forma tabellare ed in forma grafica i risultati della simulazione acustica dello Stato Attuale con traffico di progetto.

- **Simulazione acustica di Progetto con mitigazioni: scenario notturno**

È stata simulata la sorgente stradale allo Stato Futuro, considerando tutti gli interventi di mitigazione previsti, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto stradale e le condizioni di traffico al 2029, secondo il criterio già riportato nei paragrafi precedenti.

Si sottolinea che la galleria artificiale oggetto della presente valutazione, pur non essendo stata progettata ai fini della mitigazione acustica comporta, ricoprendo completamente la carreggiata in direzione sud per un tratto di circa 210m, un lieve beneficio acustico.

Nell'elaborato "PAC0002" e "PAC0006" sono riportati rispettivamente in forma tabellare ed in forma grafica i risultati della simulazione acustica con presenza di mitigazioni.

## 5 Definizione del sistema di mitigazioni

### 5.1 Interventi lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore

La progettazione acustica delle barriere di mitigazione al rumore ha permesso di confermare, per l'ambito oggetto di valutazione, la localizzazione e la geometria (altezza, lunghezza) degli interventi sulla propagazione del rumore già previsti nell'ambito del Progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno (FOA 76 di L= 81m e H=4m e FOA 77 con L164 m e H=4m ).

Si ribadisce che la galleria artificiale oggetto della presente valutazione, pur non essendo stata progettata ai fini della mitigazione acustica comporta, ricoprendo completamente la carreggiata in direzione sud per un tratto di circa 210m, un lieve beneficio acustico.

Nell'elaborato "PAC0006" sono riportati in forma grafica i risultati della simulazione acustica con presenza di mitigazioni.

In particolare, sono riportati gli edifici (residenziali e sensibili) per i quali risultano rispettati o superati i limiti di legge previsti.

### 5.2 Interventi diretti sui ricettori

Il DPR 142/04 prevede espressamente la possibilità di ricorrere a interventi diretti sui ricettori qualora considerazioni di carattere tecnico, economico od ambientale rendano difficoltosi gli interventi sulla sorgente o con pannelli antirumore.

Nel caso di ricettori isolati, di edifici molto alti antistanti l'infrastruttura, o di ricettori direttamente affacciati su strade urbane, l'intervento maggiormente conveniente ed efficace è l'insonorizzazione diretta degli edifici.

Sebbene ogni situazione particolare costituisca un caso a sé, con la necessità quindi di effettuare valutazioni diagnostiche accurate, in linea di massima si può affermare che l'azione prioritaria per migliorare l'isolamento acustico globale delle facciate debba essere rivolta alle superfici vetrate in esse presenti.

Per un maggior dettaglio nella definizione degli interventi, si può far riferimento al seguente schema di possibili soluzioni, riportate qui di seguito in ordine crescente di efficacia acustica:

- sostituzione dei vetri tradizionali con speciali vetri antirumore (doppi vetri o vetri multistrato di maggior spessore);

- sostituzione degli infissi con speciali infissi antirumore, eventualmente del tipo autoventilato;
- realizzazione di doppi infissi, in aggiunta a quelli esistenti.

Gli edifici residenziali in corrispondenza dei quali non è possibile garantire il rispetto dei limiti normativi in ambiente esterno richiedono la verifica dei limiti in ambiente abitativo ed eventuali interventi migliorativi sul fonoisolamento di facciata nel caso in cui non siano rispettati i limiti interni. Per gli edifici recentemente ristrutturati o di nuova costruzione è verosimile che, in molti casi, il potere fonoisolante dei serramenti attuali risulti sufficiente a garantire 40 dBA di impatto in ambiente abitativo. Al fine di restringere il campione di edifici sui quali prevedere le verifiche degli interventi diretti è stato considerato, in forma omogenea e cautelativa per tutti gli edifici, un fonoisolamento minimo di facciata pari a 20 dBA.

La scelta di ipotizzare un potere di fonoisolamento di facciata medio pari a 20 dBA è frutto dell'esperienza maturata in numerose campagne di monitoraggio fonometriche che hanno documentato che, anche in presenza di edifici di non recente costruzione e in stato di conservazione non ottimale il suddetto valore, anche per serramenti di tipo vecchio, è verosimilmente garantito.

**Nell'ambito delle valutazioni ed a valle della suddetta fase di screening, non si rilevano ricettori residenziali con un possibile esubero dei livelli di pressione sonora in ambiente interno.**

**Per tale aspetto e con riferimento all'area interessata dal presente intervento, si evidenzia la totale coerenza con i risultati degli studi acustici effettuati nell'ambito del Progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno.**

## 6 Risultati delle simulazioni

Nel file allegato “PAC0002” sono documentati i livelli ante e post mitigazione previsti sui ricettori compresi all’interno dell’area di potenziale impatto. Nell’elaborato “PAC0006” sono riportati in forma grafica i risultati della simulazione acustica con presenza di mitigazioni.

I punti di calcolo considerati sono quelli relativi alla facciata maggiormente esposta agli impatti acustici dell’infrastruttura considerata e sono gli stessi nelle simulazioni di ante e post mitigazione. In Tabella 6-1 si riporta una sintesi dei risultati in cui si evidenzia la variazione del numero di ricettori residenziali fuori dai limiti normativi nelle due ipotesi di calcolo e cioè nello stato attuale con traffico di progetto e nello stato di progetto con mitigazioni.

Da tale tabella si evince come gli edifici fuori dai limiti siano nello scenario Attuale con traffico di progetto, pari al 9,7%. L’opera in progetto permette una lieve diminuzione degli edifici con livelli di impatto superiori ai limiti di legge, passando dal 9,7% dello scenario Attuale con traffico di progetto, al 7,1% della situazione post operam con mitigazioni. La riduzione dei ricettori residenziali fuori limite rispetto allo scenario Attuale con traffico di progetto è pari al 26%.

**Tabella 6-1 – Variazione ricettori residenziali fuori limite**

Ricettori fuori limite		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale con traffico di progetto	42	9,7%
Post operam mitigato	31	7,1%
Riduzione rispetto a Attuale con traffico di progetto		-26%

Si registra inoltre la coerenza tra gli scenari che non evidenziano ricettori su cui effettuare interventi diretti.

I ricettori con esuberanti residui sono localizzati esclusivamente in Fascia B e fuori fascia.

Nello specifico, dei 31 ricettori che presentano un esubero del limite di legge, 29 sono ubicati in fascia B e 2 sono ubicati fuori fascia. Si evidenzia inoltre che spesso l’esubero del limite è legato alla presenza di altre infra-strutture concorsuali, che ha comportato una riduzione dei limiti di riferimento.

Infine si precisa che la mitigazione delle situazioni che vedono edifici distanti oltre 150m dall’autostrade risulta di fatto molto difficile a causa della perdita di efficacia dell’abbattimento acustico determinato dalle barriere al crescere della distanza tra la sorgente e il ricettore. Nelle figure seguenti è riportato un esempio riferito a flussi di traffico reali che dimostra quanto affermato.

I ricettori 1, 2 e 3 sono posti rispettivamente a 50, 100 e 250 m dalla sede stradale. Nella situazione con barriera di altezza pari a 5m si evidenziano miglioramenti che decrescono con la distanza dalla barriera a causa della diffrazione dal bordo superiore, ma anche per quella laterale, in quanto nessuna barriera può avere lunghezza infinita (in questo caso si è ipotizzato una barriera di lunghezza 200m).

Questa situazione è illustrata nella mappa delle differenze: a partire da circa 200m dalla sede stradale il miglioramento prodotto dalla barriera acustica è inferiore a 2 dBA, infatti presso il ricettore 3 il miglioramento è di poco superiore a 1,5 dBA. Questi valori sono poco percettibili dall’udito e la presenza o meno della barriera non modifica in modo sensibile il clima acustico al ricettore.

