

Provincia di Cuneo
S.S. 28 del Colle di Nava
Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. T008

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	MANDATARIA: 	MANDANTI:  MATILDI+PARTNERS BUILDING FOR HUMANS
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>	IL GEOLOGO: <i>Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL Ordine Geologi Veneto n. A501</i>	IL PROGETTISTA: <i>Ing. Giovanni Spellini Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3799</i> <u>GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</u> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE: <i>Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A</i> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: <i>Ing. Edoardo Piccoli – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381</i> OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA: <i>Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i> OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI: <i>Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550</i> GEOTECNICA: <i>Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598</i> IDROLOGIA ED IDRAULICA: <i>Ing. Simone Venturini – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515</i>
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: <i>Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513</i>	VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO: <i>Ing. Giuseppe Danilo Malgeri</i>	
PROTOCOLLO:	DATA:	

08 – STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE

08.03 – Analisi Ambientale

08.03.05 – Rumore : Studio acustico

CODICE PROGETTO	NOME FILE	PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:		
DPT000008D16	08.01_T00_IA03_AMB_RE02_D	08.01				
	CODICE ELAB.					
	T00IA03AMBRE02		D	–		
D	ISTRUTTORIE CSLPP e VIA	Apr. 2021	Technital	Tittonel	Tittonel	Piccoli
C						
B	ISTRUTTORIA ANAS	Mag. 2020	Technital	Tittonel	Tittonel	Piccoli
A	EMISSIONE	Mar. 2020	Technital	Tittonel	Tittonel	Piccoli
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	RUMORE.....	3
1.1	Premessa	3
1.2	Parametri di definizione dell'inquinamento acustico.....	4
1.2.1	L'inquinamento acustico	4
1.2.2	Effetti del rumore sull'uomo.....	5
1.2.3	Effetti del rumore sulla fauna	7
1.3	Normativa di riferimento	9
1.3.1	Piano di classificazione acustica	9
1.3.2	Inquinamento da traffico veicolare	10
1.4	Strumentazione fonometrica e parametri acustici	12
1.4.1	Modelli di propagazione delle onde sonore.....	12
1.4.2	Calcolo dell'incertezza.....	20
1.4.3	Modelli matematici di calcolo	21
1.4.4	Modellistica acustica per il traffico stradale.....	21
1.4.5	Modellistica acustica dei parcheggi	22
1.4.6	SoundPlan 7.1	24
1.4.7	Definizioni e nomenclatura	26
1.4.8	Strumentazione utilizzata	26
1.4.9	Incerteza strumentale	27
1.5	Caratterizzazione dello stato ante operam	28
1.5.1	Inquadramento territoriale.....	28
1.5.2	Classificazione acustica dell'area	30
1.5.3	Analisi delle sorgenti	35
1.5.4	Traffico Veicolare.....	35
1.5.5	Definizione dei ricettori	36
1.5.6	Identificazione dei ricettori.....	36
1.5.7	Punti di misura – criteri di scelta	39
1.5.8	Risultati campagna fonometrica	39
1.6	Descrizione dello stato di progetto	43
1.6.1	Generalità	43
1.6.2	Descrizione dei dati progettuali di base	43
1.6.3	Scopo della valutazione previsionale di impatto acustico	45
1.6.4	Scenari di previsione.....	47
1.6.5	Taratura del modello	48
1.6.6	Sintesi della cantierizzazione	50

1.7	Risultati delle simulazioni: potenziali interferenze indotte dall'opera	56
1.7.1	Stato di fatto (Ante Operam)	56
1.7.2	Fase in corso d'opera (cantiere)	62
1.7.3	Fase di cantiere post mitigazione	68
1.7.4	Post Operam 2025	74
1.7.5	Post Operam 2045	80
1.7.6	Opzione zero	86
1.8	Indicazioni per il monitoraggio ambientale	92
1.9	Conclusioni: opere di progetto	93
1.9.1	Conclusioni: cantierizzazione	95
2	BIBLIOGRAFIA E FONTI CONSULTATE	97
2.1.1	Normativa di riferimento	97
2.1.2	Norme tecniche	97

1 RUMORE

1.1 Premessa

La presente Relazione Tecnica ha come obiettivo la quantificazione dell'impatto acustico prodotto dalla strada extraurbana bidirezionale di tipo C1, terzo lotto del progetto viabilistico riguardante la circonvallazione prevista nel Comune di Mondovì sito in provincia di Cuneo. L'infrastruttura viaria andrà a collegare la SP5 con la SS28, secondo uno sviluppo longitudinale est - ovest di quasi 3 km di cui più di metà in galleria.

Contestualmente si valuteranno gli impatti rispetto alla componente acustica generati dall'opera di compensazione costituita dal nuovo ponte tra rione Borgato ed il km 31 della SP28 sul torrente Ermena.

Lo studio ha richiesto un'attenta analisi del territorio anche attraverso l'acquisizione di dati fonometrici, meteorologici e di traffico, propedeutici alla definizione dell'attuale clima acustico dell'area di interesse e alla successiva valutazione previsionale.

Le sorgenti trasportistiche sono state censite e caratterizzate acquisendo lo studio del traffico compresi i monitoraggi dello stato attuale e dei flussi di percorrenza. I ricettori potenzialmente più disturbati sono stati individuati a seguito di ricognizioni e documentazione fotografica del dominio di interesse a partire dalle informazioni di progetto disponibili al momento dei sopralluoghi.

L'analisi acustica, condotta mediante software di calcolo e modelli matematici accreditati dalla normativa tecnica, ha permesso una previsione degli impatti sui ricettori individuati. L'impatto dell'opera è stato condotto stimando le emissioni da traffico veicolare sia per lo stato post operam (2025 - conclusione dei lavori) che per lo scenario di lungo termine proiettato al 2045.

Al fine di valutare l'incidenza delle opere sull'ambiente, è stata eseguita anche una simulazione per uno scenario futuro ipotetico senza gli interventi di progetto (cosiddetta "Opzione Zero").

Lo studio ha considerato e valutato l'impatto acustico generato dalla cantierizzazione delle infrastrutture previste nei lotti con le informazioni afferenti lo stato di avanzamento del progetto.

Ogni scenario è stato confrontato con i limiti di legge applicabili e, ove necessario, sono state individuate le misure tecniche o organizzative finalizzate al ripristino dei requisiti massimi di immissione in aderenza a quanto previsto dal DPR 142/04.

Le misurazioni e le stime indirizzate alla verifica dell'ottemperanza dei valori limite definiti dalla legge sono state realizzate da tecnici competenti in acustica in accordo con le disposizioni di cui al DPCM 31/03/1998.

1.2 Parametri di definizione dell'inquinamento acustico

1.2.1 L'inquinamento acustico

Il rumore è individuato dai sondaggi come una delle più rilevanti cause del peggioramento della qualità della vita ed è ormai riconosciuto come uno dei principali problemi ambientali; pur essendo talora ritenuto meno rilevante rispetto ad altre forme di inquinamento come l'inquinamento atmosferico o delle acque, il rumore suscita sempre più reazioni negative nella popolazione esposta.

Al contrario di quanto accade per altri fattori di inquinamento, i dati disponibili sull'esposizione al rumore sono piuttosto scarsi e soprattutto poco confrontabili, a causa delle diverse tecniche di rilevamento e di analisi utilizzate.

Dai dati che compaiono nel libro verde della commissione europea sul rumore ambientale (2000) relativamente alla diffusione dell'inquinamento acustico, emerge che una percentuale pari ad almeno il 25% di popolazione dell'UE sperimenta un peggioramento della qualità della vita a causa dell'annoyance, e una percentuale compresa fra il 5 e il 15% soffre di seri disturbi del sonno, dovuti al rumore.

La principale sorgente di rumore risulta essere il traffico stradale, che interessa i 9/10 della popolazione esposta a livelli superiori a 65 dBA. [...]. Emerge la tendenza del rumore ad estendersi sia nel tempo coinvolgendo anche il periodo notturno sia nello spazio estendendosi alle aree rurali e suburbane". (ANPA rassegna degli effetti derivanti dall'esposizione al rumore).

In Italia "L'emanazione della Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995 ha stabilito i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno ed abitativo dall'inquinamento acustico; essa definisce tra l'altro l'inquinamento acustico come l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Il conseguimento delle finalità legislative viene ricercato con una strategia di azione completa che prevede attività di "prevenzione ambientale" e di protezione ambientale. La Legge Quadro individua in un sistema pubblico/privato il soggetto deputato all'attuazione della strategia di azione delineata, definendo in dettaglio le competenze in materia per i vari enti. In tal senso s'inserisce l'obbligo per le Amministrazioni Comunali di procedere alla classificazione del territorio di competenza in aree acusticamente omogenee ("zonizzazione acustica") (A.R.P.A. Piemonte linee guida per la classificazione acustica comunale).

1.2.2 Effetti del rumore sull'uomo

La WHO (World Health Organization) già nel 1980 aveva individuato i principali aspetti legati all'interferenza del rumore rispetto alle attività umane.

1.2.2.1 Comunicazione

La parola è comprensibile al 100% con livelli di rumore di fondo intorno a 45 dB LAeq. Sopra i 55 dB LAeq di livello di fondo (livello medio raggiunto dalla voce femminile), è necessario alzare il tono della voce. Questo livello di fondo interferisce con la capacità di concentrazione e l'aumento della voce la rende meno comprensibile.

Nelle aule scolastiche e nelle sale congressuali in cui si trovano rispettivamente, bambini (che sono particolarmente sensibili agli effetti del rumore) e persone anziane con diminuzione dell'udito, il rumore di fondo dovrebbe essere di 10 dB LAeq più basso rispetto alla voce dell'insegnante o dello speaker.

1.2.2.2 Sonno

Il rumore può disturbare il sonno a causa di difficoltà ad addormentarsi, riduzione della fase di sonno profondo, aumento dei risvegli ed effetti avversi dopo il risveglio come affaticamento e deficit delle prestazioni.

Questi effetti si possono evitare se i livelli sonori nell'ambiente indoor sono mantenuti sotto i 30 dB LAeq di livello di fondo, oppure con livello di picco max sotto 45 dB LAeq.

1.2.2.3 Performance

Il rumore può interferire con le attività mentali che richiedono molta attenzione, memoria ed abilità nell'affrontare problemi complessi. Le strategie di adattamento (come regolare o ignorare il rumore) e lo sforzo necessario per mantenere le prestazioni sono state associate ad aumento della pressione arteriosa e ad elevati livelli ematici degli ormoni legati allo stress.

1.2.2.4 Effetti sull'apprendimento

La maggior parte della ricerca sugli effetti non uditivi del rumore sui bambini è stata effettuata sull'apprendimento. La ricerca ha riguardato in particolare la memoria, l'attenzione/percezione ed i risultati scolastici.

La ricerca su rumore e memoria nei bambini è analoga a quella degli adulti; gli effetti del rumore sulla memoria semplice sembrano essere scarsi o assenti. Tuttavia, se l'operazione di memorizzazione richiede una speciale attenzione, allora si manifestano alcuni effetti negativi del rumore. Cioè, se il bambino deve prestare particolare attenzione a causa della difficoltà di una operazione, il rumore può interferire con la capacità di memorizzare. I livelli acustici medi in questi studi erano compresi tra 22 e 78 dB(A).

La ricerca sull'attenzione suggerisce che i bambini esposti a rumore cronico possono manifestare deficit nella capacità di concentrazione. Sembra che essi sviluppino, per far fronte all'effetto distraente del rumore, strategie di apprendimento che causano stress psico-fisico.

Parecchi studi hanno poi documentato un collegamento fra rumore e risultati scolastici, in particolare la capacità nella lettura. Il rumore cronico ha effetti negativi sull'abilità nella lettura, al contrario del rumore

acuto che sembra avere scarsi effetti. Ci sono prove che suggeriscono che i bambini residenti in zone rumorose e che frequentano scuole ubicate in vicinanza di importanti sorgenti di rumore (traffico stradale, aeroporto, ecc.), si trovano più svantaggiati rispetto ai bambini residenti in zone più tranquille. Anche l'abilità nella lingua parlata sembra essere correlata alle capacità nella lettura, per cui risulterebbe che il rumore sia in relazione con entrambe.

1.2.2.5 Sensazione di fastidio-malessere

La reazione di fastidio aumenta ampiamente in base ai livelli di rumore; la maggior parte degli esseri umani risulta moderatamente infastidita a 50 dB LAeq ed in modo preoccupante a 55 dB LAeq. Solamente 1/3 delle sensazioni di fastidio sono dovute ai livelli di rumore, infatti vari altri fattori influenzano la reazione al rumore. Il rumore degli aerei, il rumore che è composto anche da basse frequenze o accompagnato a vibrazioni, ed il rumore che ostacola le varie attività socio-economiche, risultano più fastidiosi di altri tipi di rumore.

1.2.2.6 Malattie cardiocircolatorie e ipertensione

C'è un'evidenza sempre maggiore che mostra un effetto del rumore sull'insorgenza della cardiopatia ischemica e l'ipertensione, a livelli compresi fra 65 e 70 dB LAeq.

La percentuale fra i vari fattori di rischio, che sono alla base di tali patologie cardiocircolatorie, è piccola, ma dal momento che una larga fetta di popolazione, soprattutto in Italia, è esposta a tali livelli di rumore, questo potrebbe avere una grande importanza nel campo della sanità pubblica e della prevenzione.

1.2.2.7 Aggressività

Il rumore elevato aumenta i comportamenti aggressivi sui soggetti predisposti e sopra 80 dB LAeq si riducono i riflessi istintivi in risposta a situazioni di pericolo.

1.2.2.8 Udito

Il rumore elevato può causare diminuzione dell'udito, anche se questo rischio si può considerare trascurabile per la popolazione generale, se esposta a livelli di rumore sotto i 70 dB LAeq, per 24 ore al giorno.

Tale rischio è invece reale, e la situazione si presenta preoccupante, in riferimento ad attività ricreative e di svago (ad es. le discoteche), che interessano larghe fasce di popolazione giovanile; dalle poche indagini effettuate all'interno di discoteche italiane, si evidenzia il frequente superamento dei limiti di immissione acustica (95 dB LAeq e 102 dB LMax) previsti dalla recente normativa in Italia.

1.2.3 Effetti del rumore sulla fauna

Malgrado numerosi studi abbiano confermato un'elevata incidenza ed impatto della componente rumore sugli ecosistemi coinvolti (Duretto *et al.*, 2003; Masoero e Bertetti, 2007), non sono state emanate specifiche norme nazionali di tutela. Ad esempio i pipistrelli subiscono un elevato danno dalla presenza di rumore tanto da causarne un aumento della mortalità o l'abbandono dei siti dove vivono. Questi animali infatti cacciano per ascolto passivo basandosi sul rumore che la preda produce. L'inquinamento acustico maschera questi rumori creando problemi agli animali durante la caccia.

L'inquinamento acustico è anche responsabile di una maggiore mortalità per tutte le specie che vanno in letargo nel periodo invernale. Infatti, i ripetuti risvegli causati dal disturbo, comportano il consumo di riserve lipidiche. Il bilancio dell'esemplare ibernante si basa essenzialmente sulle riserve lipidiche nella stagione precedente e sull'eccezionale capacità di risparmiare energia attraverso il rallentamento delle funzioni metaboliche. I risvegli, naturali o artificiali, comportano consumo di riserve energetiche rilevanti. Se vengono ripetutamente svegliati, rischiano di arrivare alla fine dell'inverno senza riserve sufficienti per il risveglio definitivo o comunque, molto più sensibili ai fattori di mortalità e incapaci di affrontare i costi energetici della successiva stagione riproduttiva.

Il D.Lgs. 194/2005 nell'ambito della definizione delle mappature acustiche territoriali introduce i termini di "aree silenziose" all'interno e all'esterno degli agglomerati urbani e richiede che i piani di azione comprendano anche "le misure volte alla conservazione delle aree silenziose";

La valutazione di impatto acustico è tuttavia chiamata a rilevare e quantificare le conseguenze degli interventi in oggetto anche per "ricettori" di tipo floro-funistico. Al momento non è possibile confrontare i dati estrapolati dalle simulazioni con limiti di soglia codificati e oggettivi, ma si eseguiranno comunque valutazioni di tipo statistico secondo procedure di calcolo riproducibili e verificabili.

In particolare si farà riferimento agli studi condotti dai ricercatori Reijen e Thissen sull'incidenza del rumore nelle popolazioni animali di ecosistemi complessi.

I due studiosi hanno raccolto numerosi dati sulla densità di specie animali rispetto ad ecosistemi soggetti a perturbazioni acustiche crescenti. Il grafico sotto riportato ed apparso in un articolo del Biological Conservation del 1996 evidenzia una decrescita della naturale densità abitativa degli ecosistemi a partire dal valore di pressione sonora di 48 dB(A). La riduzione in termini percentuali, raggiunge il 50% per rumorosità superiori a 60 dB(A).

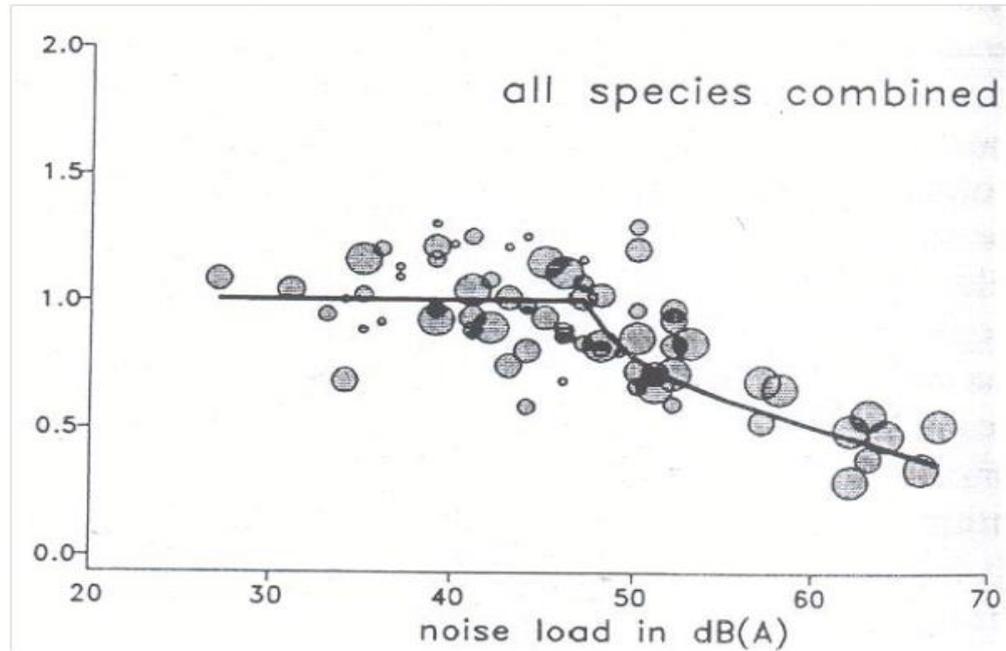


Figura 1-1 Distribuzione incidenza faunistica in funzione del rumore.

Si può ragionevolmente definire quale valore target al fine di individuare il limite di incidenza delle attività in oggetto sugli ecosistemi coinvolti, la curva isofonica pari a 50 dB.

Al di fuori di tale curva si assume che non vi sia un'apprezzabile variazione sulla densità delle specie presenti.

1.3 Normativa di riferimento

La Legge Quadro 447/1995 definisce tutta la materia dell'inquinamento da rumore nell'ambiente esterno ed abitativo; tale legge è corredata da diversi decreti che svolgono il ruolo di regolamenti attuativi in ordine alle modalità di effettuazione delle misure fonometriche e ai limiti da rispettare.

1.3.1 Piano di classificazione acustica

La LQ 447/1995 dispone che tutti i Comuni si dotino di un piano di zonizzazione acustica del proprio territorio secondo uno schema a sei classi acusticamente omogenee assegnando a ognuna di esse i valori massimi di rumorosità ambientale suddivisi per i due periodi della giornata: diurno e notturno (DPCM 14.11.97).

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	Valori limite assoluti di immissione		Valori limite di emissione		Valori di qualità	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
	6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰	6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰	6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰
I – Aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
II- Aree prevalentemente residenziali	55	45	50	40	52	42
III- Aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
IV- Aree di intensa attività umana	65	55	60	50	62	52
V- Aree prevalentemente industriali	70	60	65	55	67	57
VI- Aree esclusivamente industriali	70	70	65	65	70	70

Tabella 1 Valori limite

I valori limite di emissione devono essere applicati al rumore generato da ogni singola sorgente (con l'esclusione delle infrastrutture di trasporto).

I livelli riportati sopra - ridotti di 5 dB(A) – definiscono i valori limiti di emissione che devono essere applicati al rumore generato da ogni singola sorgente (con l'esclusione delle infrastrutture di trasporto).

I valori differenziali, fissati dal DPCM 14 Novembre 1997, art. 4, comma 1, misurati all'interno degli ambienti abitativi, non devono superare i seguenti limiti:

Differenziale	Periodo diurno (06:00-22:00)	Periodo notturno (22:00-06:00)
$L_{diff} = L_A - L_R$	< 5dB	< 3dB
Limite applicabilità	50 dB (finestre aperte) 35 dB (finestre chiuse)	40 dB (finestre aperte) 25 dB (finestre chiuse)

Tabella 2 Limiti differenziali

1.3.2 Inquinamento da traffico veicolare

Per la valutazione dell'impatto acustico da traffico veicolare si fa riferimento al DPR 30 marzo 2004 n. 142 "Regolamento recante 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".

L'art. 2 del DPR 142/2004 definisce e classifica le strade. Anche all'interno della presente relazione, si intenderà per "strada" l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Le strade sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi:

- 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 fissa limiti di immissione sia per le infrastrutture nuove che per quelle già realizzate e precisamente definisce per ogni classe di strade una fascia di pertinenza calcolata come striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato partire dal confine stradale. Si riportano nella seguente tabella i limiti di immissione fissati dall'Allegato 1 del DPR 142/2004.

Tipo di Strada (secondo il codice della strada)	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza di fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali ecc.		Altri recettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		250 m	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250 m	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250 m	50	40	65	55

	C2	150 m	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100 m	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30 m	Definiti dal Comune nel rispetto dei valori in Tabella C del DPCM 14.11.97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane (art. 6 Legge 447/1995).			
F - locale		30 m				

Tabella 3 Limiti previsti per nuove infrastrutture

Tipo di Strada (secondo il codice della strada)	Sottotipi a fini acustici ¹	Ampiezza fascia di pertinenza acustica		Scuole ² , ospedali ecc.		Altri recettori	
				Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada	-	100 m	fascia A	50	40	70	60
	-	150 m	fascia B			65	55
B - extraurbana principale	-	100 m	fascia A	50	40	70	60
	-	150 m	fascia B			65	55
C - extraurbana secondaria	CA	100 m	fascia A	50	40	70	60
		150 m	fascia B			65	55
	CB	100 m	fascia A	50	40	70	60
		150 m	fascia B			65	55
D - urbana di scorrimento	DA	100 m	-	50	40	70	60
	DB	100 m	-			65	55
E - urbana di quartiere	-	30 m	-	Definiti dal Comune nel rispetto dei valori in Tabella C del DPCM 14/11/1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane (art. 6 Legge 447/1995).			
F - locale	-	30 m	-				

Tabella 4 Limiti previsti per infrastrutture esistenti

¹ CA: strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980; CB: tutte le altre strade extraurbane secondarie; DA: strade a carreggiate separate e interquartiere; DB: tutte le altre strade urbane di scorrimento.

² Per le scuole vale il solo limite diurno.

1.4 Strumentazione fonometrica e parametri acustici

1.4.1 Modelli di propagazione delle onde sonore

1.4.1.1 Propagazione libera delle onde sonore

La propagazione libera delle onde sonore, partendo da un livello di potenza sonora specifico della sorgente è soggetta a fenomeni di attenuazione di diversa natura. Il principale fenomeno di attenuazione è quello dovuto alla divergenza geometrica in funzione della distanza.

Nello studio della propagazione sonora in ambiente esterno è particolarmente importante la definizione del tipo di sorgente sonora che genera il campo acustico.

Si definiscono in particolare tre tipi di sorgenti sonore cui corrispondono altrettanti tipi di attenuazione dovute alla distanza dal ricevitore:

- sorgente puntiforme;
- sorgente lineare;
- sorgente piana.

A far sì che una sorgente sia considerata puntiforme, lineare o piana non è solo la sua forma ma anche la distanza dal ricevitore o meglio le sue dimensioni in rapporto a tale distanza.

Se è possibile approssimare l'emissione di rumore ad una sorgente puntiforme, questa determinerà fenomeni di propagazione per superfici sferiche.

La figura seguente dimostra inoltre che al crescere della distanza dalla sorgente, aumenta la superficie su cui la potenza sonora emessa si distribuisce (divergenza geometrica).

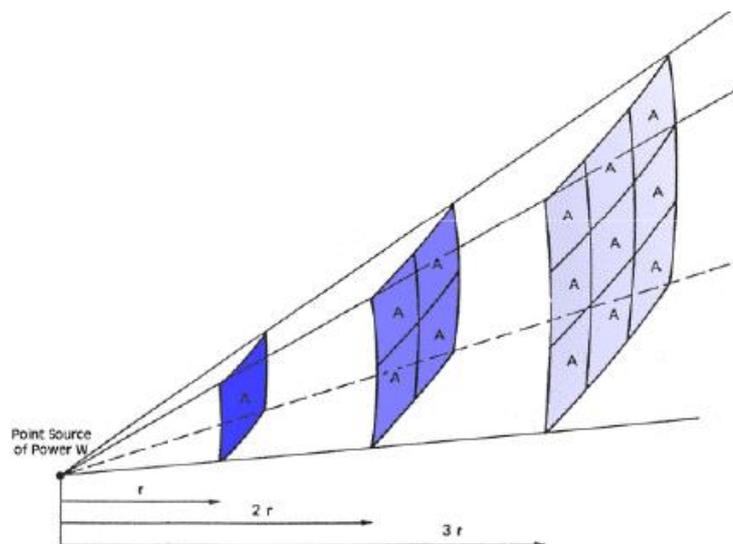


Figura 1-2 Fenomeno della divergenza nei fenomeni ondulatori.
Definendo W la potenza sonora alla sorgente, l'intensità I dell'energia sonora è data da:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

dove r è la distanza espressa in metri.

Sia ora L_w il livello di potenza sonora riferito ad una potenza $W_0 = 10^{-12}$ Watt:

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

Indicato con L_p il livello di pressione sonora:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0} \cong 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Il livello di pressione sonora a distanza, ricordando che l'intensità di riferimento è 10^{-12} Wm^{-2} , può essere allora espresso dalla seguente relazione:

$$L_p = L_w - 10 \log(4\pi r^2) \cong L_w - 20 \log(r) - 11$$

nella quale r è espresso in metri.

Da questa relazione si calcola quale sia la riduzione della pressione in funzione della distanza. Questa riduzione è causata semplicemente dalla divergenza geometrica delle onde sonore.

1.4.1.2 Direttività della sorgente

L'effetto di superfici riflettenti poste nelle immediate vicinanze della sorgente può essere rappresentato da un'opportuna direttività ricavabile in funzione di differenti configurazioni geometriche.

Per caratterizzare la direzionalità di una sorgente si introduce il fattore di direttività, Q .

La direttività può essere espressa in termini logaritmici attraverso l'indice di direttività, D .

$$D = 10 \log Q$$

Esso esprime l'aumento in decibel del livello di intensità sonora dovuto alla direttività della sorgente considerata rispetto al livello che, a parità di potenza sonora, si otterrebbe nel medesimo punto dello spazio se la sorgente fosse omnidirezionale.

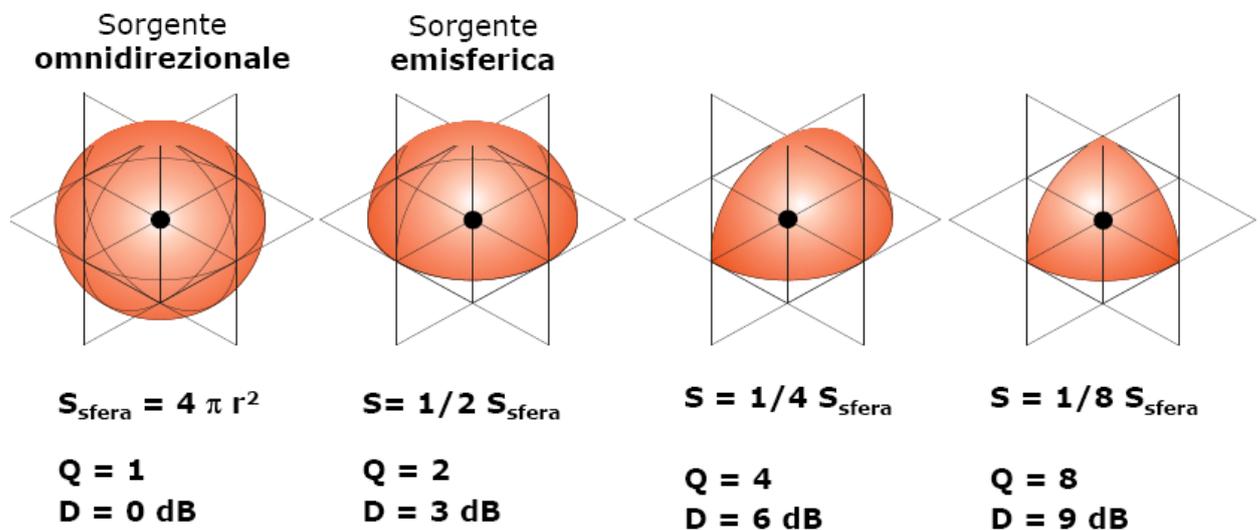


Figura 1-3 Fattori ed indici di direttività.

1.4.1.3 Attenuazione in eccesso

Nella propagazione libera delle onde sonore, oltre all'attenuazione imputabile alla divergenza che abbiamo descritto, si hanno altre riduzioni del livello che sono quindi considerate in eccesso rispetto a quanto prevedibile sulla base della sola divergenza.

Le cause dell'attenuazione in eccesso sono molteplici:

- Attenuazione per riflessione del terreno;
- Attenuazione per la presenza di ostacoli/rilievi;
- Assorbimento atmosferico, $Ae1$;
- Precipitazioni o nebbie, $Ae2$;
- Presenza di vegetazione $Ae3$;
- Fluttuazioni dovute al vento, ai gradienti di temperatura, a turbolenza atmosferica, ecc $Ae4$.

Di seguito verranno analizzate le varie tipologie di attenuazioni in eccesso.

1.4.1.4 Assorbimento atmosferico

L'energia sonora nell'aria viene gradualmente trasformata in energia termica soprattutto attraverso meccanismi di vibrazione delle molecole d'ossigeno: ciò provoca il cosiddetto assorbimento atmosferico. Esso dipende particolarmente da frequenza del suono, temperatura e umidità dell'aria ed è proporzionale alla distanza fra sorgente e ricevitore. Nel caso in esame data la variabilità di temperatura ed umidità dell'aria non sono state effettuate stime di questo tipo di riduzione;

Coefficienti di assorbimento acustico dell'aria in dB/km (dalla Norma ISO 9613-1) per alcune combinazioni di temperatura e umidità relativa dell'aria.

T(°C)	U,R,(%)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0,12	0,41	1,04	1,93	3,66	9,66	32,8	117,0
15	20	0,27	0,65	1,22	2,70	8,17	28,2	88,8	202,0
15	50	0,14	0,48	1,22	2,24	4,16	10,8	36,2	129,0
15	80	0,09	0,34	1,07	2,40	4,15	8,31	23,7	82,8
20	70	0,09	0,34	1,13	2,80	4,98	9,02	22,9	76,6
30	70	0,07	0,26	0,96	3,14	7,41	12,7	23,1	59,3

Tabella 5 Fenomeni di attenuazione.

1.4.1.5 Precipitazioni o nebbie

L'attenuazione in eccesso dovuta a questi fattori può ritenersi trascurabile.

1.4.1.6 Presenza di vegetazione

Quando sia la sorgente che l'osservatore si trovano ad una distanza ridotta dal suolo esiste un sensibile effetto di attenuazione del terreno, esaltato dalla presenza di vegetazione fitta (erbe, cespugli, alberi).

1.4.1.7 Disomogeneità e fluttuazioni

Le variazioni della temperatura dell'aria con la quota e la diversa velocità del vento possono influenzare in maniera rilevante la propagazione del suono all'aperto. Un fronte d'onda che si propaga con una certa direzione dalla sorgente al di sopra di una superficie piana viene piegato verso l'alto, se la velocità del suono diminuisce con la quota, o verso il basso se invece la velocità del suono aumenta con la quota. Se il fronte d'onda si piega verso l'alto si formeranno delle zone d'ombra acustica viceversa se piega verso il basso si avranno dei cospicui rinforzi rispetto ai livelli relativi ad aria omogenea.

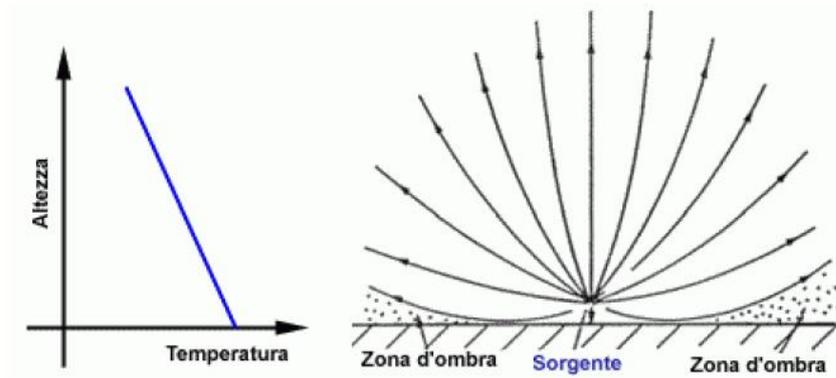


Figura 1-4 Effetto della temperatura con gradiente normale.

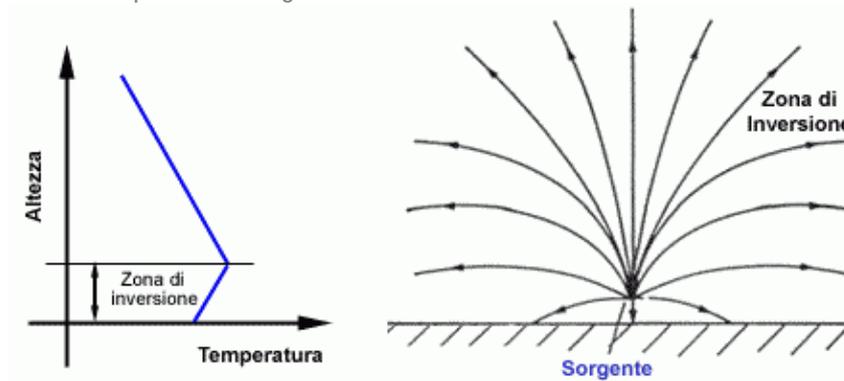
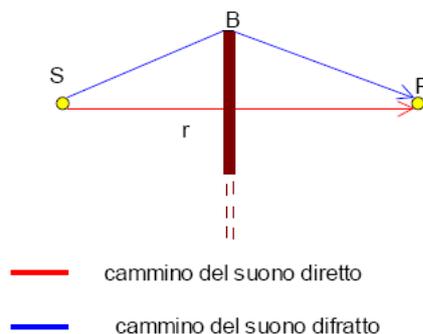


Figura 1-5 Effetto della temperatura in caso di inversione termica.

1.4.1.8 Attenuazione delle barriere acustiche

Quando le onde sonore incontrano un ostacolo, aggirano i bordi dell'ostacolo stesso dando luogo a fenomeni di diffrazione. In altre parole, le direzioni di propagazione delle onde sonore sono deformate dagli ostacoli che esse incontrano. Il ricevitore R si trova a distanza r dalla sorgente S e tra loro si frappone lo schermo infinito in due dimensioni ma finito nella terza:



Se lo schermo non ci fosse il suono percorrerebbe il raggio rosso e:

$$L_{DIR} = L_W + 10 \log \frac{Q_{DIR}}{4\pi r_{DIR}^2}$$

Ma con una barriera, il suono percorre il percorso blu e subisce una perdita d'energia; si avrà, quindi, un'attenuazione del livello. In questo caso non si ha più un livello diretto ma un livello di fratto LDIFF:

$$L_{DIFF} = L_{DIR} - \Delta L_{BAR}$$

Per poter calcolare ΔL_{BAR} , ossia l'attenuazione della barriera, è necessario conoscere il numero di Fresnel N.

$$N = \frac{2 \cdot \delta}{\lambda} = \frac{2 \cdot \delta \cdot f}{c}$$

Dove λ è la lunghezza d'onda, c la velocità del suono che in aria vale 340 m/s, f è la frequenza e δ è il percorso dell'onda diffratta meno quello dell'onda diretta. Quindi:

$$\delta = \overline{SB} + \overline{BR} - \overline{SR}$$

All'aumentare di f cresce l'attenuazione.

Tra attenuazione e numero di Fresnel, quindi, esiste una legge lineare; essa è descritta dal diagramma di Maekawa e dalle relative formule:

se la sorgente è puntiforme $\Delta L_{BAR} = 10 \log[3 + 20N]$

se la sorgente è lineare $\Delta L_{BAR} = 10 \log[2 + 5.5N]$

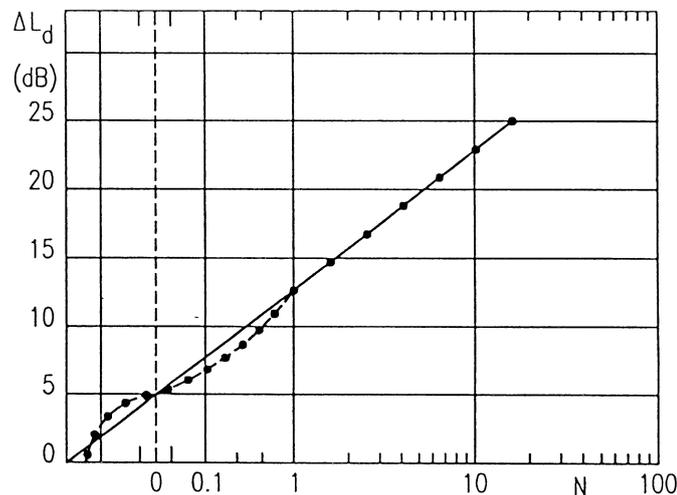


Figura 1-6 Diagramma di Maekawa per sorgenti lineari.

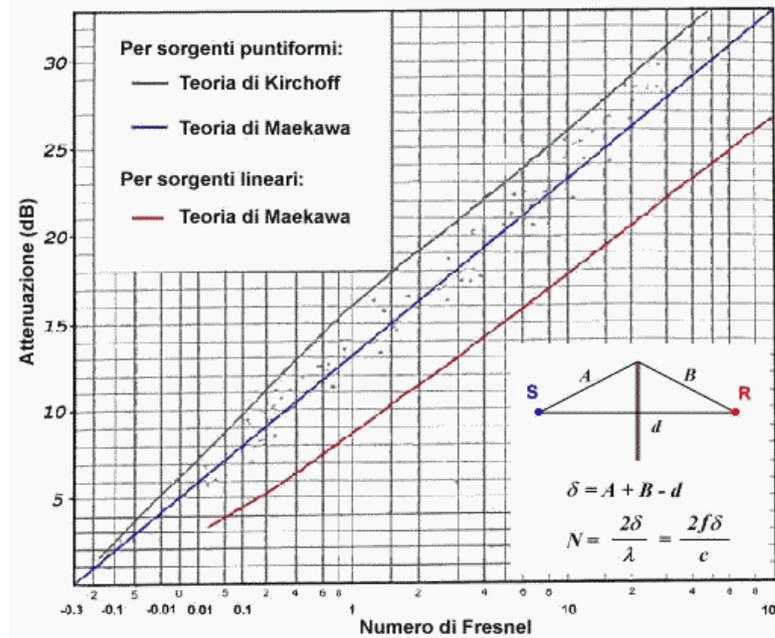


Figura 1-7 Grafico di relazione fra il Numero di Fresnel ed attenuazione.

Attraverso il modello Maekawa si calcola l'attenuazione prevista sui ricettori più vicini.

1.4.1.9 Propagazione delle sorgenti lineari

Per quanto riguarda le strade ed in generale tutte le infrastrutture di trasporto, l'approssimazione della sorgente ad un punto non può essere utilizzata; in questo caso si fa perciò riferimento al modello di propagazione proposto per sorgenti lineari che, fatto salvo quanto indicato nel precedente paragrafo, consente di determinare il livello di pressione sonora a distanza, utilizzando la seguente relazione (valida per sorgente semi-cilindrica):

$$L_p \cong L_w - 10 \log (r) - 5$$

La valutazione dei livelli di pressione sonora a distanza non terrà conto delle diverse forme di attenuazione ma verrà considerata esclusivamente la riduzione per divergenza geometrica; in questo modo i risultati forniti risulteranno sicuramente più cautelativi.

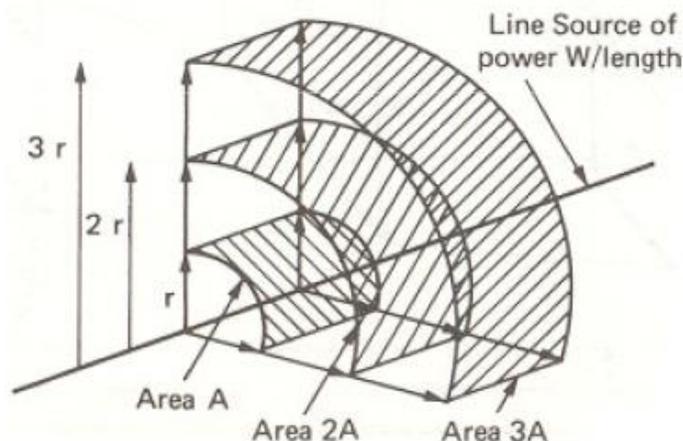


Figura 1-8 Propagazione delle onde sonore per sorgenti lineari.

Il livello di pressione sonora si riduce di 3 dB per ogni raddoppio della distanza della sorgente. (propagazione cilindrica).

1.4.1.10 Propagazione delle sorgenti piane

Queste sorgenti generano onde sonore piane, che non subiscono attenuazioni da divergenza. Si tratta di una situazione che non si verifica frequentemente nella pratica, nelle normali situazioni di misura.

Tipicamente onde piane possono essere ottenute all'interno di un tubo liscio entro cui si muove in modo oscillatorio un pistone come ad esempio all'interno di una galleria stradale.

Più frequentemente si possono ascrivere a questo tipo le sorgenti areali molto estese, lungo due dimensioni, rispetto alla distanza dal ricevitore, distanza misurata in senso normale alle due suddette dimensioni. È il caso delle pareti di grandi capannoni industriali, ma solo finché la distanza parete-ricevitore si mantiene piccola rispetto alle due dimensioni della parete e non in prossimità dei bordi della stessa.

In condizioni del genere l'intensità sonora si mantiene costante al variare della distanza sorgente-ricevitore.

1.4.2 Calcolo dell'incertezza

1.4.2.1 Incertezza della misura

La norma tecnica UNI EN 13005:2000 propone un metodo di calcolo dell'incertezza composto da:

$$U_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i U_i^2}$$

Dove U_c è l'incertezza complessiva che si compone della sommatoria delle n incertezze. Ad esempio l'incertezza strumentale può essere calcolata come somma delle incertezze di fonometro e calibratore. Utilizzando fonti reperibili in letteratura si ottiene:

$$U_{strum} = \sqrt{U_{cal}^2 + U_{fon}^2} = \sqrt{(0.13 \div 0.21)^2 + (0.44 \div 0.59)^2} = 0.49 \div 0.60 [dB]$$

1.4.2.2 Incertezza del modello

La norma tecnica UNI 11143-1:2005 propone di effettuare misurazioni di livello sonoro, in funzione della frequenza, sia in punti di riferimento prossimi alle sorgenti sonore individuate (punti di calibrazione delle sorgenti) sia in punti più lontani ed in prossimità dei ricettori (punti di calibrazione dei ricettori e di verifica).

Per quanto riguarda i livelli misurati nei pressi delle sorgenti determinare i valori dei parametri di ingresso del modello di calcolo (potenza sonora e direttività delle sorgenti sonore, tipologia puntuale, lineare od areale delle sorgenti sonore, ecc.) in maniera tale che la media degli scarti $|L_{cc} - L_{mc}|$ al quadrato tra i valori calcolati con il modello (L_{cc}) ed i valori misurati (L_{mc}) nei punti di calibrazione delle sorgenti sia minore di 0,5 dB:

$$\frac{\sum_{c=1}^{N_s} |L_{mc} - L_{cc}|^2}{N_s} \leq 0,5 \text{ dB}$$

dove:

N_s è il numero dei punti di riferimento sorgente-orientati.

Per quanto concerne, invece, le misure fatte presso i ricettori (calibrazione ai ricettori) la norma propone di minimizzare la somma dei quadrati degli scarti regolando i parametri del modello che intervengono sulla propagazione, in maniera tale che la media degli scarti al quadrato sia minore di 1,5 dB:

$$\frac{\sum_{c=1}^{N_R} |L_{mc} - L_{cc}|^2}{N_R} \leq 1,5 \text{ dB}$$

dove:

NR è il numero di punti di misura ricettore-orientati utilizzati per la calibrazione calcolare i livelli sonori nei punti di verifica, Lcv.

Se lo scarto $|L_{cv} - L_{mv}|$ tra i livelli sonori calcolati, Lcv, e quelli misurati, Lmv, in tutti i punti di verifica è minore di 3 dB(A), allora il modello di calcolo è da ritenersi calibrato; altrimenti, è necessario riesaminare i dati di ingresso del modello di calcolo (specificatamente quelli relativi alla propagazione acustica) e ripetere il processo.

1.4.3 Modelli matematici di calcolo

Nelle valutazioni di impatto acustico e dei relativi interventi di mitigazione, assume una importanza determinante il calcolo della propagazione acustica in ambiente esterno. La Legge 447/95 ed i suoi decreti attuativi impongono di calcolare o un livello equivalente ponderato A, L_{Aeq} , o il cosiddetto livello di valutazione del rumore aeroportuale, LVA. In entrambi i casi la scelta del modello di calcolo è sostanzialmente lasciata all'utilizzatore. La proposta di direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sul rumore ambientale (2000) raccomanda di calcolare in ogni caso il livello giorno-sera-notte, L_{den} , ed il livello di rumore notturno, L_{night} , unificando la scelta dei descrittori acustici. La stessa proposta di direttiva europea va poi oltre la legislazione italiana nel raccomandare anche i metodi di calcolo dei descrittori; tuttavia, su questo punto essa appare condizionata da compromessi. Infatti tali metodi sono, almeno provvisoriamente, i seguenti:

- per il rumore di attività produttive: il metodo normalizzato ISO 9613-2 (1996);
- per il rumore degli aeromobili in prossimità di aeroporti: il metodo europeo descritto nel documento 29 ECAC-CEAC (1997);
- per il rumore da traffico veicolare: il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96;
- per il rumore da traffico ferroviario: il metodo di calcolo ufficiale olandese (1996).

Appare subito problematico far convivere metodi differenti fra loro e basati su approssimazioni molto diverse senza nemmeno avere un riferimento per poterli combinare nella valutazione di un caso complesso, come per esempio un aeroporto in vicinanza di un'autostrada e di una ferrovia.

Dal punto di vista scientifico, invece, è chiaro che i fenomeni che governano la propagazione del rumore in ambiente esterno sono sempre i medesimi.

1.4.4 Modellistica acustica per il traffico stradale

Il traffico veicolare è, in generale, la sorgente di rumore principale per la capillare diffusione nel territorio, l'estensione nel tempo (diurno e notturno) e livelli di rumorosità importanti.

Le sorgenti di rumore sono legate sostanzialmente a tre componenti:

- motore: il funzionamento del motore genera rumore in funzione delle caratteristiche costruttive e del numero di giri;
- rotolamento: il rumore causato dall'intrappolamento/rilascio d'aria nelle cavità tra battistrada e asfalto;
- aerodinamica: rilevante esclusivamente per velocità maggiori di 130 km/h.

I livelli di emissione sonora di un'infrastruttura stradale dipendono da due categorie di fattori: i dati relativi al flusso di traffico e le caratteristiche geometriche e strutturali dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda di dati di traffico parametri da considerare sono sicuramente l'entità dei flussi di traffico, la velocità media di percorrenza, la composizione del traffico (veicoli pesanti, leggeri etc.) ed il tipo di flusso.

Risultano determinanti anche le caratteristiche dell'infrastruttura quali il numero di corsie per senso di marcia, le dimensioni della carreggiata, il profilo della strada, la tipologia di manto stradale e la forma della sezione trasversale (strada in piano campagna, in trincea o in rilevato).

La strada può essere considerata una sorgente lineare e la propagazione del rumore avviene in modo sostanzialmente uniforme nello spazio libero sovrastante.

Per il calcolo dell'emissione da un'infrastruttura stradale viene proposto il modello NMPB-Routes-96. Il calcolo dell'emissione si basa sul livello di pressione sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi.

Il livello di pressione sonora è ricavato a partire da un nomogramma, 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, pendenza della livelletta e caratteristiche del traffico. Il livello di pressione 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.

Il modello permette di prevedere i livelli di emissione dovuta al sistema di propulsione e al contatto pneumatico-strada in funzione della velocità di marcia e del tipo di veicolo; il modello prevede inoltre correzioni per tenere conto della composizione del parco circolante in uno specifico contesto, delle condizioni meteorologiche, dello stile di guida e delle caratteristiche della pavimentazione stradale.

1.4.5 Modellistica acustica dei parcheggi

I parcheggi sono concettualmente connessi alla struttura cui fanno riferimento (centro commerciale, luogo ricreativo, etc.); il loro contributo in termini di inquinamento acustico deve pertanto essere distinto da quello del traffico veicolare percorrente le vie pubbliche: in tal senso il parcheggio costituisce spesso uno dei problemi maggiori di inquinamento acustico associati ai nuovi impianti oggetto di valutazione di impatto acustico e il tecnico operante è chiamato a prevederne gli effetti.

A partire dalla storia temporale di un singolo movimento di parcheggio si risale alla emissione sonora in termini di potenza sonora distribuita su un'area.

Il parametro principale che caratterizza l'emissione sonora di un parcheggio è il numero di movimenti veicolari N nell'unità di tempo (l'ora) e relativa all'unità di riferimento B_0 (si tenga conto che l'operazione completa di parcheggio di un veicolo, da questo punto di vista, consiste di due movimenti veicolari). Questo parametro, definito come $N/(B_0h)$, è dunque il parametro fondamentale per caratterizzare l'emissione sonora di una tipologia di parcheggio. L'unità di riferimento B è talvolta il numero stesso di posti auto del parcheggio, ma più spesso risulta significativo scegliere un parametro correlato con le

caratteristiche del tipo di parcheggio. Per ottenere l'emissione sonora di un parcheggio è necessario dunque conoscere la tipologia del parcheggio (a servizio di un ristorante, una discoteca, un supermercato...), il parametro che caratterizza il servizio (la superficie di vendita netta del ristorante, della discoteca, del supermercato), la collocazione urbanistica (in città, fuori città...). In sostanza, si tratta di fattori (KPA e KI) che sono stati riconosciuti determinanti e che possono influenzare sensibilmente l'emissione sonora del parcheggio (quello di una discoteca è più "rumoroso" del parcheggio di un ristorante che è a sua volta più rumoroso di un parcheggio standard).

Il fattore KPA è legato essenzialmente alla tipologia di parcheggio, mentre il fattore KPI è legato alla caratteristica impulsiva: in ogni caso, come per quanto detto sopra, si tratta sempre di fattori derivati empiricamente osservando numerosissimi parcheggi e identificando i parametri diversificanti.

Tipologia di parcheggio	Fattori correttivi [dB(A)]	
	KPA	KI
Aree di parcheggio per auto		
Parcheggi di interscambio (P+R) Aree di parcheggio in prossimità di aree residenziali Aree di parcheggio per lavoratori o visitatori Aree di parcheggio suburbane	0	4
Aree di parcheggio in prossimità di centri commerciali		
Carrelli standard su asfalto	3	4
Carrelli standard su pavimentazione sconnessa	5	4
Aree di parcheggio in prossimità di centri commerciali		
Carrelli a basso rumore su asfalto	3	4
Carrelli a basso rumore su pavimentazione sconnessa	3	4
Aree parcheggio di discoteche (con rumore di autoradio e conversazioni)	4	4
Aree parcheggio di ristoranti	3	4
Aree parcheggio di fast-food	4	4
Fermate urbane dei pullman		
Pullman con motore diesel	10	4
Pullman a gas naturale	7	3
Aree parcheggio per TIR	14	3
Aree parcheggio per motoveicoli	3	4

Tabella 6 Fattori di valutazione per il rumore dei parcheggi

1.4.6 SoundPlan 7.1

Il software di calcolo, utilizzato nel presente progetto, è stato sviluppato dalla *SoundPLAN* LLC nel corso di oltre 15 anni di ricerca. E' certamente il Software previsionale acustico più diffuso al mondo. In Italia conta oltre 200 utilizzatori distribuiti tra i migliori centri di ricerca, Università, Agenzie per l'Ambiente, ARPA, Comuni e decine di studi di consulenza. Permette la modellizzazione acustica in accordo con decine di standards nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore ed è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale. Tra i gli standard forniti vi sono tutti quelli che fanno riferimento alle future norme europee in via di pubblicazione (COM2000-468).

I metodi di calcolo implementati dal modello sono il "*ray tracing*", come opzione di default, o in alternativa il metodo denominato "*angle scanning*".

La tecnica del *ray tracing*, utilizzata per sviluppare le mappe acustiche, consiste nel calcolo dell'attenuazione del rumore seguendo i raggi che connettono la sorgente a ogni ricettore. Detti raggi partono omnidirezionalmente da ogni singolo ricettore e dopo molteplici rifrazioni e riflessioni, che seguono i principi dell'ottica geometrica, intercettano la sorgente. Il percorso di ogni singolo raggio descrive pertanto il modo in cui si propaga, riflette, attenua e viene rifratta l'onda incidente che parte da una determinata sorgente.

I fenomeni di diffrazione e riflessione sono calcolati attraverso il metodo delle sorgenti immagine che consiste nel creare nuove sorgenti laddove c'è una riflessione sul prolungamento del raggio incidente, adeguando, ad ogni ordine di riflessione, l'intensità sonora della nuova sorgente fittizia.

Al fine di minimizzare il tempo di calcolo, l'algoritmo di *ray tracing*, è implementato secondo la tecnica del *backward integration*, cioè la ricerca dei percorsi di propagazione viene effettuata partendo dal ricettore e non dalla sorgente, come avviene nell'applicazione classica del metodo.

SoundPLAN si basa sull'ipotesi di emissione di rumore da sorgenti puntiforme. Sorgenti più complesse, come quelle lineari e areali, vengono simulate dal programma riportando queste ultime alla somma di sorgenti elementari di dimensioni paragonabili a quella puntiforme.

L'applicazione del modello di calcolo in base alle sorgenti presenti sul territorio è avvenuta seguendo le indicazioni riportate dalla normativa di riferimento (D.Lgs. 194/05).

Tra gli standard forniti vi sono tutti quelli che fanno riferimento alla Direttiva Europea 2002/49/CE e recepiti con il D.Lgs 19 Agosto 2005 N°194 i cui più diffusi sono:

- ISO 9613 Part 1,2 (modello Europeo)
- NMPB – routes 96 (modello Europeo)
- Guide du bruit 2003
- SRM II:2002 (modello Europeo)
- ISO 3891, ISO 9613, ANSI 126

Il programma di calcolo *SoundPLAN* consente di gestire e processare dati di input acustici, geometrici ed ambientali, permettendo valutazioni in merito alla propagazione sonora in funzione degli algoritmi utilizzati a livello europeo, e fornendo risultati (output) sia in forma tabellare sia in forma grafica (mappa acustica).

Il modello di calcolo considera separatamente le varie tipologie di sorgenti permettendo l'implementazione degli elementi geomorfologici dell'area e delle sorgenti lineari, puntuali e areali presenti nel contesto su cui insiste il progetto.

L'identificazione e quantificazione delle sorgenti deve essere creata a partire dai rilievi eseguiti sul campo, da dati presenti in letteratura ovvero dati forniti dai progettisti. Il software permette l'acquisizione di dati in frequenza sia per quel che concerne le emissioni di rumore che l'assorbimento delle superfici di riflessione compresi i fenomeni dovuti alla tipologia di terreno. Le sorgenti puntuali possono essere caratterizzate anche con profili di direttività tridimensionale.

Ogni sorgente può essere definita attraverso un istogramma temporale di funzionamento permettendo di ricreare scenari realistici e dinamici nell'arco delle 24 ore.

La successiva elaborazione produce le mappe di diffusione acustica a linee di isolivello per i periodi di riferimento (diurno e notturno), ricavando anche i valori acustici in facciata ai singoli ricettori. *SoundPlan* permette la generazione di mappe isofoniche in pianta e in sezione. Il modello di calcolo considera gli spettri delle sorgenti di rumore e riporta i risultati per singolo ricevitore (punto) o per area di indagine (mappa). Il software richiede l'implementazione del modello geomorfologico in 3D e permette la visualizzazione di rappresentazioni tridimensionali delle mappe risultato.

1.4.7 Definizioni e nomenclatura

Leq (A) = Livello di pressione sonora integrato nel periodo di osservazione

Lw = Livello di potenza sonora calcolato ovvero dichiarato dal costruttore della sorgente

Lp = Livello di pressione sonora misurato ad una distanza definita dalla sorgente

LA = Livello di rumore ambientale: Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo (sono esclusi gli eventi sonori di natura eccezionale e identificabili singolarmente).

LR = Livello di rumore residuo: rumore rilevato quando si esclude una specifica sorgente disturbante

L01-99 = Livello statistico di pressione sonora raggiunto nella quota percentuale nel periodo di osservazione

R = Ricettore potenzialmente disturbato

S = Sorgente di rumore

P = Punto di misura

Limite di emissione = valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in corrispondenza dei ricettori maggiormente esposti;

Limite di immissione = valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

Limite di immissione differenziale = valore massimo della differenza tra il livello di rumore ambientale (sorgente accesa) e il livello di rumore residuo (sorgente spenta). Il livello deve essere valutato all'interno degli ambienti occupati regolarmente da persone.

1.4.8 Strumentazione utilizzata

Sono state impiegate n. 3 catene strumentali in Classe I conformi ai requisiti previsti dal DM 16/03/98 (per il sistema di misura conformità alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 relativamente alla classe 1; per il microfono alle norme EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995 e EN 61094-4/1995; per i filtri alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994).

La calibrazione è stata eseguita con uno strumento conforme alle norme CEI 29-14 e IEC 942/1998 prima e dopo ogni misura verificando che la deriva fosse conforme ai criteri di Classe I.

L'elaborazione delle misure eseguite è stata effettuata utilizzando i programmi direttamente acquisiti dai fornitori degli strumenti di misurazione ovvero fogli di calcolo.

Le condizioni meteorologiche sono state acquisite tramite i dati resi disponibili dalla centrale meteo dell'Aeronautica Militare (postazione di Mondovì - Castello) e direttamente tramite stazione meteorologica portatile modello PCE -FWS20.

Di seguito sono riportati i dati identificativi della strumentazione utilizzata.

Strumento	Marca e modello	N. Serie	Utilizzato
Fonometro integratore di Classe I	Larson Davis – LD831	0001890	SI
Microfono e preamplificatore	PCB – PRM831	015173	SI
Fonometro integratore di Classe I	01dB – Solo	11062	SI
Preamplificatore	01dB – 21S	11459	SI
Fonometro integratore di Classe I	01dB – Solo	11607	SI
Preamplificatore	01dB – 21S	16272	SI
Calibratore di Classe I	01dB – Cal01	11643	SI
Software di elaborazione	NoiseWork 2.9; dBTrait 5.4; MS Excel		

Tabella 7: Strumenti di misura.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti da Tecnico Competente in Acustica iscritto nell'albo nazionale in aderenza al disposto di cui al DM 16/03/98. Le misure sono state condotte con postazione fissa non presidiata. Il microfono preamplificato è stato collegato all'analizzatore mediante cavo schermato. Il microfono è stato dotato di cuffia antivento. L'altezza e la direzione del microfono è stata scelta sulla base delle sorgenti esistenti che si intendeva analizzare.

1.4.9 Incertezza strumentale

Questo contributo dipende esclusivamente dalla classe della strumentazione utilizzata per le misurazioni (compreso il calibratore). In base a quanto riportato al punto 5 della norma UNI/TR 11326 per strumentazione di classe 1, il contributo complessivo dell'incertezza strumentale (comprendente la procedura di calibrazione) per misure di L_{Aeq} in banda larga può essere posto $U_{str} = 0,5$ dB(A). Tale contributo dovrà comunque essere aggiunto, come contributo indipendente di incertezza, anche nei casi in cui la stima dell'incertezza si riferisca a misurazioni ripetute (incertezza di categoria A).

1.5 Caratterizzazione dello stato ante operam

1.5.1 Inquadramento territoriale

L'area interessata dall'intervento ricade integralmente nel territorio comunale di Mondovì, compresa tra la Strada Provinciale n. 5 e la Strada Statale n. 28 sud. Il sistema orografico è costituito prevalentemente da bassa montagna e collina, caratterizzato da macchie boschive ed attraversato da una serie di fiumi e torrenti di cui il principale è il Fiume Ellero.

Allo stato attuale le sorgenti di rumore di maggior rilievo, e che caratterizzano il territorio oggetto di studio, sono riconducibili prevalentemente alle infrastrutture di trasporto e alle attività agricole. La morfologia particolare dell'area può dar luogo a fenomeni complessi di propagazione delle onde sonore mentre i fenomeni di riflessione e diffrazione sono originati per lo più dagli edifici distribuiti nel dominio di calcolo.

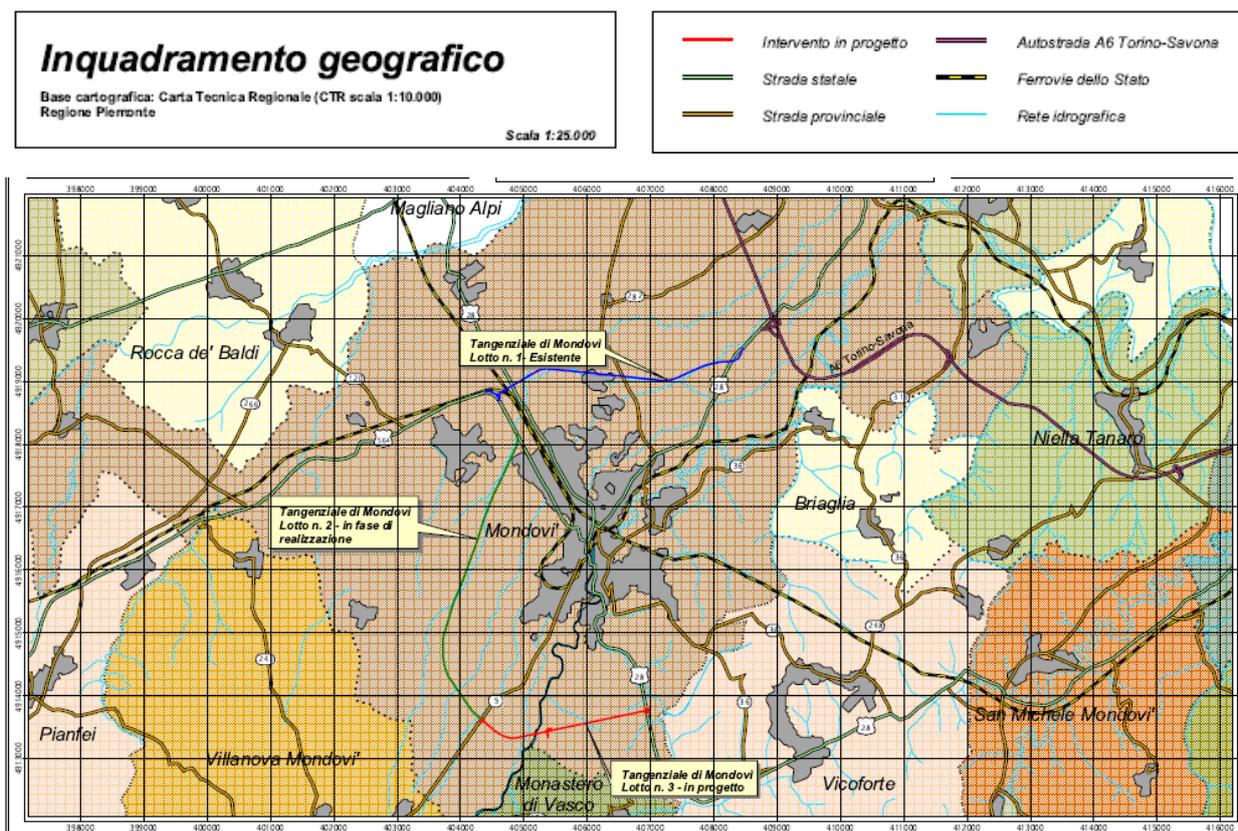
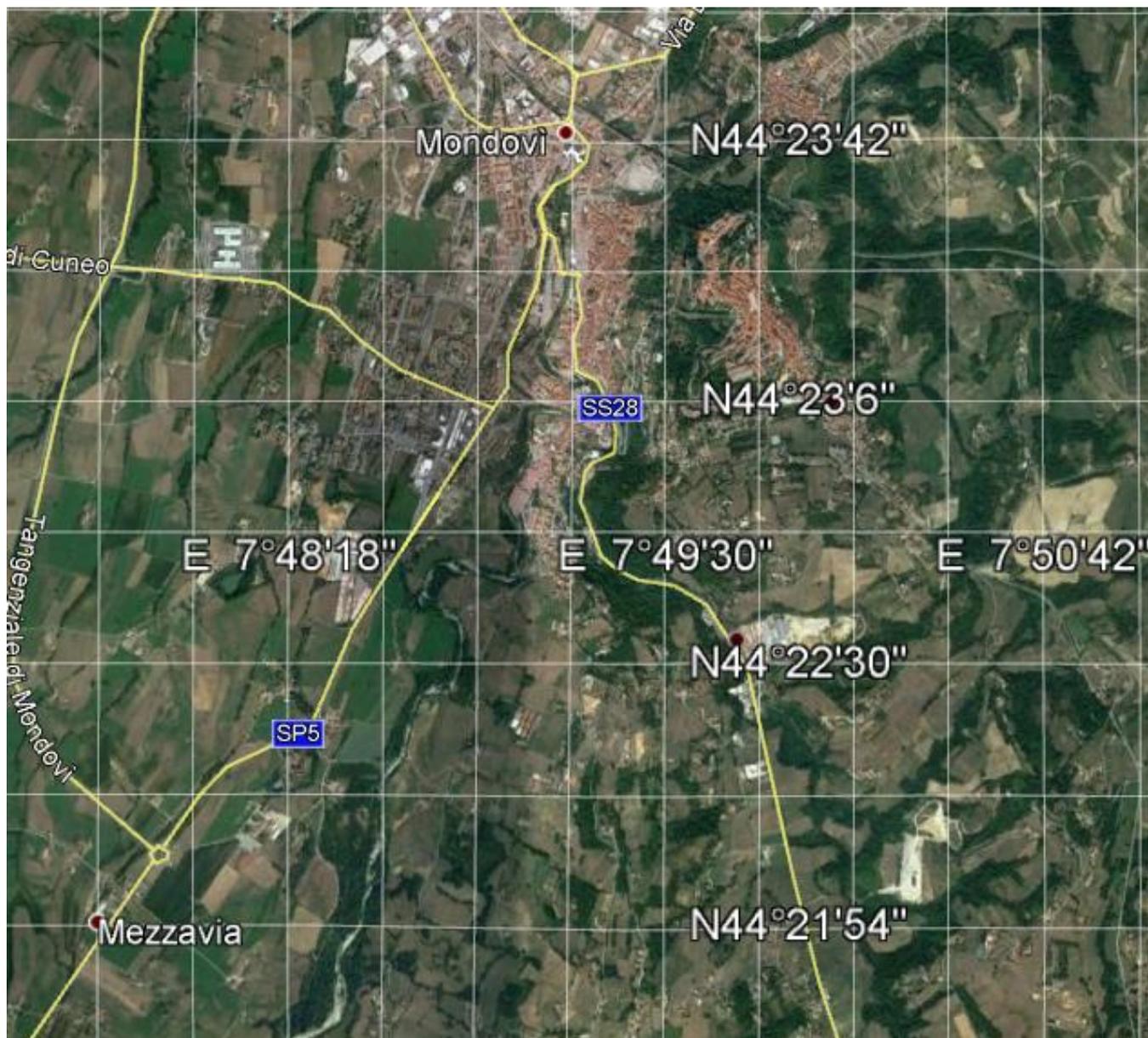


Figura 1-9 Stralcio foglio 80 della carta geologica d'Italia con sovrapposto il tracciato del progetto preliminare (in rosso).



1-10 Inquadramento dell'area di progetto

Il nuovo ponte previsto dal progetto si pone come opera a sé stante, indipendente sia dal punto di vista paesaggistico che da un punto di vista funzionale. Infatti la sua collocazione è prevista in un'area di tipo urbano ad alta densità abitativa e con la finalità di alleggerire il traffico, attualmente ricondotto nelle strette vie del centro cittadino, per ridirigerlo direttamente sulla Strada Statale n. 28. L'infrastruttura permetterà a parte delle utenze del crescente rione Borgato (via Vecchia di Monastero) di innestarsi al Km 31 della SS28 oltrepassando il torrente Ermena.

1.5.2 Classificazione acustica dell'area

Il Comune di Mondovì ha provveduto ad adottare la classificazione acustica del territorio comunale di cui alle norme sopra citate. L'area di studio risulta prevalentemente in classe III (aree di tipo misto) con limiti di immissione pari a 60 dB per il periodo diurno e 50 dB per quello notturno.

Il nuovo ponte di Rione Borgato coinvolge aree a classificazione eterogenea dove si riconoscono zone residenziali in Classe II e una zona prevalentemente industriale in Classe V. Il Comune ha previsto fasce "cuscinetto" o di transizione in Classe III e IV. Per quanto la maggior parte del territorio compreso in un raggio di 100 metri dal futuro ponte sia definita in Classe III, i ricettori risultano collocati per lo più in Classe II e IV.

Si ritiene che il recente sviluppo edilizio nella fascia di transizione a Est degli impianti industriali S.I.C.M.A. SpA richieda una rivisitazione del piano di classificazione acustica che consideri i nuovi ricettori residenziali.

La fascia di pertinenza stradale per il ponte Rione Borgato è di 150 metri (infrastruttura di tipo C2) con limiti di immissione pari a 65 dBA in periodo diurno e 55 dBA notturno.

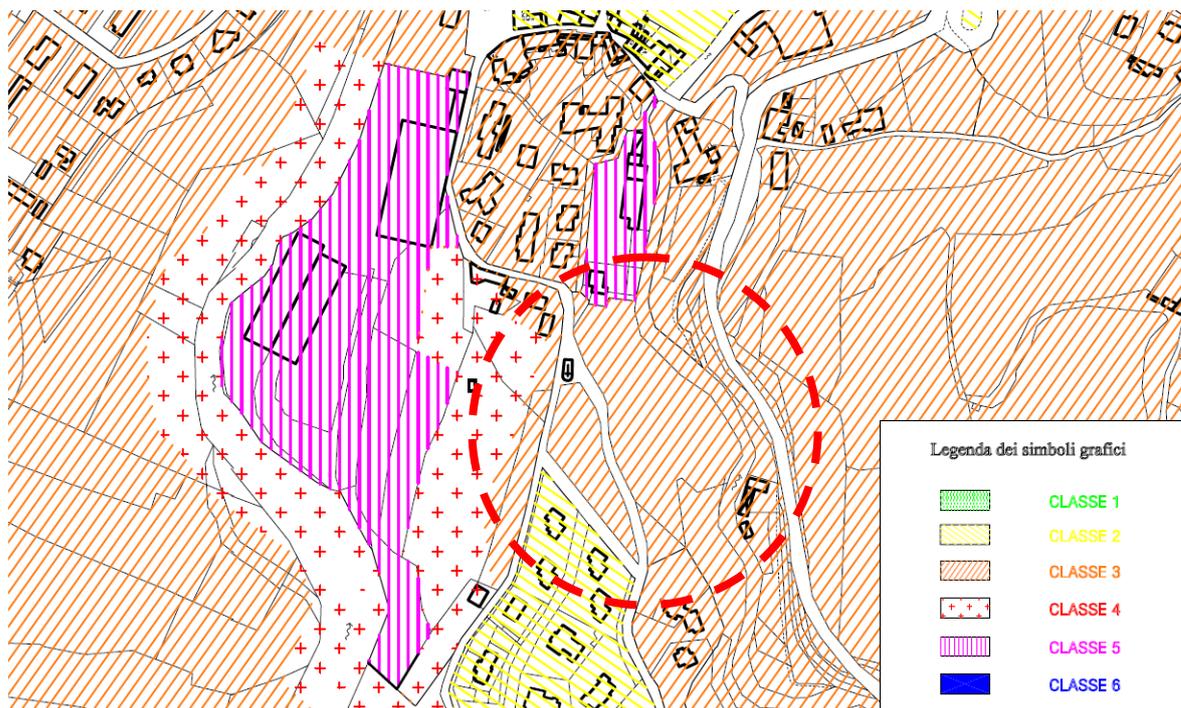


Figura 1-11 Stralcio Zonizzazione acustica Rione Borgato, in rosso l'area di intervento

La nuova tangenziale Sud attraverserà un'area completamente inserita in Classe III – Area di tipo misto.

La tipologia di infrastruttura è C1 con fasce di pertinenza pari a 250 metri per lato.

Tutti i ricettori individuati all'interno della fascia di pertinenza risultano anch'essi inquadrati in Classe acustica III.

I limiti applicabili per la rumorosità stradale all'interno della propria fascia di pertinenza risultano pari a 65 dB in periodo diurno e 55dB in periodo notturno. All'esterno delle fasce di pertinenza invece il traffico concorre al valore di rumorosità ambientale e devono essere rispettati i limiti della Classe acustica di riferimento.

In corrispondenza del tratto in galleria prevista per la nuova tangenziale ogni effetto del rumore è stato considerato trascurabile e non è stata definita alcuna fascia di pertinenza né identificati ricettori.

Poco a nord rispetto all'innesto Est della tangenziale, si può riconoscere una piccola area artigianale in Classe IV

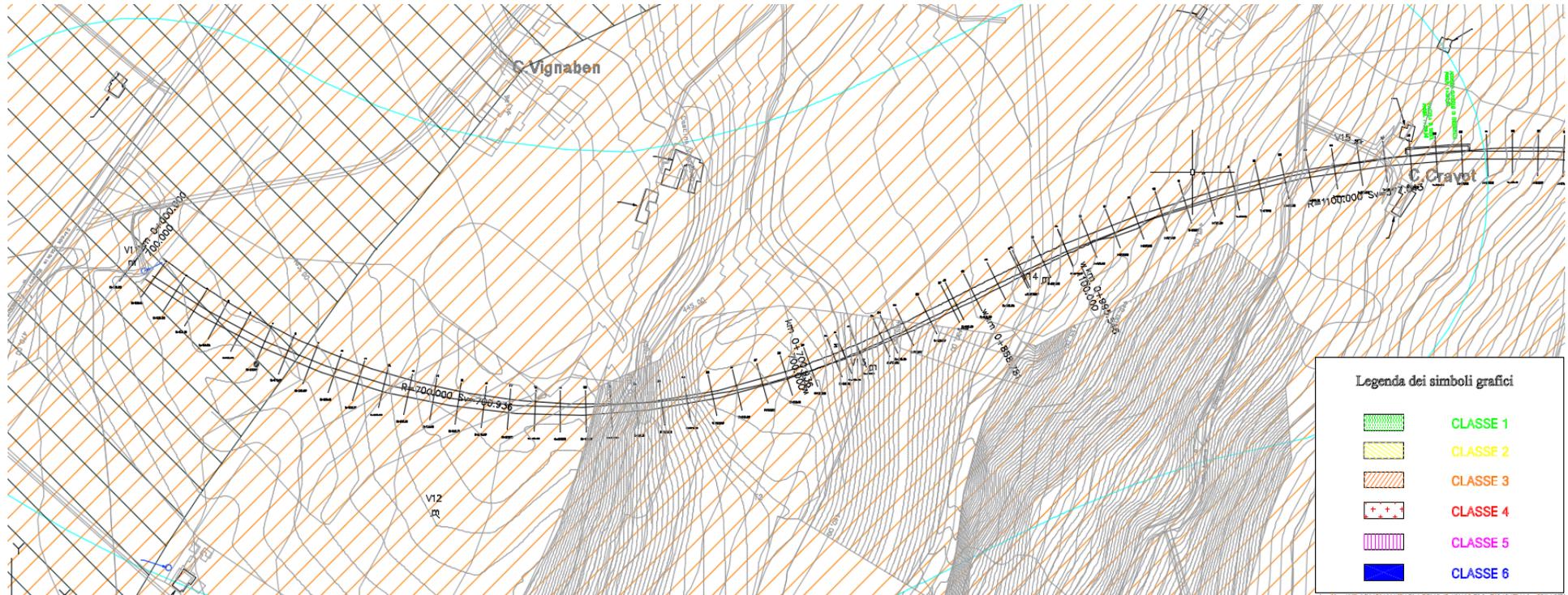


Figura1-12 Zonizzazione acustica innesto Ovest della nuova tangenziale

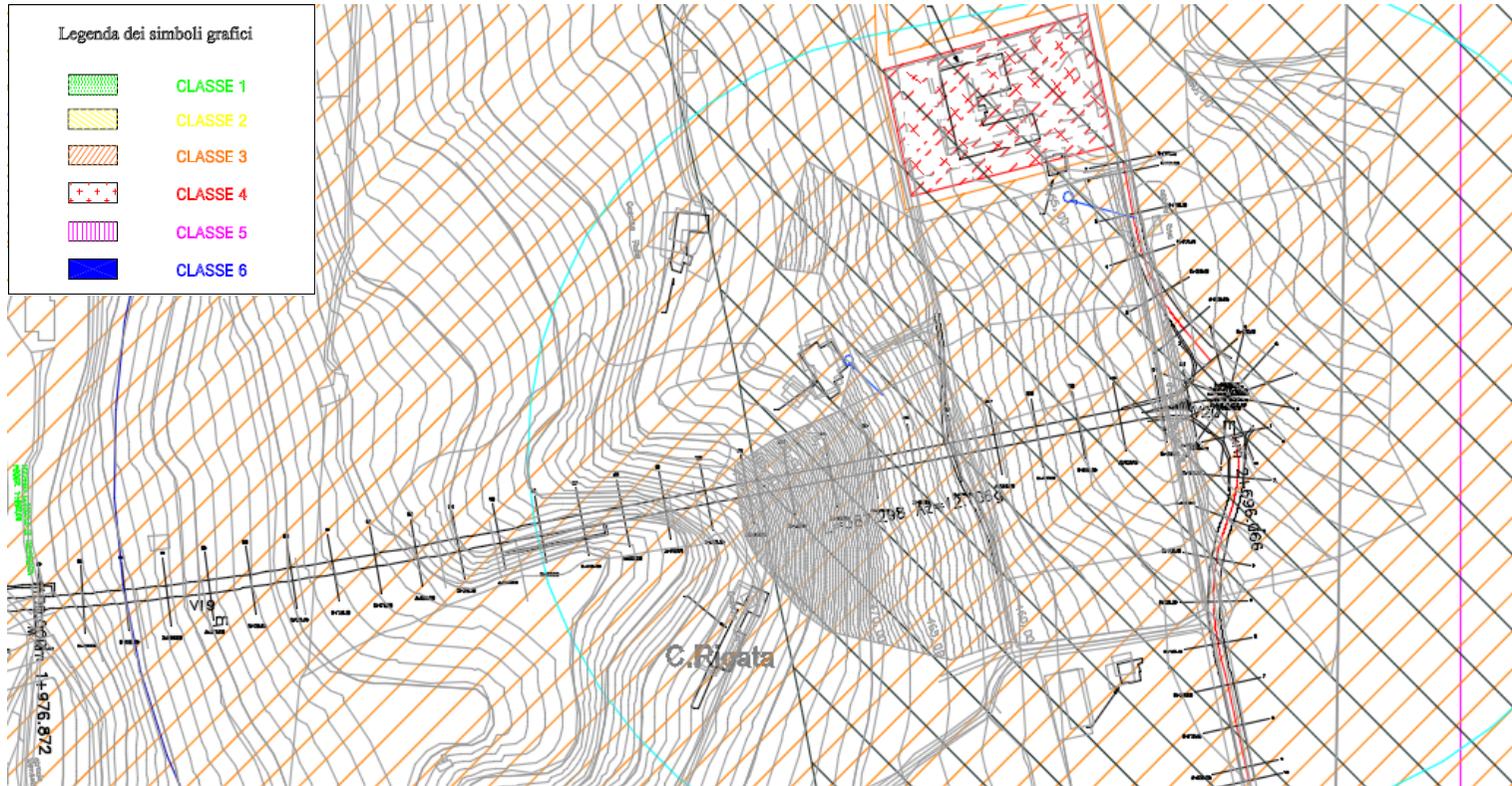


Figura 1-13 Zonizzazione acustica innesto Ovest della nuova tangenziale

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	Valori limite assoluti di immissione		Valori limite di emissione	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
	06 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ -06 ⁰⁰	06 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ -06 ⁰⁰
II- Aree prevalentemente residenziali	55	45	50	40
III-Area di tipo misto	60	50	55	45
IV- Aree di intensa attività umana	65	55	60	50
V. Aree prevalentemente industriali	70	60	65	55

Tabella 8 Valori limite vigenti per il sito di interesse.

Le infrastrutture di trasporto, come esplicitato all'art. 4, comma 3 del DPCM 14/11/97, sono escluse dall'applicazione del criterio differenziale.

1.5.3 Analisi delle sorgenti

I sopralluoghi eseguiti e le misure fonometriche hanno permesso la quantificazione delle sorgenti principali di rumore e del clima acustico nell'area di interesse. La rumorosità si origina principalmente dalle sorgenti stradali.

La misura fonometrica eseguita nel Rione Borgato e in vista del torrente Ermena mostra una rilevanza di questa sorgente soprattutto in periodo notturno quando il traffico veicolare della vicina SS28 si riduce.

Il rivo ha una portata d'acqua variabile con le stagioni, pertanto il rumore di fondo (o rumore residuo) potrebbe subire sostanziali variazioni.

Il dettaglio circa i rilievi strumentali e le loro caratteristiche sono oggetto di successivi approfondimenti e riportati completamente nell'allegato contenente le schede di misura (documento 8.02_T00_IA03_AMB_RE03_A).

Ai fini della presente trattazione sono state considerate esclusivamente le sorgenti rilevanti e sono stati esclusi fenomeni transitori o occasionali quali i rumori faunistici (cani, grilli, ecc.) o taglio dell'erba nei giardini privati e sulle scarpate a bordo strada.

1.5.4 Traffico Veicolare

Le emissioni considerate nello studio di impatto comprendono le principali arterie che si sviluppano nell'area di calcolo: ad Ovest si trova la Strada Provinciale n.5 ad Est la Strada Statale n.28. Le rimanenti strade sono a carattere prevalentemente locale e sono state oggetto di modellazione a partire dallo studio del traffico e alcuni rilievi rappresentativi.

Il progetto coinvolge aree a differente destinazione e caratteristiche: le fasce di pertinenza delle strade ad alto volume di percorrenza sono sensibilmente influenzate dalle emissioni veicolari e da una rilevante presenza di mezzi pesanti. La dorsale orografica che corre in direzione nord sud lungo via Vecchia di Frabosa si caratterizza invece per attività agricole e stagionali con scarso volume di traffico. Il Rione Borgato è area urbana a carattere residenziale, praticamente priva di esercizi commerciali ma con la presenza di un'area industriale circoscritta e isolata (S.I.C.M.A. SpA).

La rappresentazione delle emissioni stradali è stata implementata inserendo necessarie semplificazioni quali: l'adozione di soli due istogrammi distributivi, l'uso di profili stradali standard da letteratura, ecc.

Lo scenario Post Operam è stato valutato a partire dai dati contenuti nelle simulazioni effettuate nello studio del traffico, acquisiti dal progettista nella fase preliminare del presente studio e afferenti lo stato di avanzamento del progetto. Sono stati utilizzati i dati del reticolo stradale dove, per ogni sezione, viene indicato il flusso di veicoli equivalenti nella condizione a regime per l'intero periodo diurno e notturno. Da questi dati, come per lo scenario relativo allo stato attuale, è stato calcolato il numero di veicoli leggeri e pesanti ed il numero totale di veicoli nel periodo di riferimento (Traffico medio giornaliero o TGM). Il modello previsionale richiede un'analisi complessa che considera anche i valori delle misure fonometriche ottenuti sul campo. Il modello viene generato dall'algoritmo di calcolo accreditato NMBP. Si rimanda allo studio del traffico per maggior dettaglio.

1.5.5 Definizione dei ricettori

L'art. 1 comma 1 lettera l) del DPR 142/04 definisce:

“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 ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera B, ovvero vigenti alla data di entrata in vigore del presente decreto per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera A;”

I ricettori censiti si collocano per lo più all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture viarie e, in alcuni casi, hanno accesso direttamente sulla sede stradale.

L'art. 6 del DPR 142/04 dispone che gli interventi finalizzati al rispetto dei limiti di legge dovranno garantire:

“1. Per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, il rispetto dei valori riportati dall'allegato 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1° dicembre 1997, è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori.

2. Qualora i valori limite per le infrastrutture di cui al comma 1, ed i valori limite al di fuori della fascia di pertinenza, stabiliti nella tabella C del citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

1.5.6 Identificazione dei ricettori

Il censimento dei ricettori è stato condotto a partire dalla base cartografica e dall'analisi del tracciato stradale previsto allo stato d'avanzamento del progetto.

Sono state determinate le fasce di pertinenza della nuova infrastruttura conformi al DPR 142/2004 ed identificati i ricettori all'interno di queste. Per fascia di pertinenza si intende: “striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale sono stabiliti limiti di immissione del rumore”.

Non sono stati rilevati ricettori cosiddetti “sensibili” nemmeno in una fascia doppia rispetto a quella definita dalla vigente normativa.

Sono stati eseguiti sopralluoghi nelle aree di progetto per verificare sul campo le condizioni e le caratteristiche degli edifici riconducibili a ricettori.

I ricettori non direttamente accessibili sono stati oggetto di valutazione a partire da immagini aeree e satellitari.

Sono state identificate n. 4 aree di intervento come di seguito specificato:

1. area Ponte Rione Borgato
2. area innesto Ovest – tangenziale – SP5
3. area ingresso galleria Ovest
4. area innesto Est – tangenziale SS28

In ciascuna area sono stati numerati i ricettori con una lettera ed un progressivo univoco. Per ogni ricettore è stata redatta una scheda riassuntiva (documento 08.03_T00_IA03_AMB_SC01_A).

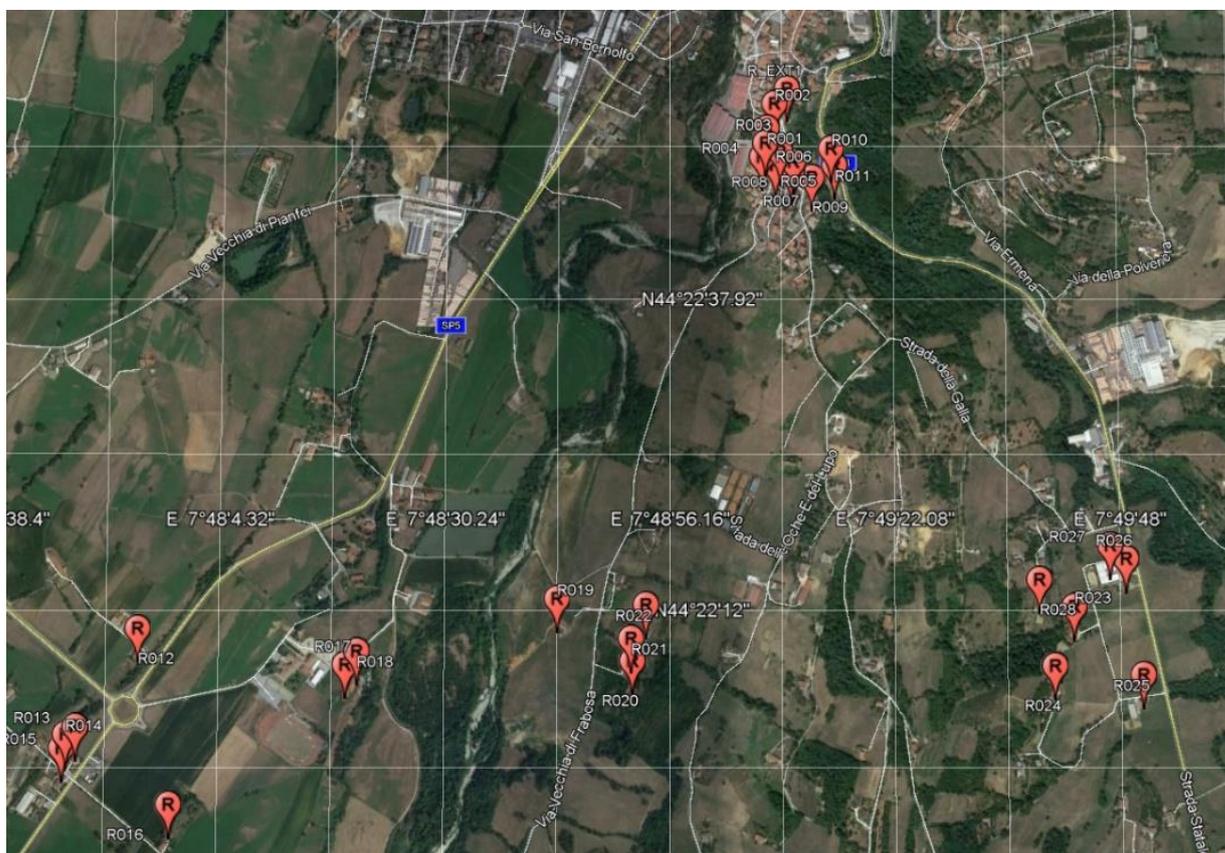


Figura 1-14 Mappa dei ricettori. La mappa completa e dettagliata è disponibile su apposita tavola.

Nella seguente tabella viene indicato il numero di edifici potenzialmente disturbati esistenti nella zona. Per ciascuno viene indicata la classe acustica di appartenenza con i relativi limiti di immissione.

Ricettore	Classe acustica	Limiti immissione Diurno Leq(A)	Limiti di immissione Notturno Leq(A)	Limite immissione stradale	
				Leq(A) Diurno	Leq(A) Notturno
R001	IV	65	55	65	55
R002	III	60	50	65	55
R003	III	60	50	65	55
R004	III	60	50	65	55
R005	II	55	45	65	55
R006	II	55	45	65	55
R006	II	55	45	65	55
R007	II	55	45	65	55
R008	II	55	45	65	55
R009	III	60	50	65	55
R010	III	60	50	65	55
R011	V	70	60	70	60
R012	III	60	50	70	60
R013	III	60	50	70	60
R014	III	60	50	70	60
R015	III	60	50	70	60
R016	III	60	50	60	50
R017	I	50	40	60	50
R018	III	60	50	60	50
R019	III	60	50	60	50
R020	III	60	50	60	50
R021	III	60	50	60	50
R022	III	60	50	60	50
R023	III	60	50	60	50
R024	III	60	50	60	50
R025	III	60	50	70	60
R026	III	60	50	70	60
R027	III	65	55	70	60
R028	III	60	50	60	50

Tabella 9 Ricettori e rispettivi limiti di immissione

1.5.7 Punti di misura – criteri di scelta

I punti di misura sono stati scelti lungo il percorso del tracciato e delle opere previste dal progetto al momento dell'assegnazione del presente studio.

Le posizioni microfoniche sono state scelte considerando tra l'altro:

- l'orografia del territorio;
- la densità di ricettori;
- le sorgenti esistenti nell'area di progetto;
- l'eventuale presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura);
- la posizione contestuale dei rivelatori di traffico (radar per il conteggio dei mezzi nello stato di fatto);
- la concomitanza del periodo scolastico;
- informazioni raccolte direttamente dai residenti nell'area interessata dal progetto.

Sono stati eseguiti n. 2 rilievi di durata settimanale ad altezza di metri 4, idonei alla quantificazione e descrizione delle attuali condizioni di traffico lungo la Strada Statale 28 all'altezza della Casa Cantoniera ANAS (attualmente in abbandono) e lungo la Strada Provinciale n. 5 all'altezza della rotonda di innesto con il tratto di tangenziale in progetto.

Sono stati eseguiti n. 5 rilievi di durata giornaliera presso ricettori rappresentativi delle aree attraversate dal progetto e potenzialmente disturbati dei nuovi flussi di traffico. In particolare sono stati individuati 4 edifici ricadenti nella fascia di pertinenza del tracciato stradale e 1 edificio particolarmente esposto al potenziale impatto generato dal nuovo ponte tra SS28 e via Monastero vecchia. Successive valutazioni del progettista hanno determinato varianti sostanziali dei tracciati che sono state considerate, per quanto possibile, nei modelli previsionali ma che potrebbero richiedere successivi approfondimenti.

La campagna di misura, su richiesta della committenza, è stata realizzata e si è conclusa nel giugno del 2019.

Nel documento 08.02_T00IA03_AMB_RE03_A sono riportati i dettagli dei rilievi eseguiti come da capitolato d'appalto.

1.5.8 Risultati campagna fonometrica

Le seguenti tabelle riassumono i livelli acustici misurati durante la campagna fonometrica.

La calibrazione della catena strumentale è stata eseguita prima e dopo le misure, non riscontrando variazioni superiori a 0,5dB.

ID	Tipo	UTM_x	UTM_y	Zona	Note
1L	Settimanale	404305 m E	4913364 m N	SP5	

2L	Settimanale	406777 m E	4914013 m N	SS28	Mascherati eventi meteo
3B	Giornaliero	405944 m E	4914907 m N	R. Borgato	Mascherato evento anomalo
4B	Giornaliero	404338 m E	4913090 m N	SP5	
5B	Giornaliero	406666 m E	4913577 m N	SS28	
6B	Giornaliero	406792 m E	4913672 m N	SS28	Mascherati eventi meteo
7B	Giornaliero	405205 m E	4912920 m N	v. V. Frabosa	Mascherati eventi meteo. Presenza di rumore faunistico

Tabella 10 Elenco rilievi

ID	Tipo	Periodo	Durata (min)	Giorno sett.	Leq(A) ³
1L01	Settimanale	Diurno	624	Lun	59
1L02	Settimanale	Notturmo	480	Lun-mar	48.5
1L03	Settimanale	Diurno	960	Mar	54.5
1L04	Settimanale	Notturmo	480	Mar-mer	49
1L05	Settimanale	Diurno	960	Mer	54.5
1L06	Settimanale	Notturmo	480	Mer-giov	49
1L07	Settimanale	Diurno	720	Giov	55
1L08	Settimanale	Diurno	220	Ven	54.5
1L09	Settimanale	Notturmo	480	Ven-sab	48.5
1L10	Settimanale	Diurno	960	Sab	53.5
1L11	Settimanale	Notturmo	480	Sab-dom	50
1L12	Settimanale	Diurno	960	Dom	53.5
1L13	Settimanale	Notturmo	480	Dom-lun	49.5
1L14	Settimanale	Diurno	960	Lun	55.5
1L15	Settimanale	Notturmo	480	Lun-mar	48.5
2L01	Settimanale	Diurno	570	Lun	67
2L02	Settimanale	Notturmo	479	Lun-mar	60

³ Livello arrotondato a 0,5dB come da DM 16/03/98

2L03	Settimanale	Diurno	959	Mar	67.5
2L04	Settimanale	Notturno	479	Mar-mer	60
2L05	Settimanale	Diurno	959	Mer	67.5
2L06	Settimanale	Notturno	479	Mer-giov	61
2L07	Settimanale	Diurno	959	Giov	68
2L08	Settimanale	Notturno	479	Giov-ven	61
2L09	Settimanale	Diurno	959	Ven	68.5
2L10	Settimanale	Notturno	479	Ven-sab	62
2L11	Settimanale	Diurno	960	Sab	69
2L12	Settimanale	Notturno	479	Sab-dom	64
2L13	Settimanale	Diurno	959	Dom	68
2L14	Settimanale	Notturno	479	Dom-lun	61.5
3B01	Giornaliero	Diurno	900	Ven-Sab	59.5
3B02	Giornaliero	Notturno	480	Ven-Sab	52
4B01	Giornaliero	Diurno	943	Sab-Dom	54
4B02	Giornaliero	Notturno	480	Sab-Dom	53.5
5B01	Giornaliero	Diurno	853	Dom-lun	48
5B02	Giornaliero	Notturno	480	Dom-lun	43.5
6B01	Giornaliero	Diurno	789	Lun-Mar	55
6B02	Giornaliero	Notturno	480	Lun-Mar	50
7B01	Giornaliero	Diurno	950	Lun-Mar	54
7B02	Giornaliero	Notturno	480	Lun-Mar	53.5

Tabella 11 Risultati dei rilievi

ID	Tipo	Data inizio	Data fine	Media diurna	Media notturna
1L	settimanale	03/06/19	11/06/19	55.5	49
2L	settimanale	03/06/19	10/06/19	68	61.5
3B	giornaliero	07/06/19	08/06/19	59.5	52

4B	giornaliero	08/06/19	09/06/19	56.5	47
5B	giornaliero	09/06/19	10/06/19	53.5	48
6B	giornaliero	10/06/19	11/06/19	55	50
7B	giornaliero	10/06/19	11/06/19	54	53.5 ⁴

Tabella 12 Risultati dei rilievi

⁴ Rumore faunistico (grilli)

1.6 Descrizione dello stato di progetto

1.6.1 Generalità

La presente valutazione previsionale di impatto acustico si propone di quantificare il rumore delle sorgenti imputabili al terzo lotto della tangenziale di Mondovì (CN) e dell'opera di compensazione costituita dal ponte sul torrente Ermena.

La circonvallazione si svilupperà interamente nel territorio comunale di Mondovì e drenerà il flusso di traffico proveniente dal quadrante Sud-Est, collegando la SS28 con la SP5.

Il progetto dell'asta principale prevede una strada di tipo extraurbana secondaria di tipo C1: la piattaforma stradale di categoria C1 è composta da due corsie da 3,75 m fiancheggiate da banchine da 1,50 m, per una larghezza complessiva di carreggiata pari a 10,50 m.

Il Comune di Mondovì, con nota prot. 22002 del 05.07.2018, ha richiesto una modifica progettuale che prevede la realizzazione di un nuovo collegamento fra il rione Borgato ed il Km 31 della SS28 mediante un ponte ad unica campata sul torrente Ermena.

Le sorgenti di rumore introdotte post operam possono considerarsi riconducibili esclusivamente al traffico veicolare.

Il progetto prevede 3 distinti scenari che presentano caratteristiche di impatto acustico differenti dal punto di vista dell'intensità, della durata e della stessa natura delle emissioni rumorose.

1. Fase Ante Operam;
2. Fase di cantiere ;
3. Fase di esercizio (Post Operam) - (breve e lungo termine).

Verranno di seguito analizzate al fine di valutare singolarmente gli impatti generati, il rispetto dei limiti normativi vigenti e le eventuali opere o prescrizioni di mitigazione.

1.6.2 Descrizione dei dati progettuali di base

La variante di Mondovì avvolgerà la zona abitata con un tracciato ad andamento semicircolare, nei settori Nord-Ovest-Sud del territorio comunale.

La circonvallazione è stata suddivisa in tre lotti funzionali: il primo ed il secondo lotto sono già realizzati. Il terzo lotto è oggetto di questo studio e congiungerà la S.P. Villanova-Mondovì con la S.S.28 alla progressiva 32+900 a Sud dell'abitato di Mondovì innestandosi nella rotatoria posta all'intersezione tra queste due. Il suo andamento ha una direzione sostanzialmente Ovest-Est.

Il lotto n° 3 come da progetto preliminare risulta lungo 2.696 m circa e si compone di quanto segue:

- Tratto iniziale in trincea, galleria artificiale e rilevato a raso;
- Viadotto Ellero

- Galleria San Lorenzo;
- Tratto finale in trincea.

Di seguito si illustra sinteticamente il tracciato Nord, come da progetto definitivo.

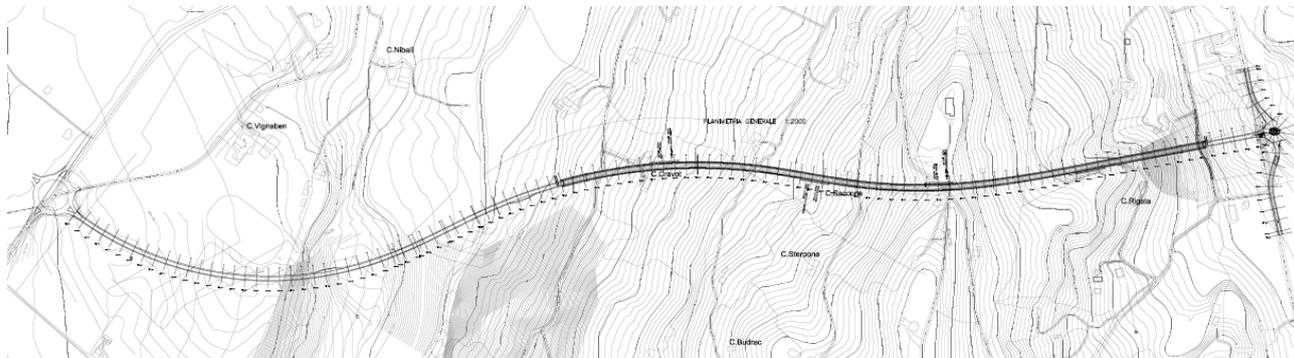


Tabella 13 Tracciato Nord- pianta

Le opere di realizzazione del ponte in rione Borgato procederanno di pari passo con il restante progetto di costruzione del tracciato Nord. La viabilità di innesto al nuovo ponte sarà lievemente modificata inserendo una rotonda sia sul lato destro che sul lato sinistro orografico.

In rione Borgato è prevedibile una circolazione a senso unico sfruttando l'attuale giardino compreso tra via Vecchia di Monastero e via Vecchia di Frabosa.

Di seguito se ne riporta un'illustrazione in pianta.

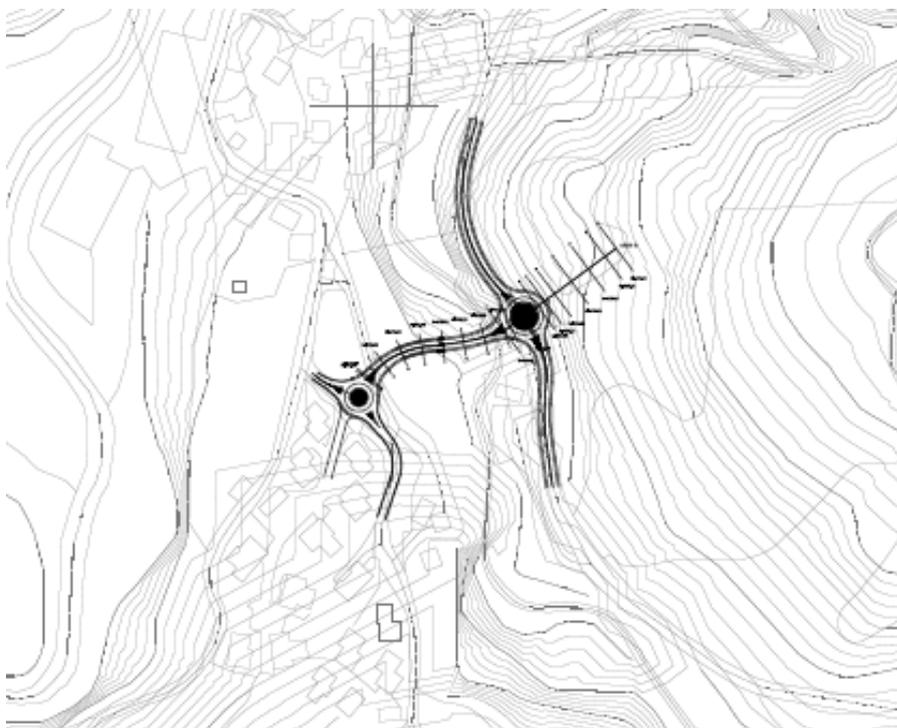


Tabella 14 Ponte sull'Ermena

1.6.3 Scopo della valutazione previsionale di impatto acustico

Lo scopo è la valutazione qualitativa e quantitativa dell'impatto acustico prodotto e riconducibile, direttamente e indirettamente, all'opera in progetto.

Il metodo utilizzato considera i principi e le indicazioni previste dalla norma tecnica UNI ISO 9613-2; in particolare sono stati analizzati:

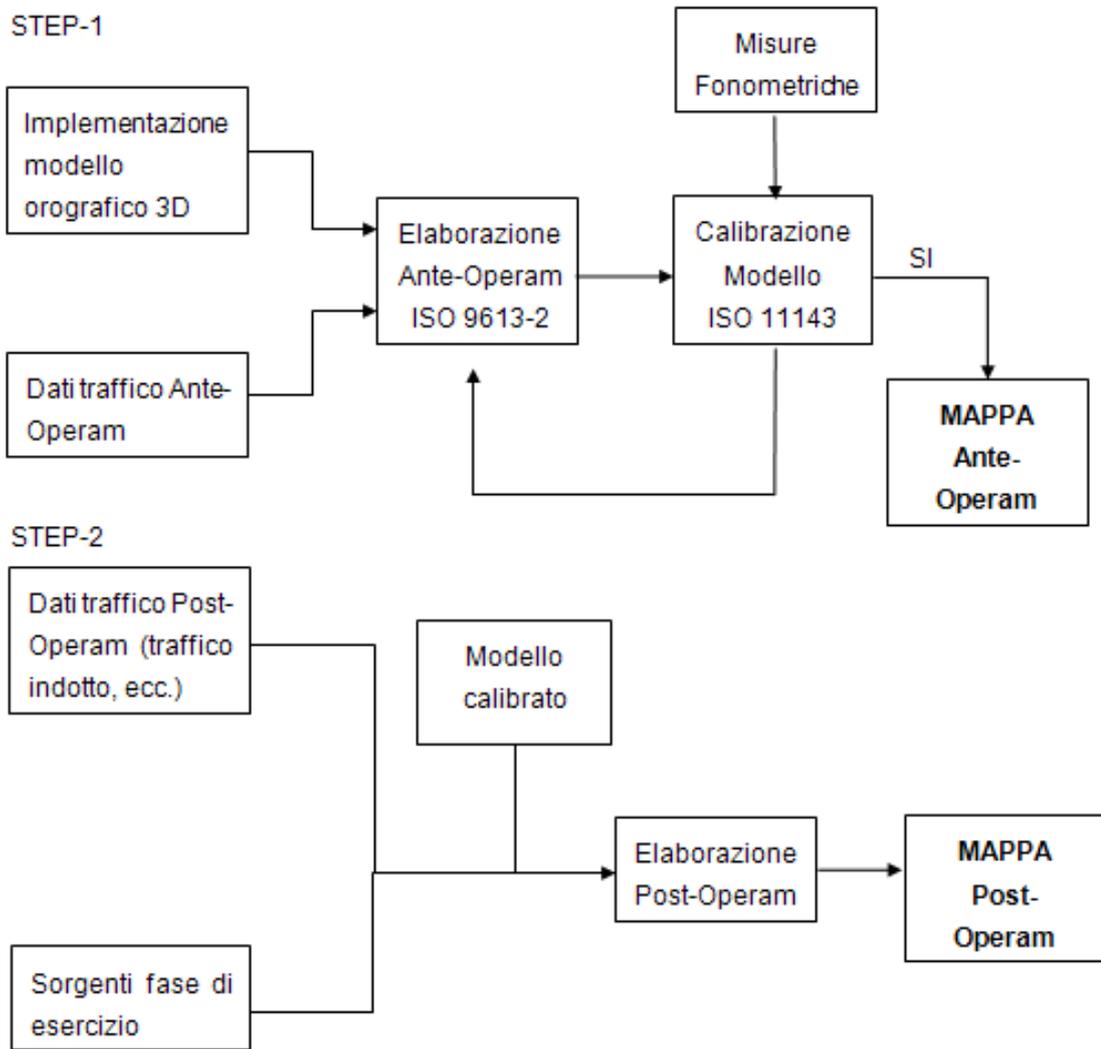
- Il contesto territoriale;
- La presenza e tipologia dei ricettori;
- I fenomeni di propagazione sonora;
- Le sorgenti esistenti e introdotte dal progetto;
- Elementi di riflessione e rifrazione e assorbimento.

L'analisi ha considerato l'impatto acustico sui ricettori potenzialmente più disturbati, complessivamente prodotto dalle attività in oggetto, disponibili secondo lo stato d'avanzamento del progetto, verificando l'entità dell'impatto acustico e confrontando i valori attesi con i limiti previsti dalla normativa vigente ed in particolare dal DPR 142/2004 e dal D.P.C.M. 14/11/97.

Il calcolo dei complessi fenomeni di diffusione del rumore e dei fenomeni ondulatori connessi è stato eseguito avvalendosi di un potente sistema software che implementa gli standard europei accreditati (SoundPlan 7.1).

I risultati ottenuti tramite il modello di calcolo non sono esenti da incertezza ma si ritiene che, con le premesse ed assunzioni adottate, questi siano cautelativi rispetto alle condizioni reali e comunque l'errore commesso nell'analisi ante operam sarà identico nel calcolo post operam.

Lo schema a blocchi del processo di valutazione tra Ante Operam e Post Operam è il seguente:



1.6.4 Scenari di previsione

L'utilizzo del modello di calcolo ha permesso la stima dei livelli di immissione acustica derivanti dal traffico veicolare circolante sulle strade in progetto e sulle infrastrutture di trasporto esistenti.

Lo scenario di studio ed i calcoli della propagazione del rumore, nonché il posizionamento e la quantificazione delle sorgenti sonore, sono afferenti allo stato d'avanzamento del progetto al momento dell'elaborazione delle informazioni.

Nel primo scenario simulato, denominato "Ante Operam", sono stati stimati i livelli di rumore derivante dalle infrastrutture di trasporto esistenti nell'attuale configurazione e con gli attuali flussi veicolari. Lo scenario è stato ottenuto inserendo i dati provenienti dallo studio del traffico e dalla campagna di misura per trovare, regolando le proprietà delle infrastrutture modellizzate, il miglior accordo possibile tra i dati di input e quelli ottenuti dal calcolo. Una restituzione grafica dei livelli allo "stato attuale" è riportata mediante le "Mappe di impatto acustico Ante Operam"

(Doc. Clima acustico – Stato attuale diurno 08.05_T00_IA03_AMB_CT12_A,

doc. Clima acustico – Stato attuale notturno 08.06_T00_IA03_AMB_CT13_A).

Nel secondo scenario simulato, denominato "Post Operam", implementando i dati di previsione all'anno 2025 provenienti dall'analisi trasportistica nel modello precedentemente creato, sono stati stimati i livelli di rumore all'esercizio dell'opera

(Doc. Clima acustico allo stato di progetto diurno 08.07_T00_IA03_AMB_CT14_A,

doc Clima acustico allo stato di progetto notturno 08.08_T00_IA03_AMB_CT15_A).

Tale scenario permette l'individuazione delle potenziali criticità in cui sono attesi livelli di rumore non conformi ai limiti di legge o di rilevante impatto sulla componente ambientale.

Nel terzo scenario simulato, denominato "Post Operam 2045", sono stati stimati i livelli di rumore prodotti dall'esercizio con flussi di traffico proiettati all'anno 2045.

Nel quarto scenario simulato, denominato "opzione zero", sono stati stimati i livelli di rumore derivante dalle infrastrutture di trasporto esistenti nell'attuale configurazione e senza la realizzazione delle opere di progetto ma proiettati all'anno 2025.

(Doc. Clima acustico relativo all'opzione zero diurno 08.11_T00_IA03_AMB_CT18_A)

Infine, la valutazione degli impatti durante la fase di costruzione delle opere in progetto, ha considerato la contestuale presenza di diverse aree operative, più dettagliatamente descritte nel paragrafo dedicato (Sintesi della cantierizzazione).

La restituzione grafica della fase di cantierizzazione è riportata nelle "Mappe di impatto acustico – Fase di cantierizzazione"

(Doc. Clima acustico allo stato di cantiere

08.09_T00_IA03_AMB_CT16_A,

08.10_T00_IA03_AMB_CT17_A)

I risultati di tutte le simulazioni sono riportati nelle tabelle al paragrafo 1.7.

1.6.5 Taratura del modello

La cosiddetta "taratura" del modello consiste nell'implementare le innumerevoli variabili caratteristiche dell'ambiente e delle sorgenti fino ad ottenere risultati che siano rappresentativi e sufficientemente precisi rispetto ai valori misurati sul campo. I punti fermi del modello sono costituiti dai flussi di traffico provenienti dallo studio sulla viabilità, compresi i dati delle rilevazioni eseguite in concomitanza con le misure fonometriche e nelle medesime sezioni. Le variabili riguardano le caratteristiche dell'asfalto, il contributo delle sorgenti estranee al traffico, la corretta morfologia e sezione stradale e l'istogramma distributivo sulle 24 ore.

Raggiunto un livello di accuratezza accettabile anche rispetto a quanto raccomandato dalla norma UNI 11143-1:2005, il modello è stato considerato affidabile e calibrato.

I calcoli di propagazione sonora ai fini della generazione delle mappe acustiche sono stati eseguiti a 2 metri di altezza.

Nelle successive pagine si riportano le tabelle con il carico veicolare simulato nello stato di fatto(2019) e di progetto all'entrata in esercizio (2025, +3,05% del numero di spostamenti) e su un orizzonte temporale di ulteriori 20 anni (2045, con una crescita dell'13,85% della domanda di mobilità veicolare). Sono anche riportati gli scenari di riferimento dello stato attuale proiettato al 2025 (Scenario 0a) e al 2045 (Scenario 0b) che tengono conto della nuova domanda di traffico senza infrastrutture.

Nome	TGM		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS28 (1)	8332	210	8542
SS28 (2)	8332	210	8542
SS 704	5947	414	6361
SP 5	8400	204	8604
Tangenziale in progetto	-	-	-
Ponte Rione Borgato	-	-	-

Tabella 15 Stima dei valori medi giornalieri sulla rete afferente allo stato di fatto 2019

Nome	TGM		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS28 (1)	8255	216	8472
SS28 (2)	8255	216	8472
SS 704	6128	427	6555
SP 5	8676	210	8886
Tangenziale in progetto	-	-	-
Ponte Rione Borgato	-	-	-

Tabella 16 Stima dei valori medi giornalieri sulla rete afferente allo scenario 0a (2025)

Nome	TGM		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS28 (1)	8982	239	9221
SS28 (2)	8982	239	9221
SS 704	6770	472	7242
SP 5	9544	232	9776
Tangenziale in progetto	-	-	-
Ponte Rione Borgato	-	-	-

Tabella 17 Stima dei valori medi giornalieri sulla rete afferente allo scenario 0b (2045)

Nome	TGM		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS28 (1)	7810	78	7888
SS28 (2)	15111	216	15327
SS 704	6191	445	6636
SP 5	7989	373	8362
Tangenziale in progetto	7300	216	7517
Ponte Rione Borgato	423	4	427

Tabella 18 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente allo stato di progetto all'entrata in esercizio (2025)

Nome	TGM		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS28 (1)	8960	90	9049
SS28 (2)	17026	239	17265
SS 704	6841	491	7332
SP 5	8750	412	9162
Tangenziale in progetto	8066	239	8305
Ponte Rione Borgato	1267	13	1279

Tabella 19 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente allo stato di progetto su un orizzonte temporale di 20 anni (2045)

1.6.6 Sintesi della cantierizzazione

Nel presente paragrafo si analizzano gli impatti e le immissioni rumorose conseguenti e riconducibili la realizzazione edile delle opere in progetto.

L'intervento riguarderà la costruzione delle seguenti macro entità:

- tratto in trincea e galleria artificiale dalla rotonda di innesto con la SP5;
- tratto di viadotto "Ellero";
- tratto della galleria "San Lorenzo";
- tratto di innesto sulla SS28 con realizzazione di una nuova rotonda;
- ponte Rione Borgato;
- rotonda e modifica viabilità Rione Borgato;
- rotonda e modifica viabilità tra SS28 e ponte Rione Borgato;

Alla data di sviluppo del presente studio non erano disponibili informazioni di dettaglio circa le lavorazioni di cantiere pertanto, sentiti i progettisti, è stato necessario procedere con ipotesi di lavoro e dati provenienti dalla letteratura.

L'estensione e le tipologie strutturali degli interventi, richiedono una distribuzione territoriale che risulta suddivisa in n.4 aree di cantiere denominate:

- Area cantiere di base: all'imbocco della nuova tangenziale, nei pressi della rotonda esistente. Sono stati ipotizzati n.10 mezzi pesanti in movimento lungo il tracciato di nuova realizzazione, n.10 pale gommate, n.1 impianto di betonaggio, n.1 zona lavaggio macchine.
- Area cantiere operativo 1: all'altezza della nuova galleria, nei pressi del ricettore R019. Sono stati ipotizzati n.10 mezzi pesanti in movimento, n.10 pale gommate, n.1 impianto di betonaggio, n.1 impianto di frantumazione, n.1 impianto conglomerati bituminosi.
- Area cantiere operativo 2: all'uscita della galleria, ad ovest della nuova rotonda in progetto. Sono stati ipotizzati n.10 mezzi pesanti in movimento, n.10 pale gommate, n.1 impianto di betonaggio, n.1 impianto di frantumazione, n.1 impianto conglomerati bituminosi.
- Area cantiere operativo 3: presso l'area di realizzazione del nuovo ponte in rione Borgato. Sono stati ipotizzati n.10 mezzi pesanti in movimento e n.5 pale gommate.

Nella presente relazione non sono state considerate le emissioni generate dai sistemi di scavo della galleria di San Lorenzo poiché si assume che, oltre i primi metri di approfondimento, possano divenire trascurabili rispetto alle altre sorgenti e perché non si hanno informazioni certe circa le tecniche di perforazione.

Il traffico atteso sulla viabilità pubblica in termini di mezzi/giorno è stato calcolato considerando che il volume totale (in approvvigionamento da allontanare) del materiale da movimentare è circa pari a 600.000 m³ e che la capienza di ogni mezzo è di circa 17 m³. Considerando anche che la maggior parte del materiale (400.000 m³ circa) verrà movimentato dai cantieri operativi 1 e 2 nella fase di scavo della galleria naturale in 570 giorni (400 giorni lavorativi) considerando anche la realizzazione degli imbocchi, si ottiene per ciascun cantiere un TGM pari a 60 veicoli giorno.

Come si può facilmente intuire, questi valori sono del tutto trascurabili rispetto al traffico che attualmente insiste sulle strade coinvolte. Ogni ulteriore approfondimento per la componente rumore correlata al traffico indotto è da ritenersi superflua.

Per riprodurre uno scenario rappresentativo e allo stesso tempo cautelativo del cantiere, si ipotizza il contemporaneo utilizzo dei mezzi più rumorosi e si ipotizza ancora il loro esercizio per l'intero periodo di apertura normale del cantiere (escludendo dunque eventuali richieste in deroga agli orari previsti dal Regolamento comunale).

Le emissioni sonore per le singole sorgenti sono state tratte dalla letteratura tecnica e da misurazioni eseguite su mezzi analoghi.

Sorgente	Lw (dBA)	Tipo sorgente
Mezzi pesanti	72 dBA per metro	Lineare
Pala meccanica	105	Puntuale
Lavaggio macchine	100	Puntuale
Impianto betonaggio	100	Puntuale
Impianto frantumazione	115	Puntuale
Impianto c. bituminosi	100	Puntuale
Rumore generico dell'area di cantiere	85 dBA per mq	Areale

Tabella 20 Livelli di potenza sonora utilizzati nel modello previsionale

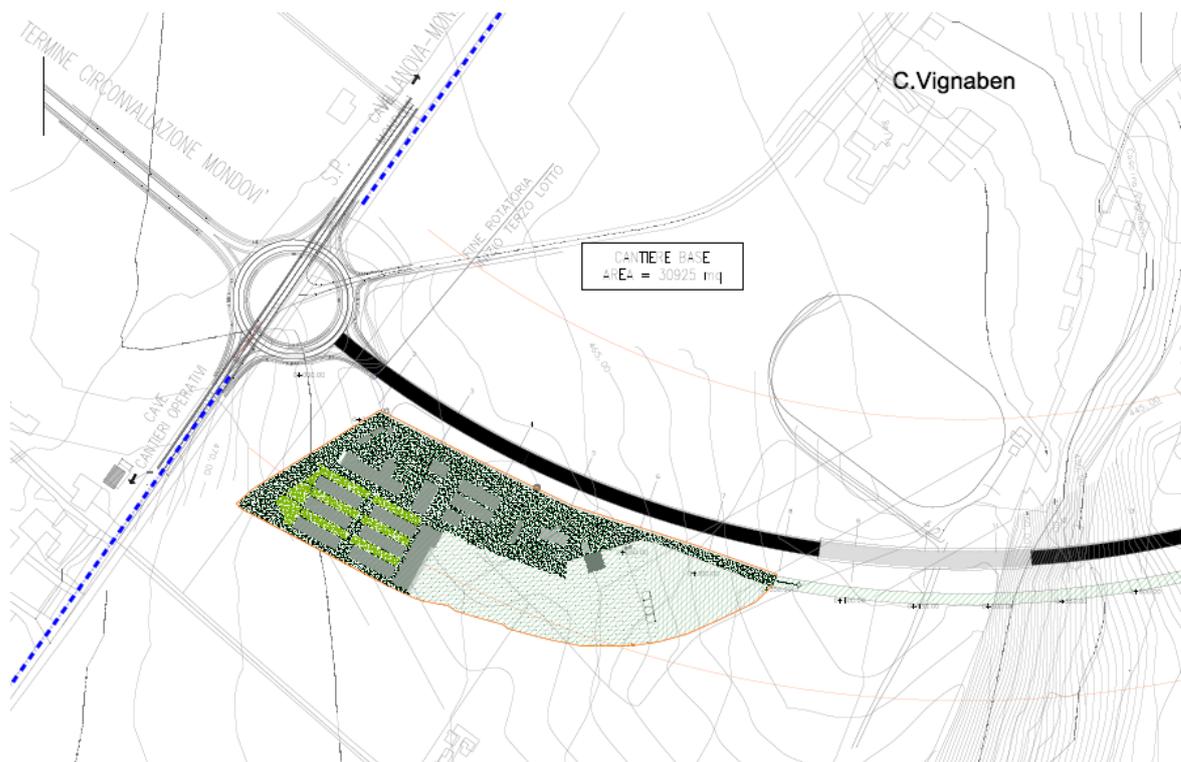


Figura 1-15 Cantiere base

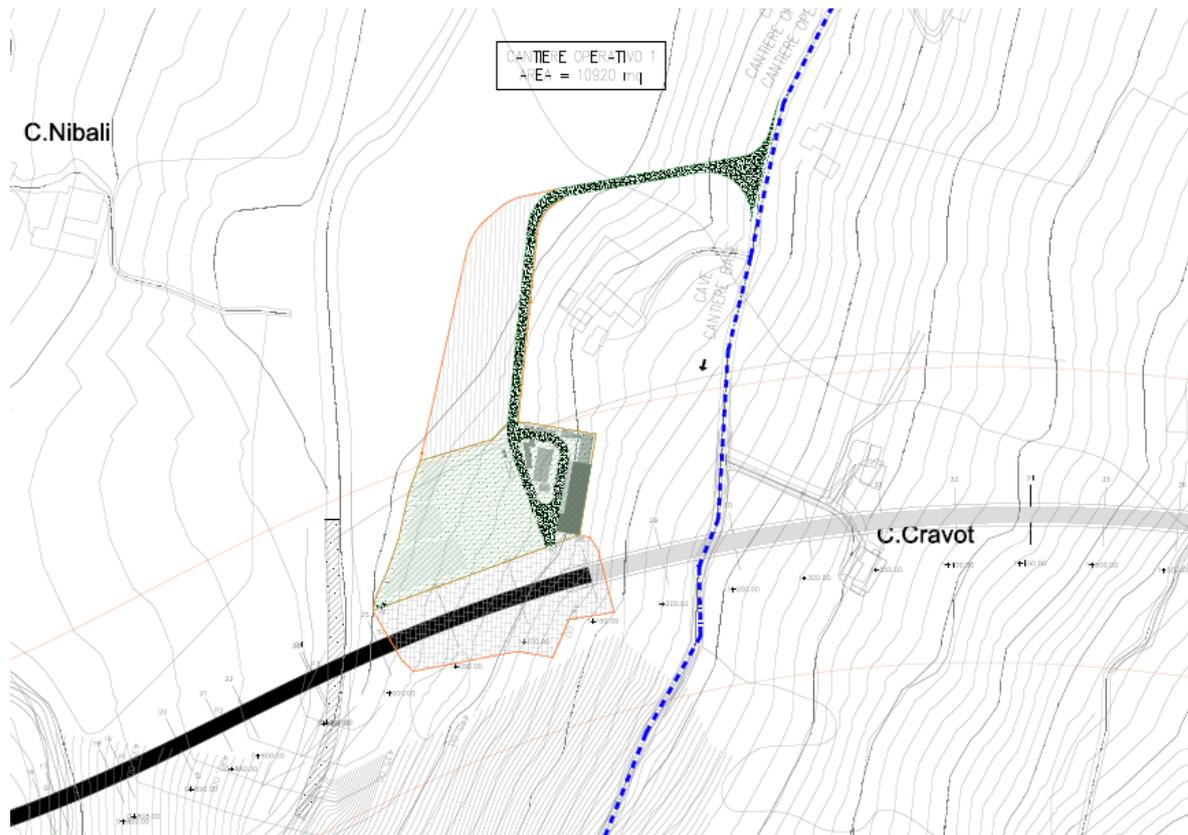


Figura 1-16 Cantiere operativo 1

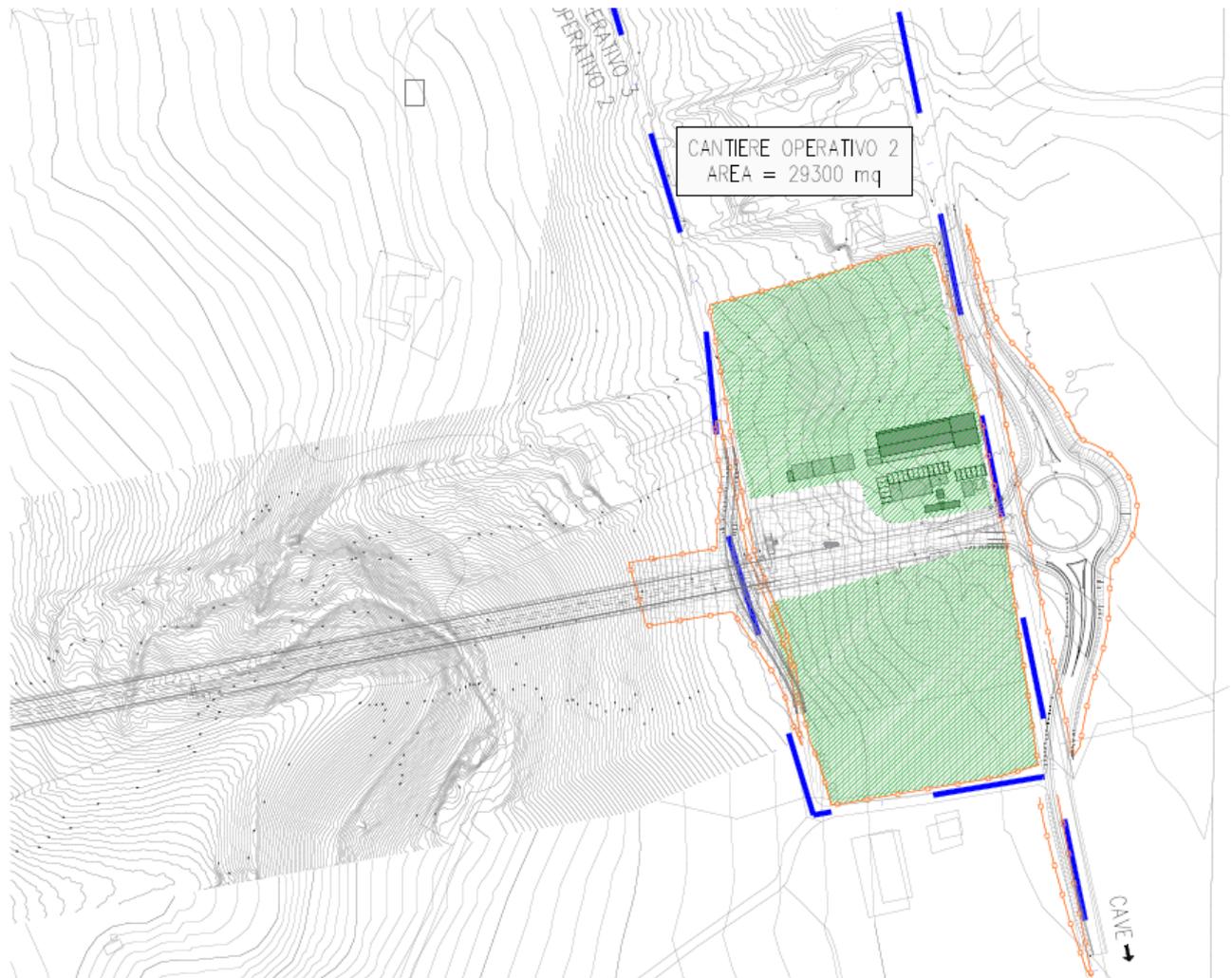


Figura 1-17 Cantiere operativo 2

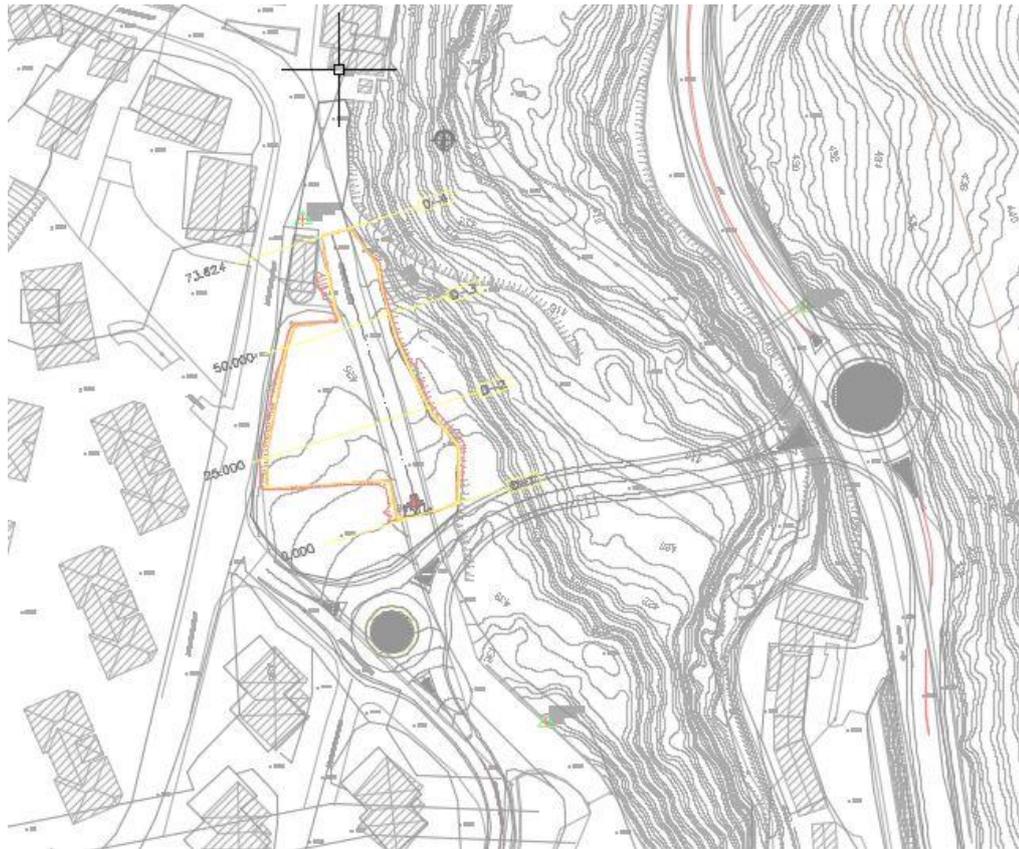


Figura 1-18 Cantiere operativo 3

1.7 Risultati delle simulazioni: potenziali interferenze indotte dall'opera

Le opere di progetto si articolano in due differenti infrastrutture con profonde differenze sia dal punto di vista del contesto ambientale e sia per le caratteristiche del traffico indotto.

Si ha infatti che lo stralcio della tangenziale si articola in area a scarsa presenza di ricettori, in area agricola o forestale e sarà percorsa da volumi rilevanti di traffico anche pesante con velocità di percorrenza superiori a 50 km/h. Il ponte di Rione Borgato, al contrario, è previsto in un contesto urbano, nelle immediate vicinanze di edifici residenziali con traffico scarso, quasi esclusivamente leggero e velocità di attraversamento sempre inferiori a 50 km/h.

I risultati delle indagini e delle simulazioni saranno, in conseguenza, indipendenti e non paragonabili.

1.7.1 Stato di fatto (Ante Operam)

Il clima acustico dello stato attuale (Ante Operam 2019) è stato analizzato e rappresentato tramite il modello di calcolo *SoundPlan* che implementa gli standard tecnici riconosciuti (Direttiva 2002/49/CE) e recepiti dalla normativa italiana tramite il D.lgs 194 del 19/08/2005.

Eventuali superamenti del valore di qualità sono evidenziati in arancione.

Ricettore			Classe acustica	Limiti immissione Diurno Leq(A)	Limiti di immissione Notturno Leq(A)	Limite immissione stradale	Limite immissione stradale	Rumore ambientale Diurno Leq(A)	Rumore ambientale Notturno Leq(A)
Nome	Piano	Direzione				Leq(A) Diurno	Leq(A) Notturno		
R001	1	NE	IV	65	55	65	55	49,6	44,9
R001	2	NE	IV	65	55	65	55	53,1	47,8
R001	3	NE	IV	65	55	65	55	54,1	49
R001	1	SE	IV	65	55	65	55	51,5	44,8
R001	2	SE	IV	65	55	65	55	53,4	46,5
R001	3	SE	IV	65	55	65	55	53,7	47,3
R001	1	NE	IV	65	55	65	55	51,7	46,6
R001	2	NE	IV	65	55	65	55	54,4	49,1
R001	3	NE	IV	65	55	65	55	55,1	50,1
R002	1	E	III	60	50	65	55	55,9	50,9
R002	2	E	III	60	50	65	55	57,5	53
R002	3	E	III	60	50	65	55	58,1	54,6
R002	1	N	III	60	50	65	55	53,9	48,3
R002	2	N	III	60	50	65	55	56	50,5
R002	3	N	III	60	50	65	55	56,4	51,8
R003	1	NE	III	60	50	65	55	51,7	44,9
R003	2	NE	III	60	50	65	55	53,2	46,5

R003	3	NE	III	60	50	65	55	53,6	47,5
R003	1	SE	III	60	50	65	55	50,2	42,7
R003	2	SE	III	60	50	65	55	53,8	46
R003	3	SE	III	60	50	65	55	53,8	46,1
R003	1	NE	III	60	50	65	55	53,9	47,1
R003	2	NE	III	60	50	65	55	55,3	48,6
R003	3	NE	III	60	50	65	55	55,3	49,2
R004	1	NE	III	60	50	65	55	50,2	42,8
R004	2	NE	III	60	50	65	55	51	43,7
R004	3	NE	III	60	50	65	55	49,6	42,6
R004	1	SE	III	60	50	65	55	47	39,4
R004	2	SE	III	60	50	65	55	53	45
R004	3	SE	III	60	50	65	55	52,4	45,6
R004	1	NE	III	60	50	65	55	51,4	44,8
R004	2	NE	III	60	50	65	55	54,1	47,5
R004	3	NE	III	60	50	65	55	53	46,2
R005	1	NE	II	55	45	65	55	52,9	47,5
R005	2	NE	II	55	45	65	55	54,5	49,5
R005	3	NE	II	55	45	65	55	54,9	50,3
R005	1	NW	II	55	45	65	55	52,5	46,1
R005	2	NW	II	55	45	65	55	53,6	48
R005	3	NW	II	55	45	65	55	53,9	48,6
R006	1	NW	II	55	45	65	55	51,4	44,3
R006	2	NW	II	55	45	65	55	52,2	45,2
R006	3	NW	II	55	45	65	55	51,8	44,1
R006	1	NE	II	55	45	65	55	50,4	44,2
R006	2	NE	II	55	45	65	55	51,2	45,3
R006	3	NE	II	55	45	65	55	51,6	46
R007	1	SE	II	55	45	65	55	51	46,4
R007	2	SE	II	55	45	65	55	53	48,8
R007	3	SE	II	55	45	65	55	54,1	50,3
R007	1	NE	II	55	45	65	55	53,8	48,9
R007	2	NE	II	55	45	65	55	55	50,7
R007	3	NE	II	55	45	65	55	55,7	51,9
R007	1	NW	II	55	45	65	55	49,4	44,6
R007	2	NW	II	55	45	65	55	51,2	47,1
R007	3	NW	II	55	45	65	55	51,9	48,1

R008	1	SE	II	55	45	65	55	48,3	44,2
R008	2	SE	II	55	45	65	55	51,5	47,6
R008	3	SE	II	55	45	65	55	52,4	49
R008	1	NE	II	55	45	65	55	53,8	50,2
R008	2	NE	II	55	45	65	55	54,7	51,6
R008	3	NE	II	55	45	65	55	55,6	52,9
R009	1	N	III	60	50	65	55	58,2	57,1
R009	2	N	III	60	50	65	55	59,8	58,7
R009	3	N	III	60	50	65	55	61,6	60,7
R009	1	O	III	60	50	65	55	51,4	49,2
R009	2	O	III	60	50	65	55	53,3	51,1
R009	3	O	III	60	50	65	55	54,1	52,1
R010	1	E	III	60	50	65	55	64	55,7
R010	2	E	III	60	50	65	55	67,2	58,9
R010	1	N	III	60	50	65	55	61	56,3
R010	2	N	III	60	50	65	55	64	59,2
R010	1	O	III	60	50	65	55	62,6	62,2
R010	2	O	III	60	50	65	55	64,6	64,2
R011	1	O	V	70	60	70	60	57,8	49,7
R011	2	O	V	70	60	70	60	57,5	49,5
R011	3	O	V	70	60	70	60	56,9	49,2
R011	1	S	V	70	60	70	60	58,5	55,8
R011	2	S	V	70	60	70	60	61,3	60
R011	3	S	V	70	60	70	60	62,2	61,1
R012	1	SW	III	60	50	70	60	52,2	44,1
R012	2	SW	III	60	50	70	60	56,9	48,8
R012	1	SE	III	60	50	70	60	56	47,7
R012	2	SE	III	60	50	70	60	60	51,8
R013	1	SE	III	60	50	70	60	65,6	57,3
R013	2	SE	III	60	50	70	60	67,6	59,4
R013	1	NE	III	60	50	70	60	62	53,7
R013	2	NE	III	60	50	70	60	64,4	56,2
R014	1	SE	III	60	50	70	60	61,4	53,1
R014	2	SE	III	60	50	70	60	65	56,7
R014	1	NE	III	60	50	70	60	55,6	47,3
R014	2	NE	III	60	50	70	60	59	50,7
R015	1	SW	III	60	50	70	60	56,7	48,3

R015	2	SW	III	60	50	70	60	61,2	52,8
R015	1	SE	III	60	50	70	60	63,4	55,1
R015	2	SE	III	60	50	70	60	66,1	57,8
R015	1	NE	III	60	50	70	60	62,6	54,4
R015	2	NE	III	60	50	70	60	63,9	55,6
R016	1	SE	III	60	50	60	50	32,9	22,9
R016	2	SE	III	60	50	60	50	36,4	26,2
R016	1	NE	III	60	50	60	50	36,4	28,1
R016	2	NE	III	60	50	60	50	38,8	30,6
R017	1	O	I	50	40	60	50	36,9	28,6
R017	2	O	I	50	40	60	50	39,9	31,6
R017	1	S	I	50	40	60	50	29,9	21,6
R017	2	S	I	50	40	60	50	32,8	24,5
R017	1	E	I	50	40	60	50	23,5	15,2
R017	2	E	I	50	40	60	50	27,4	19,1
R018	1	O	III	60	50	60	50	40,2	32
R018	2	O	III	60	50	60	50	42,1	33,8
R018	3	O	III	60	50	60	50	43,1	34,8
R018	1	S	III	60	50	60	50	30,7	22,5
R018	2	S	III	60	50	60	50	34,1	26
R018	3	S	III	60	50	60	50	35,1	27
R018	1	S	III	60	50	60	50	25,6	17,3
R018	2	S	III	60	50	60	50	28,1	19,8
R018	3	S	III	60	50	60	50	29,1	20,8
R018	1	E	III	60	50	60	50	28,1	19,8
R018	2	E	III	60	50	60	50	28,5	20,3
R018	3	E	III	60	50	60	50	29,5	21,3
R019	1	SW	III	60	50	60	50	30,8	22,5
R019	2	SW	III	60	50	60	50	33	24,7
R019	1	SE	III	60	50	60	50	22,8	14,5
R019	2	SE	III	60	50	60	50	29,1	20,8
R019	1	NW	III	60	50	60	50	34,3	26
R019	2	NW	III	60	50	60	50	35,2	26,9
R020	1	NE	III	60	50	60	50	36,9	28,5
R020	2	NE	III	60	50	60	50	38,2	29,9
R020	1	NW	III	60	50	60	50	39	30,7
R020	2	NW	III	60	50	60	50	40,5	32,2

R020	1	NW	III	60	50	60	50	38,8	30,4
R020	2	NW	III	60	50	60	50	40,5	32,2
R021	1	O	III	60	50	60	50	39,8	31,5
R021	2	O	III	60	50	60	50	41,1	32,8
R021	1	S	III	60	50	60	50	36,7	28,4
R021	2	S	III	60	50	60	50	38,8	30,4
R022	1	SW	III	60	50	60	50	37	28,7
R022	2	SW	III	60	50	60	50	38	29,7
R023	1	SE	III	60	50	60	50	42,8	34,4
R023	2	SE	III	60	50	60	50	47,3	38,9
R023	3	SE	III	60	50	60	50	49	40,6
R023	1	SE	III	60	50	60	50	45,9	37,5
R023	2	SE	III	60	50	60	50	49,1	40,6
R023	3	SE	III	60	50	60	50	50,6	42,2
R023	1	NE	III	60	50	60	50	46	37,7
R023	2	NE	III	60	50	60	50	49,3	41,2
R023	3	NE	III	60	50	60	50	51	42,9
R024	1	E	III	60	50	60	50	49,1	40,8
R024	2	E	III	60	50	60	50	49,5	41,2
R024	3	E	III	60	50	60	50	50	41,7
R024	1	NE	III	60	50	60	50	48,8	40,6
R024	2	NE	III	60	50	60	50	49,4	41,2
R024	3	NE	III	60	50	60	50	49,8	41,7
R025	1	E	III	60	50	70	60	51,8	43,4
R025	2	E	III	60	50	70	60	56,8	48,5
R025	3	E	III	60	50	70	60	57,6	49,3
R025	1	E	III	60	50	70	60	51,9	43,5
R025	2	E	III	60	50	70	60	56,6	48,3
R025	3	E	III	60	50	70	60	57,4	49,1
R025	1	N	III	60	50	70	60	49,7	41,1
R025	2	N	III	60	50	70	60	54	45,6
R025	3	N	III	60	50	70	60	55,1	46,8
R026	1	E	III	60	50	70	60	58,4	50,2
R026	2	E	III	60	50	70	60	63,7	55,5
R026	3	E	III	60	50	70	60	65,8	57,6
R026	4	E	III	60	50	70	60	66,1	57,9
R026	1	N	III	60	50	70	60	57,4	49,2

R026	2	N	III	60	50	70	60	62,2	54
R026	3	N	III	60	50	70	60	63,2	55
R026	4	N	III	60	50	70	60	63,4	55,3
R026	1	S	III	60	50	70	60	50,2	41,9
R026	2	S	III	60	50	70	60	55,7	47,4
R026	3	S	III	60	50	70	60	61,7	53,5
R026	4	S	III	60	50	70	60	62,3	54,1
R027	1	S	IV	65	55	70	60	44,7	36,2
R027	1	E	IV	65	55	70	60	57,3	49
R028	1	S	III	60	50	60	50	39	30,6
R028	2	S	III	60	50	60	50	40,1	31,7
R028	1	E	III	60	50	60	50	43,5	35,2
R028	2	E	III	60	50	60	50	44,8	36,4
R028	1	S	III	60	50	60	50	44	35,6
R028	2	S	III	60	50	60	50	45	36,6
R028	1	E	III	60	50	60	50	47,4	39,5
R028	2	E	III	60	50	60	50	49,2	41,5

1.7.1.1 Analisi acustica

I risultati dell'analisi dello stato attuale mostrano alcuni valori di pressione sonora eccedenti i limiti di zona presso 3 ricettori di Rione Borgato (R09, R010 e R011). Un'analisi di dettaglio permette la verifica dei contributi di ogni singola sorgente del modello. Si riscontra per tutti e 3 i ricettori che il fiume, durante il periodo primavera estate, determina un rilevante livello di rumorosità continua (giorno e notte) sulle facciate direttamente esposte. Si prevedono, di conseguenza, anche nella situazione Post Operam, analoghi valori di clima acustico.

L'impatto della strada SS28 sul ricettore R010, secondo le stime dello studio del traffico, è destinato a diminuire infatti l'opera in progetto risulta essere migliorativa nei confronti del ricettore R010 provocando uno sgravio del volume di traffico lungo la SS28.

Presso i ricettori posti nelle rimanenti aree di potenziale impatto non sono stati calcolati livelli eccedenti i limiti di riferimento (DPR 142/04 per le infrastrutture stradali e DPCM 14/11/97 per tutte le sorgenti fisse e mobili).

L'analisi acustica dello scenario Ante Operam restituisce un quadro di sostanziale congruità tra stato di fatto e il disposto dagli strumenti normativi, amministrativi e di pianificazione territoriale.

1.7.2 Fase in corso d'opera (cantiere)

Durante la fase di cantierizzazione verranno costituite n.4 aree operative, all'interno delle quali si opererà con mezzi ed attrezzature come riportato nel relativo capitolo descrittivo. Tramite il modello previsionale sono stati calcolati i livelli di pressione sonora in facciata ai ricettori. Eventuali criticità sono evidenziate in arancione e saranno oggetto di approfondimento nei successivi paragrafi.

Lo scenario di studio ed i calcoli della propagazione del rumore, nonché il posizionamento e la quantificazione delle sorgenti sonore, sono afferenti allo stato d'avanzamento del progetto al momento dell'elaborazione delle informazioni messe a disposizione dal progettista. L'analisi di scenari differenti e successivamente proposti e che abbiano rilevanza per la componente acustica dovranno essere oggetto di integrazione.

Tabella 21 Fase di cantiere: livelli di pressione sonora calcolati in facciata ai ricettori

Ricettore			Destinazione d'uso	Classe acustica	Limiti emissione Diurno Leq(A)	Limiti immissione Diurno Leq(A)	Emmissione cantiere Leq(A)	Rumore residuo Diurno Leq(A) ⁵	Rumore ambientale Leq(A)
Nome	Piano	Direzione							
R001	1	NE	Residenziale	IV	60	65	62.5	49,6	62,9
R001	2	NE	Residenziale	IV	60	65	63.2	53,1	64,0
R001	3	NE	Residenziale	IV	60	65	62.5	54,1	63,3
R001	1	SE	Residenziale	IV	60	65	61.4	51,5	62,5
R001	2	SE	Residenziale	IV	60	65	62.2	53,4	63,5
R001	3	SE	Residenziale	IV	60	65	61.5	53,7	62,8
R001	1	NE	Residenziale	IV	60	65	63.2	51,7	63,9
R001	2	NE	Residenziale	IV	60	65	64.0	54,4	65,0
R001	3	NE	Residenziale	IV	60	65	63.4	55,1	64,3
R002	1	E	Residenziale	III	55	60	61.1	55,9	62,9
R002	2	E	Residenziale	III	55	60	63.5	57,5	64,8
R002	3	E	Residenziale	III	55	60	63.0	58,1	64,2
R002	1	N	Residenziale	III	55	60	46.9	53,9	54,9
R002	2	N	Residenziale	III	55	60	49.3	56	57,2
R002	3	N	Residenziale	III	55	60	50.5	56,4	56,6
R003	1	NE	Residenziale	III	55	60	62.3	51,7	63,3
R003	2	NE	Residenziale	III	55	60	62.9	53,2	64,0
R003	3	NE	Residenziale	III	55	60	59.6	53,6	60,8
R003	1	SE	Residenziale	III	55	60	57.8	50,2	59,6
R003	2	SE	Residenziale	III	55	60	58.5	53,8	61,6
R003	3	SE	Residenziale	III	55	60	59.3	53,8	61,4

⁵ Il valore del residuo è stato desunto dallo studio della situazione Ante Operam.

R003	1	NE	Residenziale	III	55	60	62.4	53,9	63,9
R003	2	NE	Residenziale	III	55	60	63.1	55,3	64,8
R003	3	NE	Residenziale	III	55	60	59.8	55,3	61,7
R004	1	NE	Residenziale	III	55	60	60.6	50,2	61,6
R004	2	NE	Residenziale	III	55	60	61.3	51	62,4
R004	3	NE	Residenziale	III	55	60	57.9	49,6	59,4
R004	1	SE	Residenziale	III	55	60	51.2	47	54,8
R004	2	SE	Residenziale	III	55	60	55.6	53	60,1
R004	3	SE	Residenziale	III	55	60	56.0	52,4	59,4
R004	1	NE	Residenziale	III	55	60	55.7	51,4	58,9
R004	2	NE	Residenziale	III	55	60	59.9	54,1	62,5
R004	3	NE	Residenziale	III	55	60	56.7	53	60,2
R005	1	NE	Residenziale	II	50	55	65.9	52,9	66,3
R005	2	NE	Residenziale	II	50	55	66.9	54,5	67,3
R005	3	NE	Residenziale	II	50	55	64.2	54,9	64,8
R005	1	NW	Residenziale	II	50	55	58.4	52,5	60,6
R005	2	NW	Residenziale	II	50	55	61.9	53,6	63,0
R005	3	NW	Residenziale	II	50	55	63.5	53,9	64,3
R006	1	NW	Residenziale	II	50	55	58.3	51,4	60,5
R006	2	NW	Residenziale	II	50	55	59.0	52,2	61,2
R006	3	NW	Residenziale	II	50	55	59.6	51,8	61,0
R006	1	NE	Residenziale	II	50	55	62.9	50,4	63,6
R006	2	NE	Residenziale	II	50	55	63.6	51,2	64,3
R006	3	NE	Residenziale	II	50	55	60.4	51,6	61,1
R007	1	SE	Residenziale	II	50	55	59.0	51	60,1
R007	2	SE	Residenziale	II	50	55	60.9	53	61,9
R007	3	SE	Residenziale	II	50	55	61.5	54,1	62,5
R007	1	NE	Residenziale	II	50	55	65.6	53,8	66,4
R007	2	NE	Residenziale	II	50	55	62.7	55	63,5
R007	3	NE	Residenziale	II	50	55	63.4	55,7	64,3
R007	1	NW	Residenziale	II	50	55	61.8	49,4	62,5
R007	2	NW	Residenziale	II	50	55	62.2	51,2	62,9
R007	3	NW	Residenziale	II	50	55	62.8	51,9	63,7
R008	1	SE	Residenziale	II	50	55	51.3	48,3	53,1
R008	2	SE	Residenziale	II	50	55	52.9	51,5	55,3
R008	3	SE	Residenziale	II	50	55	57.7	52,4	59,0
R008	1	NE	Residenziale	II	50	55	63.1	53,8	64,0

R008	2	NE	Residenziale	II	50	55	63.6	54,7	64,6
R008	3	NE	Residenziale	II	50	55	60.6	55,6	61,7
R009	1	N	Residenziale	III	55	60	62.8	58,2	64,3
R009	2	N	Residenziale	III	55	60	63.1	59,8	64,9
R009	3	N	Residenziale	III	55	60	59.8	61,6	61,7
R009	1	O	Residenziale	III	55	60	61.2	51,4	62,9
R009	2	O	Residenziale	III	55	60	61.7	53,3	63,4
R009	3	O	Residenziale	III	55	60	59.9	54,1	61,3
R010	1	E	Residenziale	III	55	60	57.9	64	65,0
R010	2	E	Residenziale	III	55	60	59.5	67,2	67,8
R010	1	N	Residenziale	III	55	60	64.2	61	66,4
R010	2	N	Residenziale	III	55	60	63.7	64	65,8
R010	1	O	Residenziale	III	55	60	68.0	62,6	68,1
R010	2	O	Residenziale	III	55	60	66.4	64,6	67,1
R011	1	O	Residenziale	V	65	70	53.2	57,8	61,0
R011	2	O	Residenziale	V	65	70	55.0	57,5	61,0
R011	3	O	Residenziale	V	65	70	51.7	56,9	59,9
R011	1	S	Residenziale	V	65	70	62.1	58,5	63,1
R011	2	S	Residenziale	V	65	70	64.1	61,3	64,8
R011	3	S	Residenziale	V	65	70	64.0	62,2	64,6
R012	1	SW	Residenziale	III	55	60	54.3	52,2	56,8
R012	2	SW	Residenziale	III	55	60	52.9	56,9	58,1
R012	1	SE	Residenziale	III	55	60	55.1	56	59,2
R012	2	SE	Residenziale	III	55	60	53.6	60	60,7
R013	1	SE	Residenziale	III	55	60	55.7	65,6	67,1
R013	2	SE	Residenziale	III	55	60	54.1	67,6	67,7
R013	1	NE	Residenziale	III	55	60	55.3	62	63,7
R013	2	NE	Residenziale	III	55	60	53.8	64,4	64,6
R014	1	SE	Residenziale	III	55	60	55.1	61,4	63,5
R014	2	SE	Residenziale	III	55	60	53.8	65	65,5
R014	1	NE	Residenziale	III	55	60	52.6	55,6	58,3
R014	2	NE	Residenziale	III	55	60	52.9	59	60,0
R015	1	SW	Misto	III	55	60	37.7	56,7	57,7
R015	2	SW	Misto	III	55	60	39.3	61,2	62,2
R015	1	SE	Misto	III	55	60	55.0	63,4	65,1
R015	2	SE	Misto	III	55	60	55.1	66,1	67,8
R015	1	NE	Misto	III	55	60	54.8	62,6	64,4

R015	2	NE	Misto	III	55	60	54.9	63,9	65,7
R016	1	SE	Residenziale	III	55	60	56.4	32,9	56,5
R016	2	SE	Residenziale	III	55	60	57.4	36,4	57,5
R016	1	NE	Residenziale	III	55	60	58.7	36,4	58,7
R016	2	NE	Residenziale	III	55	60	60.2	38,8	60,2
R017	1	O	Luogo di cura	I	45	50	54.5	36,9	54,7
R017	2	O	Luogo di cura	I	45	50	53.1	39,9	53,4
R017	1	S	Luogo di cura	I	45	50	54.8	29,9	54,9
R017	2	S	Luogo di cura	I	45	50	53.5	32,8	53,8
R017	1	E	Luogo di cura	I	45	50	52.8	23,5	53,0
R017	2	E	Luogo di cura	I	45	50	51.8	27,4	52,2
R018	1	O	Commerciale	III	55	60	50.7	40,2	51,2
R018	2	O	Commerciale	III	55	60	51.3	42,1	51,8
R018	3	O	Commerciale	III	55	60	52.3	43,1	52,8
R018	1	S	Commerciale	III	55	60	41.9	30,7	43,7
R018	2	S	Commerciale	III	55	60	47.5	34,1	48,3
R018	3	S	Commerciale	III	55	60	48.5	35,1	49,3
R018	1	S	Commerciale	III	55	60	53.5	25,6	53,8
R018	2	S	Commerciale	III	55	60	53.3	28,1	53,7
R018	3	S	Commerciale	III	55	60	54.3	29,1	54,7
R018	1	E	Commerciale	III	55	60	55.3	28,1	55,8
R018	2	E	Commerciale	III	55	60	53.9	28,5	54,4
R018	3	E	Commerciale	III	55	60	54.9	29,5	55,4
R019	1	SW	Residenziale	III	55	60	70.7	30,8	70,7
R019	2	SW	Residenziale	III	55	60	71.6	33	71,6
R019	1	SE	Residenziale	III	55	60	59.9	22,8	60,1
R019	2	SE	Residenziale	III	55	60	61.0	29,1	61,1
R019	1	NW	Residenziale	III	55	60	70.0	34,3	70,0
R019	2	NW	Residenziale	III	55	60	71.0	35,2	71,0
R020	1	NE	Residenziale	III	55	60	53.7	36,9	54,8
R020	2	NE	Residenziale	III	55	60	53.6	38,2	54,6
R020	1	NW	Residenziale	III	55	60	58.2	39	58,9
R020	2	NW	Residenziale	III	55	60	57.1	40,5	57,9
R020	1	NW	Residenziale	III	55	60	58.3	38,8	58,8
R020	2	NW	Residenziale	III	55	60	57.1	40,5	57,8
R021	1	O	Residenziale	III	55	60	58.1	39,8	58,7
R021	2	O	Residenziale	III	55	60	57.2	41,1	58,0

R021	1	S	Residenziale	III	55	60	55.9	36,7	56,3
R021	2	S	Residenziale	III	55	60	55.6	38,8	56,2
R022	1	SW	Residenziale	III	55	60	57.1	37	57,5
RO22	2	SW	Residenziale	III	55	60	58.1	38	58.5
R023	1	SE	Residenziale	III	55	60	62.6	42,8	62,8
R023	2	SE	Residenziale	III	55	60	63.3	47,3	63,5
R023	3	SE	Residenziale	III	55	60	63.9	49	64,1
R023	1	SE	Residenziale	III	55	60	65.6	45,9	65,7
R023	2	SE	Residenziale	III	55	60	65.7	49,1	65,7
R023	3	SE	Residenziale	III	55	60	66.3	50,6	66,3
R023	1	NE	Residenziale	III	55	60	65.5	46	65,2
R023	2	NE	Residenziale	III	55	60	66.2	49,3	66,2
R023	3	NE	Residenziale	III	55	60	66.8	51	66,8
R024	1	E	Residenziale	III	55	60	59.4	49,1	60,0
R024	2	E	Residenziale	III	55	60	59.8	49,5	60,5
R024	3	E	Residenziale	III	55	60	60.3	50	60,9
R024	1	NE	Residenziale	III	55	60	60.1	48,8	60,5
R024	2	NE	Residenziale	III	55	60	60.7	49,4	61,1
R024	3	NE	Residenziale	III	55	60	60.5	49,8	60,9
R025	1	E	Residenziale	III	55	60	56.7	51,8	58,5
R025	2	E	Residenziale	III	55	60	57.8	56,8	61,7
R025	3	E	Residenziale	III	55	60	59.6	57,6	63,1
R025	1	E	Residenziale	III	55	60	52.0	51,9	56,1
R025	2	E	Residenziale	III	55	60	53.6	56,6	60,2
R025	3	E	Residenziale	III	55	60	56.7	57,4	61,8
R025	1	N	Residenziale	III	55	60	66.4	49,7	66,5
R025	2	N	Residenziale	III	55	60	67.6	54	67,9
R025	3	N	Residenziale	III	55	60	68.5	55,1	68,8
R026	1	E	Residenziale	III	55	60	66.8	58,4	68,0
R026	2	E	Residenziale	III	55	60	67.9	63,7	69,3
R026	3	E	Residenziale	III	55	60	67.9	65,8	69,2
R026	4	E	Residenziale	III	55	60	68.0	66,1	69,5
R026	1	N	Residenziale	III	55	60	47.3	57,4	57,8
R026	2	N	Residenziale	III	55	60	48.3	62,2	62,2
R026	3	N	Residenziale	III	55	60	49.0	63,2	63,2
R026	4	N	Residenziale	III	55	60	54.5	63,4	63,4
R026	1	S	Residenziale	III	55	60	72.3	50,2	72,3

R026	2	S	Residenziale	III	55	60	73.3	55,7	73,3
R026	3	S	Residenziale	III	55	60	71.9	61,7	72,1
R026	4	S	Residenziale	III	55	60	72.1	62,3	72,4
R027	1	S	Commerciale	IV	60	65	67.0	44,7	67,1
R027	1	E	Commerciale	IV	60	65	62.7	57,3	65,2
R028	1	S	Residenziale	III	55	60	55.1	39	56,2
R028	2	S	Residenziale	III	55	60	56.1	40,1	56,6
R028	1	E	Residenziale	III	55	60	60.9	43,5	60,9
R028	2	E	Residenziale	III	55	60	59.7	44,8	59,4
R028	1	S	Residenziale	III	55	60	61.8	44	61,8
R028	2	S	Residenziale	III	55	60	60.5	45	60,5
R028	1	E	Residenziale	III	55	60	61.8	47,4	61,8
R028	2	E	Residenziale	III	55	60	60.6	49,2	60,6

1.7.2.1 Analisi acustica

Il confronto con i limiti di Zona evidenzia il diffuso ed ampio superamento come normalmente accade nel caso dei cantieri edili e stradali. Già il legislatore ha previsto che questi debbano seguire un diverso iter amministrativo e debbano essere regolamentati mediante gli strumenti definiti dalla Legge 447/95 come competenza dei Comuni.

Durante le fasi di cantiere si dovranno attuare pertanto misure preventive, organizzative e di mitigazione. Le imprese costruttrici ovvero il committente dovrà provvedere alla richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee, in aderenza con quanto disposto dall'attuale Regolamento per le attività rumorose del Comune di Mondovì.

Alla data di estensione dello studio non sono previste attività lavorative nel periodo notturno.

Di seguito sono riportati in sintesi le azioni necessarie al contenimento del rumore durante la realizzazione delle opere. Per tutti i cantieri sarà necessaria l'autorizzazione in deroga e che prevedono limiti ai ricettori pari a 70 dB(A) inteso come livello equivalente.

- Area di cantiere di base: nessuna ulteriore misura; non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70 dBA).
- Cantiere operativo 1: si prevede l'installazione di barriere acustiche in direzione del ricettore R019 poiché secondo i calcoli previsionali risulta non rispettato il limite concesso in deroga. Le barriere consistono in pannelli aventi una certificazione acustica con valori di R_w non inferiore a 15 dB (massa sufficiente per garantire una attenuazione sonora efficace, proprietà superficiali di fono assorbimento). A tal fine si propone un pannello di tipo multistrato in plastica di altezza 3 metri, come da capitolato ANAS (G.05.029.A "Barriera antirumore composta da pannelli in plastica – Fornitura e posa in opera del solo pannello").
- Cantiere operativo 2: viste le dimensioni delle aree di cantiere, l'altezza ai piani dei ricettori e la posizione reciproca delle sorgenti mobili, la predisposizione di barriere ai confini dell'area di lavoro non

sortirebbe un sufficiente effetto mitigativo. Al fine di garantire il rispetto del limite di 70 dB concesso in deroga dal Comune, si dovranno adottare misure dirette alla sorgente come ad esempio la "caratterizzazione" dei componenti rumorosi nell'impianto di frantumazione ovvero l'uso di sistemi a basso impatto acustico o il riposizionamento della sorgente nell'area di cantiere in modo da poter essere adeguatamente schermato. Si ritiene inoltre che siano necessarie anche misure di tipo organizzativo per permettere la riduzione del suo funzionamento dalle ore 9:00 alle ore 18:00 con interruzione dalle ore 12:00 alle ore 15:00.

- Cantiere operativo 3: nessuna ulteriore misura; non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70dBA).

Presso tutte le aree operative il crono-programma giornaliero dovrà privilegiare la concentrazione delle emissioni acustiche più gravose nei periodi centrali della mattina e del pomeriggio.

Infine per garantire livelli certi di impatto acustico si prevede di utilizzare attrezzature e macchinari con marcatura CE e aventi specifiche costruttive atte al contenimento del rumore.

1.7.3 Fase di cantiere post mitigazione

Di seguito si mostrano i risultati della simulazione degli impatti post mitigazione. E' stata simulata l'introduzione di mitigazioni in fase di cantiere al fine di attenuare il livello di pressione sonora presso i ricettori maggiormente colpiti dall'intervento in progetto.

Tabella 22 Fase di cantiere post mitigazione: livelli di pressione sonora calcolati in facciata ai ricettori

Ricettore			Destinazione d'uso	Classe acustica	Limiti emissione Diurno Leq(A)	Limiti immissione Diurno Leq(A)	Emissione cantiere Leq(A)	Rumore residuo Diurno Leq(A) ⁶	Rumore ambientale Leq(A)
Nome	Piano	Direzione							
R001	1	NE	Residenziale	IV	60	65	62.5	49,6	62,9
R001	2	NE	Residenziale	IV	60	65	63.2	53,1	64,0
R001	3	NE	Residenziale	IV	60	65	62.5	54,1	63,3
R001	1	SE	Residenziale	IV	60	65	61.4	51,5	62,5
R001	2	SE	Residenziale	IV	60	65	62.2	53,4	63,5
R001	3	SE	Residenziale	IV	60	65	61.5	53,7	62,8
R001	1	NE	Residenziale	IV	60	65	63.2	51,7	63,9
R001	2	NE	Residenziale	IV	60	65	64.0	54,4	65,0
R001	3	NE	Residenziale	IV	60	65	63.4	55,1	64,3
R002	1	E	Residenziale	III	55	60	61.1	55,9	62,9
R002	2	E	Residenziale	III	55	60	63.5	57,5	64,8
R002	3	E	Residenziale	III	55	60	63.0	58,1	64,2
R002	1	N	Residenziale	III	55	60	46.9	53,9	54,9
R002	2	N	Residenziale	III	55	60	49.3	56	57,2

⁶ Il valore del residuo è stato desunto dallo studio della situazione Ante Operam.

R002	3	N	Residenziale	III	55	60	50.5	56,4	56,6
R003	1	NE	Residenziale	III	55	60	62.3	51,7	63,3
R003	2	NE	Residenziale	III	55	60	62.9	53,2	64,0
R003	3	NE	Residenziale	III	55	60	59.6	53,6	60,8
R003	1	SE	Residenziale	III	55	60	57.8	50,2	59,6
R003	2	SE	Residenziale	III	55	60	58.5	53,8	61,6
R003	3	SE	Residenziale	III	55	60	59.3	53,8	61,4
R003	1	NE	Residenziale	III	55	60	62.4	53,9	63,9
R003	2	NE	Residenziale	III	55	60	63.1	55,3	64,8
R003	3	NE	Residenziale	III	55	60	59.8	55,3	61,7
R004	1	NE	Residenziale	III	55	60	60.6	50,2	61,6
R004	2	NE	Residenziale	III	55	60	61.3	51	62,4
R004	3	NE	Residenziale	III	55	60	57.9	49,6	59,4
R004	1	SE	Residenziale	III	55	60	51.2	47	54,8
R004	2	SE	Residenziale	III	55	60	55.6	53	60,1
R004	3	SE	Residenziale	III	55	60	56.0	52,4	59,4
R004	1	NE	Residenziale	III	55	60	55.7	51,4	58,9
R004	2	NE	Residenziale	III	55	60	59.9	54,1	62,5
R004	3	NE	Residenziale	III	55	60	56.7	53	60,2
R005	1	NE	Residenziale	II	50	55	65.9	52,9	66,3
R005	2	NE	Residenziale	II	50	55	66.9	54,5	67,3
R005	3	NE	Residenziale	II	50	55	64.2	54,9	64,8
R005	1	NW	Residenziale	II	50	55	58.4	52,5	60,6
R005	2	NW	Residenziale	II	50	55	61.9	53,6	63,0
R005	3	NW	Residenziale	II	50	55	63.5	53,9	64,3
R006	1	NW	Residenziale	II	50	55	58.3	51,4	60,5
R006	2	NW	Residenziale	II	50	55	59.0	52,2	61,2
R006	3	NW	Residenziale	II	50	55	59.6	51,8	61,0
R006	1	NE	Residenziale	II	50	55	62.9	50,4	63,6
R006	2	NE	Residenziale	II	50	55	63.6	51,2	64,3
R006	3	NE	Residenziale	II	50	55	60.4	51,6	61,1
R007	1	SE	Residenziale	II	50	55	59.0	51	60,1
R007	2	SE	Residenziale	II	50	55	60.9	53	61,9
R007	3	SE	Residenziale	II	50	55	61.5	54,1	62,5
R007	1	NE	Residenziale	II	50	55	65.6	53,8	66,4
R007	2	NE	Residenziale	II	50	55	62.7	55	63,5
R007	3	NE	Residenziale	II	50	55	63.4	55,7	64,3

R007	1	NW	Residenziale	II	50	55	61.8	49,4	62,5
R007	2	NW	Residenziale	II	50	55	62.2	51,2	62,9
R007	3	NW	Residenziale	II	50	55	62.8	51,9	63,7
R008	1	SE	Residenziale	II	50	55	51.3	48,3	53,1
R008	2	SE	Residenziale	II	50	55	52.9	51,5	55,3
R008	3	SE	Residenziale	II	50	55	57.7	52,4	59,0
R008	1	NE	Residenziale	II	50	55	63.1	53,8	64,0
R008	2	NE	Residenziale	II	50	55	63.6	54,7	64,6
R008	3	NE	Residenziale	II	50	55	60.6	55,6	61,7
R009	1	N	Residenziale	III	55	60	62.8	58,2	64,3
R009	2	N	Residenziale	III	55	60	63.1	59,8	64,9
R009	3	N	Residenziale	III	55	60	59.8	61,6	61,7
R009	1	O	Residenziale	III	55	60	61.2	51,4	62,9
R009	2	O	Residenziale	III	55	60	61.7	53,3	63,4
R009	3	O	Residenziale	III	55	60	59.9	54,1	61,3
R010	1	E	Residenziale	III	55	60	57.9	64	65,0
R010	2	E	Residenziale	III	55	60	59.5	67,2	67,8
R010	1	N	Residenziale	III	55	60	64.2	61	66,4
R010	2	N	Residenziale	III	55	60	63.7	64	65,8
R010	1	O	Residenziale	III	55	60	68.0	62,6	68,1
R010	2	O	Residenziale	III	55	60	66.4	64,6	67,1
R011	1	O	Residenziale	V	65	70	53.2	57,8	61,0
R011	2	O	Residenziale	V	65	70	55.0	57,5	61,0
R011	3	O	Residenziale	V	65	70	51.7	56,9	59,9
R011	1	S	Residenziale	V	65	70	62.1	58,5	63,1
R011	2	S	Residenziale	V	65	70	64.1	61,3	64,8
R011	3	S	Residenziale	V	65	70	64.0	62,2	64,6
R012	1	SW	Residenziale	III	55	60	54.3	52,2	56,8
R012	2	SW	Residenziale	III	55	60	52.9	56,9	58,1
R012	1	SE	Residenziale	III	55	60	55.1	56	59,2
R012	2	SE	Residenziale	III	55	60	53.6	60	60,7
R013	1	SE	Residenziale	III	55	60	55.7	65,6	67,1
R013	2	SE	Residenziale	III	55	60	54.1	67,6	67,7
R013	1	NE	Residenziale	III	55	60	55.3	62	63,7
R013	2	NE	Residenziale	III	55	60	53.8	64,4	64,6
R014	1	SE	Residenziale	III	55	60	55.1	61,4	63,5
R014	2	SE	Residenziale	III	55	60	53.8	65	65,5

R014	1	NE	Residenziale	III	55	60	52.6	55,6	58,3
R014	2	NE	Residenziale	III	55	60	52.9	59	60,0
R015	1	SW	Misto	III	55	60	37.7	56,7	57,7
R015	2	SW	Misto	III	55	60	39.3	61,2	62,2
R015	1	SE	Misto	III	55	60	55.0	63,4	65,1
R015	2	SE	Misto	III	55	60	55.1	66,1	67,8
R015	1	NE	Misto	III	55	60	54.8	62,6	64,4
R015	2	NE	Misto	III	55	60	54.9	63,9	65,7
R016	1	SE	Residenziale	III	55	60	56.4	32,9	56,5
R016	2	SE	Residenziale	III	55	60	57.4	36,4	57,5
R016	1	NE	Residenziale	III	55	60	58.7	36,4	58,7
R016	2	NE	Residenziale	III	55	60	60.2	38,8	60,2
R017	1	O	Luogo di cura	I	45	50	54.5	36,9	54,7
R017	2	O	Luogo di cura	I	45	50	53.1	39,9	53,4
R017	1	S	Luogo di cura	I	45	50	54.8	29,9	54,9
R017	2	S	Luogo di cura	I	45	50	53.5	32,8	53,8
R017	1	E	Luogo di cura	I	45	50	52.8	23,5	53,2
R017	2	E	Luogo di cura	I	45	50	51.8	27,4	52,4
R018	1	O	Commerciale	III	55	60	50.7	40,2	51,2
R018	2	O	Commerciale	III	55	60	51.3	42,1	51,8
R018	3	O	Commerciale	III	55	60	52.3	43,1	52,8
R018	1	S	Commerciale	III	55	60	41.9	30,7	43,7
R018	2	S	Commerciale	III	55	60	47.5	34,1	48,3
R018	3	S	Commerciale	III	55	60	48.5	35,1	49,3
R018	1	S	Commerciale	III	55	60	53.5	25,6	53,8
R018	2	S	Commerciale	III	55	60	53.3	28,1	53,8
R018	3	S	Commerciale	III	55	60	54.3	29,1	54,8
R018	1	E	Commerciale	III	55	60	55.3	28,1	55,9
R018	2	E	Commerciale	III	55	60	53.9	28,5	54,6
R018	3	E	Commerciale	III	55	60	54.9	29,5	55,6
R019	1	SW	Residenziale	III	55	60	66.5	30,8	66,5
R019	2	SW	Residenziale	III	55	60	69.1	33	69,1
R019	1	SE	Residenziale	III	55	60	58.0	22,8	58,0
R019	2	SE	Residenziale	III	55	60	59.6	29,1	59,7
R019	1	NW	Residenziale	III	55	60	65.7	34,3	65,8
R019	2	NW	Residenziale	III	55	60	68.4	35,2	68,5
R020	1	NE	Residenziale	III	55	60	54.0	36,9	54,6

R020	2	NE	Residenziale	III	55	60	54.0	38,2	54,6
R020	1	NW	Residenziale	III	55	60	58.4	39	58,8
R020	2	NW	Residenziale	III	55	60	57.3	40,5	57,8
R020	1	NW	Residenziale	III	55	60	58.3	38,8	58,8
R020	2	NW	Residenziale	III	55	60	57.1	40,5	57,8
R021	1	O	Residenziale	III	55	60	58.1	39,8	58,7
R021	2	O	Residenziale	III	55	60	57.2	41,1	57,9
R021	1	S	Residenziale	III	55	60	55.9	36,7	56,3
R021	2	S	Residenziale	III	55	60	55.6	38,8	56,2
R022	1	SW	Residenziale	III	55	60	57.1	37	57,4
R022	2	SW	Residenziale	III	55	60	58.1	38	58,4
R023	1	SE	Residenziale	III	55	60	62.9	42,8	62,9
R023	2	SE	Residenziale	III	55	60	63.5	47,3	63,6
R023	3	SE	Residenziale	III	55	60	64.0	49	64,2
R023	1	SE	Residenziale	III	55	60	65.7	45,9	65,7
R023	2	SE	Residenziale	III	55	60	65.7	49,1	65,7
R023	3	SE	Residenziale	III	55	60	66.3	50,6	66,4
R023	1	NE	Residenziale	III	55	60	65.1	46	65,2
R023	2	NE	Residenziale	III	55	60	65.7	49,3	65,8
R023	3	NE	Residenziale	III	55	60	66.3	51	66,4
R024	1	E	Residenziale	III	55	60	59.7	49,1	60,1
R024	2	E	Residenziale	III	55	60	60.2	49,5	60,6
R024	3	E	Residenziale	III	55	60	60.5	50	60,9
R024	1	NE	Residenziale	III	55	60	60.2	48,8	60,5
R024	2	NE	Residenziale	III	55	60	60.8	49,4	61,2
R024	3	NE	Residenziale	III	55	60	60.6	49,8	61,0
R025	1	E	Residenziale	III	55	60	54.6	51,8	57,0
R025	2	E	Residenziale	III	55	60	57.8	56,8	61,1
R025	3	E	Residenziale	III	55	60	59.8	57,6	62,9
R025	1	E	Residenziale	III	55	60	44.1	51,9	53,8
R025	2	E	Residenziale	III	55	60	53.7	56,6	59,5
R025	3	E	Residenziale	III	55	60	56.9	57,4	61,5
R025	1	N	Residenziale	III	55	60	63.3	49,7	63,5
R025	2	N	Residenziale	III	55	60	67.7	54	68,0
R025	3	N	Residenziale	III	55	60	68.5	55,1	68,8
R026	1	E	Residenziale	III	55	60	58.5	58,4	63,5
R026	2	E	Residenziale	III	55	60	60.5	63,7	65,3

R026	3	E	Residenziale	III	55	60	62.1	65,8	65,9
R026	4	E	Residenziale	III	55	60	63.3	66,1	66,6
R026	1	N	Residenziale	III	55	60	45.5	57,4	57,8
R026	2	N	Residenziale	III	55	60	46.3	62,2	62,2
R026	3	N	Residenziale	III	55	60	46.7	63,2	63,2
R026	4	N	Residenziale	III	55	60	53.4	63,4	63,4
R026	1	S	Residenziale	III	55	60	65.9	50,2	66,0
R026	2	S	Residenziale	III	55	60	67.4	55,7	67,6
R026	3	S	Residenziale	III	55	60	67.3	61,7	68,0
R026	4	S	Residenziale	III	55	60	68.5	62,3	69,1
R027	1	S	Commerciale	IV	60	65	64.9	44,7	65,0
R027	1	E	Commerciale	IV	60	65	57.9	57,3	63,2
R028	1	S	Residenziale	III	55	60	55.8	39	55,9
R028	2	S	Residenziale	III	55	60	56.2	40,1	56,3
R028	1	E	Residenziale	III	55	60	60.1	43,5	60,2
R028	2	E	Residenziale	III	55	60	58.9	44,8	59,1
R028	1	S	Residenziale	III	55	60	61.5	44	61,6
R028	2	S	Residenziale	III	55	60	60.0	45	60,1
R028	1	E	Residenziale	III	55	60	61.0	47,4	61,3
R028	2	E	Residenziale	III	55	60	59.7	49,2	60,1

1.7.3.1 Analisi acustica

L'applicazione degli interventi mitigativi e preventivi riconduce i livelli in facciata entro il limite di 70 dBA concesso in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee, ai sensi dell'art. 9 della L.R 25/10/2000, n.52.

Si rimanda al PMA per la verifica dei risultati attesi e, in caso di livelli superiori ai limiti di legge, per la tempestiva adozione di azioni correttive.

1.7.4 Post Operam 2025

Viene di seguito confrontato il livello di rumore ambientale calcolato nello scenario Post Operam con i limiti di immissione stabiliti dal D.P.R. 142/04 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova immissione). I ricettori considerati ricadono tutti all'interno delle fasce di pertinenza stradale, con limiti di immissione stradale⁷ di 65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno. In questo contesto non è applicabile il limite differenziale come stabilito dal DPCM 14/11/97, ma verrà mostrata a scopo qualitativo la differenza di rumore, presso le facciate esposte, tra le situazioni Ante Operam e Post Operam. Eventuali criticità (in arancione) verranno analizzate e discusse di seguito.

Lo scenario di studio ed i calcoli della propagazione del rumore, nonché il posizionamento e la quantificazione delle sorgenti sonore, sono afferenti allo stato d'avanzamento del progetto al momento dell'elaborazione delle informazioni messe a disposizione dal progettista. Eventuali scenari successivamente proposti dovranno essere oggetto d'approfondimento.

Tabella 23 Situazione Post Operam (2025): livelli di pressione sonora calcolati in facciata ai ricettori

Ricettore			Limiti immissione Diurno Leq(A)	Limiti di immissione Notturno Leq(A)	Rumore ambientale Diurno Leq(A)	Rumore ambientale Notturno Leq(A)	Differenza Ante-Post Operam Diurno Leq(A)	Differenza Ante-Post Operam Notturno Leq(A)
Nome	Piano	Direzione						
R001	1	NE	65	55	53,7	47,6	4,1	2,7
R001	2	NE	65	55	56,7	50	3,6	2,2
R001	3	NE	65	55	57,2	50,8	3,1	1,8
R001	1	SE	65	55	57,7	49,9	6,2	5,1
R001	2	SE	65	55	59	51,2	5,6	4,7
R001	3	SE	65	55	59,1	51,5	5,4	4,2
R001	1	NE	65	55	57,5	50,6	5,8	4
R001	2	NE	65	55	59	52,1	4,6	3
R001	3	NE	65	55	59,2	52,6	4,1	2,5
R002	1	E	65	55	58,6	52,5	2,7	1,6
R002	2	E	65	55	60,2	54,5	2,7	1,5
R002	3	E	65	55	60,5	55,6	2,4	1
R002	1	N	65	55	56,1	49,7	2,2	1,4
R002	2	N	65	55	58,3	51,9	2,3	1,4
R002	3	N	65	55	58,5	52,8	2,1	1
R003	1	NE	65	55	56,5	49	4,8	4,1
R003	2	NE	65	55	57,4	50	4,2	3,5
R003	3	NE	65	55	57,6	50,4	4	2,9

⁷ Ad eccezione del ricettore R011 il quale ha limiti più permissivi poiché localizzato in zona di classe acustica V

R003	1	SE	65	55	52,8	45	2,6	2,3
R003	2	SE	65	55	57	49	3,2	3
R003	3	SE	65	55	57	49	3,2	2,9
R003	1	NE	65	55	57,5	50,3	3,6	3,2
R003	2	NE	65	55	59,2	51,9	3,9	3,3
R003	3	NE	65	55	59,2	52	3,9	2,8
R004	1	NE	65	55	52,6	44,9	2,4	2,1
R004	2	NE	65	55	53,8	46,2	2,8	2,5
R004	3	NE	65	55	52,6	45,3	3	2,7
R004	1	SE	65	55	49,9	41,9	2,9	2,5
R004	2	SE	65	55	56	47,8	3	2,8
R004	3	SE	65	55	55,1	47,9	2,7	2,3
R004	1	NE	65	55	54	47,3	2,6	2,5
R004	2	NE	65	55	57	49,7	2,9	2,2
R004	3	NE	65	55	55,9	48,6	2,9	2,4
R005	1	NE	65	55	59,8	52,6	6,9	5,1
R005	2	NE	65	55	60,5	53,5	6	4
R005	3	NE	65	55	60,5	53,7	5,6	3,4
R005	1	NW	65	55	57,9	50,7	5,4	4,6
R005	2	NW	65	55	58,6	51,4	5	3,4
R005	3	NW	65	55	58,5	51,6	4,6	3
R006	1	NW	65	55	54,7	47,1	3,3	2,8
R006	2	NW	65	55	55,6	48	3,4	2,8
R006	3	NW	65	55	55,5	47,5	3,7	3,4
R006	1	NE	65	55	53,2	46,4	2,8	2,2
R006	2	NE	65	55	54,1	47,5	2,9	2,2
R006	3	NE	65	55	54,4	48	2,8	2
R007	1	SE	65	55	50,3	46,3	-0,7	-0,1
R007	2	SE	65	55	52,6	48,7	-0,4	-0,1
R007	3	SE	65	55	53,8	50,4	-0,3	0,1
R007	1	NE	65	55	56,7	50,9	2,9	2
R007	2	NE	65	55	57,7	52,1	2,7	1,4
R007	3	NE	65	55	58,2	53,1	2,5	1,2
R007	1	NW	65	55	56	49,3	6,6	4,7
R007	2	NW	65	55	56,8	50,3	5,6	3,2
R007	3	NW	65	55	57	50,8	5,1	2,7
R008	1	SE	65	55	43,8	41	-4,5	-3,2

R008	2	SE	65	55	51,7	48	0,2	0,4
R008	3	SE	65	55	52,7	49,4	0,3	0,4
R008	1	NE	65	55	53,5	50,1	-0,3	-0,1
R008	2	NE	65	55	54,5	51,7	-0,2	0,1
R008	3	NE	65	55	55,5	53	-0,1	0,1
R009	1	N	65	55	58,2	57,1	0	0
R009	2	N	65	55	59,8	58,7	0	0
R009	3	N	65	55	61,6	60,7	0	0
R009	1	O	65	55	51	49,1	-0,4	-0,1
R009	2	O	65	55	54	51,4	0,7	0,3
R009	3	O	65	55	54,8	52,3	0,7	0,2
R010	1	E	65	55	60,4	52,1	-3,6	-3,6
R010	2	E	65	55	64,9	56,6	-2,3	-2,3
R010	1	N	65	55	61,9	57,3	0,9	1
R010	2	N	65	55	63,7	59,1	-0,3	-0,1
R010	1	O	65	55	63,5	63,1	0,9	0,9
R010	2	O	65	55	64,7	64,3	0,1	0,1
R011	1	O	70	60	61,9	53,7	4,1	4
R011	2	O	70	60	61,9	53,8	4,4	4,3
R011	3	O	70	60	61,3	53,4	4,4	4,2
R011	1	S	70	60	59,8	56,1	1,3	0,3
R011	2	S	70	60	62,4	60,1	1,1	0,1
R011	3	S	70	60	63	61,2	0,8	0,1
R012	1	SW	70	60	52	43,8	-0,2	-0,3
R012	2	SW	70	60	56,5	48,4	-0,4	-0,4
R012	1	SE	70	60	55,4	47	-0,6	-0,7
R012	2	SE	70	60	59,4	51,1	-0,6	-0,7
R013	1	SE	70	60	66,3	57,9	0,7	0,6
R013	2	SE	70	60	68,3	60	0,7	0,6
R013	1	NE	70	60	62,7	54,4	0,7	0,7
R013	2	NE	70	60	65,1	56,8	0,7	0,6
R014	1	SE	70	60	62,1	53,7	0,7	0,6
R014	2	SE	70	60	65,7	57,4	0,7	0,7
R014	1	NE	70	60	56,4	48	0,8	0,7
R014	2	NE	70	60	59,7	51,3	0,7	0,6
R015	1	SW	70	60	58	49,5	1,3	1,2
R015	2	SW	70	60	62,4	54	1,2	1,2

R015	1	SE	70	60	64,6	56,2	1,2	1,1
R015	2	SE	70	60	67,2	58,9	1,1	1,1
R015	1	NE	70	60	63,8	55,5	1,2	1,1
R015	2	NE	70	60	64,8	56,4	0,9	0,8
R016	1	SE	65	55	36,4	27,3	3,5	4,4
R016	2	SE	65	55	39,5	30,3	3,1	4,1
R016	1	NE	65	55	39,7	31,4	3,3	3,3
R016	2	NE	65	55	43,1	34,7	4,3	4,1
R017	1	O	65	55	38,6	30,3	1,7	1,7
R017	2	O	65	55	41,5	33,2	1,6	1,6
R017	1	S	65	55	38,9	30,5	9	8,9
R017	2	S	65	55	43,5	35,2	10,7	10,7
R017	1	E	65	55	38,9	30,6	15,4	15,4
R017	2	E	65	55	45	36,7	17,6	17,6
R018	1	O	65	55	40,6	32,3	0,4	0,3
R018	2	O	65	55	42,7	34,4	0,6	0,6
R018	3	O	65	55	43,7	35,4	0,6	0,6
R018	1	S	65	55	38,8	30,5	8,1	8
R018	2	S	65	55	46,1	37,8	12	11,8
R018	3	S	65	55	47,1	38,8	12	11,8
R018	1	S	65	55	46,2	37,9	20,6	20,6
R018	2	S	65	55	50,8	42,5	22,7	22,7
R018	3	S	65	55	51,8	43,5	22,7	22,7
R018	1	E	65	55	51,3	43	23,2	23,2
R018	2	E	65	55	51,8	43,6	23,3	23,3
R018	3	E	65	55	52,8	44,6	23,3	23,3
R019	1	SW	65	55	45,1	36,8	14,3	14,3
R019	2	SW	65	55	47,4	39,1	14,4	14,4
R019	1	SE	65	55	27	18,7	4,2	4,2
R019	2	SE	65	55	43,2	34,9	14,1	14,1
R019	1	NW	65	55	42,2	33,8	7,9	7,8
R019	2	NW	65	55	43,2	34,8	8	7,9
R020	1	NE	65	55	39	30,7	2,1	2,2
R020	2	NE	65	55	40,6	32,2	2,4	2,3
R020	1	NW	65	55	45,8	37,5	6,8	6,8
R020	2	NW	65	55	47	38,7	6,5	6,5
R020	1	NW	65	55	45,7	37,4	6,9	7

R020	2	NW	65	55	47,1	38,8	6,6	6,6
R021	1	O	65	55	45,4	37,1	5,6	5,6
R021	2	O	65	55	46,8	38,5	5,7	5,7
R021	1	S	65	55	43,9	35,6	7,2	7,2
R021	2	S	65	55	45,7	37,4	6,9	7
R022	1	SW	65	55	42,9	34,6	5,9	5,9
R022	2	SW	65	55	43,9	35,6	5,9	5,9
R023	1	SE	65	55	44,6	36,3	1,8	1,9
R023	2	SE	65	55	50,4	42,2	3,1	3,3
R023	3	SE	65	55	53,5	45,3	4,5	4,7
R023	1	SE	65	55	47,8	39,6	1,9	2,1
R023	2	SE	65	55	52,9	44,7	3,8	4,1
R023	3	SE	65	55	55,2	46,9	4,6	4,7
R023	1	NE	65	55	48,2	40	2,2	2,3
R023	2	NE	65	55	52,8	44,7	3,5	3,5
R023	3	NE	65	55	54,8	46,7	3,8	3,8
R024	1	E	65	55	52,8	44,6	3,7	3,8
R024	2	E	65	55	53,1	44,9	3,6	3,7
R024	3	E	65	55	53,4	45,2	3,4	3,5
R024	1	NE	65	55	52,4	44,2	3,6	3,6
R024	2	NE	65	55	52,7	44,6	3,3	3,4
R024	3	NE	65	55	53	44,9	3,2	3,2
R025	1	E	70	60	55,4	46,9	3,6	3,5
R025	2	E	70	60	60,7	52,2	3,9	3,7
R025	3	E	70	60	61,8	53,3	4,2	4
R025	1	E	70	60	55,5	46,9	3,6	3,4
R025	2	E	70	60	60,4	51,9	3,8	3,6
R025	3	E	70	60	61,3	52,8	3,9	3,7
R025	1	N	70	60	52,9	44,3	3,2	3,2
R025	2	N	70	60	58,6	50,1	4,6	4,5
R025	3	N	70	60	60	51,6	4,9	4,8
R026	1	E	70	60	54,1	45,7	-4,3	-4,5
R026	2	E	70	60	61,3	52,8	-2,4	-2,7
R026	3	E	70	60	62,9	54,5	-2,9	-3,1
R026	4	E	70	60	63,1	54,8	-3	-3,1
R026	1	N	70	60	53,4	45,1	-4	-4,1
R026	2	N	70	60	59,1	50,6	-3,1	-3,4

R026	3	N	70	60	59,7	51,3	-3,5	-3,7
R026	4	N	70	60	59,9	51,5	-3,5	-3,8
R026	1	S	70	60	48	39,5	-2,2	-2,4
R026	2	S	70	60	55,3	46,9	-0,4	-0,5
R026	3	S	70	60	59,3	51	-2,4	-2,5
R026	4	S	70	60	60,3	52	-2	-2,1
R027	1	S	70	60	45,7	37,4	1	1,2
R027	1	E	70	60	54,6	46	-2,7	-3
R028	1	S	65	55	42,5	34,2	3,5	3,6
R028	2	S	65	55	44,2	35,9	4,1	4,2
R028	1	E	65	55	46	37,7	2,5	2,5
R028	2	E	65	55	47,5	39,3	2,7	2,9
R028	1	S	65	55	47,7	39,4	3,7	3,8
R028	2	S	65	55	49,1	40,9	4,1	4,3
R028	1	E	65	55	48,9	40,8	1,5	1,3
R028	2	E	65	55	50,7	42,7	1,5	1,2

1.7.4.1 Analisi acustica

Le variazioni tra lo stato di esercizio e lo stato attuale, riferita all'area studio, mostrano che lo scenario di progetto assorbirà pressoché completamente lo sviluppo della mobilità al 2025 (incremento dello 0,5% del tempo medio di ciascuno spostamento). Questo scenario si trova allineato con le previsioni dello studio del traffico.

I risultati della simulazione dello stato Post Operam confermano le aspettative in coerenza con lo studio del traffico.

Presso i ricevitori evidenziati in arancione, si ha un livello di emissione superiori a quello previsto dal piano di zonizzazione acustico ma con incrementi nulli o trascurabili rispetto allo scenario Ante Operam. Solo in tre posizioni (1 posizione in R02 e 2 posizioni in R10) si calcola un incremento di circa 1 dB. Se però si valutano i contributi delle singole sorgenti ai ricettori si scopre che gli incrementi non sono direttamente imputabili alle opere in progetto ma piuttosto conseguenze indirette date da variazioni dei volumi di traffico sulle infrastrutture esistenti.

Per questo non sono state previsti interventi mitigativi o barriere su nessuna delle nuove infrastrutture.

1.7.5 Post Operam 2045

Viene di seguito confrontato il livello di rumore ambientale calcolato nello scenario Post Operam al 2045 (lungo periodo) con i limiti di immissione stabiliti dal D.P.R. 142/04 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova immissione). I ricettori considerati ricadono infatti all'interno delle fasce di pertinenza stradale, con limiti di immissione stradale⁸ di 65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno. In questo contesto non è applicabile il limite differenziale come stabilito dal DPCM 14/11/97, ma verrà mostrata a scopo qualitativo la differenza di rumore, presso le facciate esposte, tra le situazioni Ante Operam e Post Operam. Eventuali criticità verranno analizzate e discusse di seguito.

Tabella 24 Scenario Post Operam (2045): livelli di pressione sonora calcolati in facciata ai ricettori

Ricettore			Limiti immissione Diurno Leq(A)	Limiti di immissione Notturno Leq(A)	Rumore ambientale Diurno Leq(A)	Rumore ambientale Notturno Leq(A)	Differenza Ante-Post Operam Diurno Leq(A)	Differenza Ante-Post Operam Notturno Leq(A)
Nome	Piano	Direzione						
R001	1	NE	65	55	54,6	47,9	5	3
R001	2	NE	65	55	56,6	49,7	3,5	1,9
R001	3	NE	65	55	57,1	50,5	3	1,5
R001	1	SE	65	55	56,6	48,8	5,1	4
R001	2	SE	65	55	57,7	50	4,3	3,5
R001	3	SE	65	55	57,8	50,3	4,1	3
R001	1	NE	65	55	57,2	49,9	5,5	3,3
R001	2	NE	65	55	58,3	51,2	3,9	2,1
R001	3	NE	65	55	58,5	51,8	3,4	1,7
R002	1	E	65	55	59,2	53	3,3	2,1
R002	2	E	65	55	60,3	54,5	2,8	1,5
R002	3	E	65	55	60,5	55,6	2,4	1
R002	1	N	65	55	57,4	50,2	3,5	1,9
R002	2	N	65	55	58,4	51,6	2,4	1,1
R002	3	N	65	55	58,5	52,4	2,1	0,6
R003	1	NE	65	55	55,9	48,3	4,2	3,4
R003	2	NE	65	55	56,5	49	3,3	2,5
R003	3	NE	65	55	56,7	49,4	3,1	1,9
R003	1	SE	65	55	54,9	46,9	4,7	4,2
R003	2	SE	65	55	57,1	49	3,3	3
R003	3	SE	65	55	56,9	48,8	3,1	2,7
R003	1	NE	65	55	57,7	50,1	3,8	3

⁸ Ad eccezione del ricettore R011 il quale ha limiti più permissivi poiché localizzato in zona di classe acustica V

R003	2	NE	65	55	58,7	51,2	3,4	2,6
R003	3	NE	65	55	58,5	51,2	3,2	2
R004	1	NE	65	55	53,4	45,5	3,2	2,7
R004	2	NE	65	55	53,9	46	2,9	2,3
R004	3	NE	65	55	52,5	44,8	2,9	2,2
R004	1	SE	65	55	52	43,9	5	4,5
R004	2	SE	65	55	56,4	48,1	3,4	3,1
R004	3	SE	65	55	55,3	47,6	2,9	2
R004	1	NE	65	55	55,1	47,5	3,7	2,7
R004	2	NE	65	55	57	49,3	2,9	1,8
R004	3	NE	65	55	55,9	48,2	2,9	2
R005	1	NE	65	55	58,9	51,6	6	4,1
R005	2	NE	65	55	59,3	52,2	4,8	2,7
R005	3	NE	65	55	59,4	52,5	4,5	2,2
R005	1	NW	65	55	55,9	48,7	3,4	2,6
R005	2	NW	65	55	56,4	49,3	2,8	1,3
R005	3	NW	65	55	56,4	49,5	2,5	0,9
R006	1	NW	65	55	55,5	47,6	4,1	3,3
R006	2	NW	65	55	56	48,1	3,8	2,9
R006	3	NW	65	55	55,7	47,6	3,9	3,5
R006	1	NE	65	55	54,5	47,1	4,1	2,9
R006	2	NE	65	55	55	47,8	3,8	2,5
R006	3	NE	65	55	55,2	48,1	3,6	2,1
R007	1	SE	65	55	51	46	0	-0,4
R007	2	SE	65	55	53,1	48,4	0,1	-0,4
R007	3	SE	65	55	54,2	50	0,1	-0,3
R007	1	NE	65	55	57,3	50,7	3,5	1,8
R007	2	NE	65	55	58	51,6	3	0,9
R007	3	NE	65	55	58,3	52,4	2,6	0,5
R007	1	NW	65	55	56,4	49	7	4,4
R007	2	NW	65	55	56,8	49,6	5,6	2,5
R007	3	NW	65	55	56,9	49,9	5	1,8
R008	1	SE	65	55	45,2	40,9	-3,1	-3,3
R008	2	SE	65	55	51,9	47,5	0,4	-0,1
R008	3	SE	65	55	52,9	48,9	0,5	-0,1
R008	1	NE	65	55	54,1	49,3	0,3	-0,9
R008	2	NE	65	55	54,9	50,9	0,2	-0,7

R008	3	NE	65	55	55,7	52,1	0,1	-0,8
R009	1	N	65	55	58	56,4	-0,2	-0,7
R009	2	N	65	55	59,7	58,1	-0,1	-0,6
R009	3	N	65	55	61,4	60,2	-0,2	-0,5
R009	1	O	65	55	51	47,4	-0,4	-1,8
R009	2	O	65	55	53,7	49,8	0,4	-1,3
R009	3	O	65	55	54,4	50,6	0,3	-1,5
R010	1	E	65	55	62,5	54,1	-1,5	-1,6
R010	2	E	65	55	65,7	57,4	-1,5	-1,5
R010	1	N	65	55	63,3	57,1	2,3	0,8
R010	2	N	65	55	64,2	58,7	0,2	-0,5
R010	1	O	65	55	63,3	62,4	0,7	0,2
R010	2	O	65	55	64,3	63,6	-0,3	-0,6
R011	1	O	70	60	62,1	53,9	4,3	4,2
R011	2	O	70	60	62	53,8	4,5	4,3
R011	3	O	70	60	61,4	53,4	4,5	4,2
R011	1	S	70	60	59,9	56,1	1,4	0,3
R011	2	S	70	60	62,4	60,1	1,1	0,1
R011	3	S	70	60	63	61,2	0,8	0,1
R012	1	SW	70	60	54,9	46,8	2,7	2,7
R012	2	SW	70	60	58,4	50,4	1,5	1,6
R012	1	SE	70	60	57,8	49,5	1,8	1,8
R012	2	SE	70	60	60,7	52,5	0,7	0,7
R013	1	SE	70	60	68,1	59,8	2,5	2,5
R013	2	SE	70	60	69	60,7	1,4	1,3
R013	1	NE	70	60	64,8	56,5	2,8	2,8
R013	2	NE	70	60	66	57,6	1,6	1,4
R014	1	SE	70	60	64	55,6	2,6	2,5
R014	2	SE	70	60	66,6	58,2	1,6	1,5
R014	1	NE	70	60	58,4	50	2,8	2,7
R014	2	NE	70	60	60,5	52,1	1,5	1,4
R015	1	SW	70	60	59,9	51,5	3,2	3,2
R015	2	SW	70	60	63,4	55	2,2	2,2
R015	1	SE	70	60	66,5	58,1	3,1	3
R015	2	SE	70	60	68	59,6	1,9	1,8
R015	1	NE	70	60	64,8	56,5	2,2	2,1
R015	2	NE	70	60	65,4	57	1,5	1,4

R016	1	SE	65	55	38,9	29,9	6	7
R016	2	SE	65	55	41,3	32,3	4,9	6,1
R016	1	NE	65	55	43,1	34,8	6,7	6,7
R016	2	NE	65	55	46,1	37,8	7,3	7,2
R017	1	O	65	55	41,7	33,4	4,8	4,8
R017	2	O	65	55	43,9	35,6	4	4
R017	1	S	65	55	41,9	33,6	12	12
R017	2	S	65	55	45,2	36,9	12,4	12,4
R017	1	E	65	55	41	32,7	17,5	17,5
R017	2	E	65	55	46	37,6	18,6	18,5
R018	1	O	65	55	42,7	34,4	2,5	2,4
R018	2	O	65	55	44,5	36,2	2,4	2,4
R018	3	O	65	55	45,5	37,2	2,4	2,4
R018	1	S	65	55	41,2	32,9	10,5	10,4
R018	2	S	65	55	47,1	38,8	13	12,8
R018	3	S	65	55	45,1	39,8	13	12,8
R018	1	S	65	55	47,3	39	21,7	21,7
R018	2	S	65	55	51,6	43,3	23,5	23,5
R018	3	S	65	55	52,6	44,3	23,5	23,5
R018	1	E	65	55	52,1	43,8	24	24
R018	2	E	65	55	52,6	44,4	24,1	24,1
R018	3	E	65	55	53,6	45,4	24,1	24,1
R019	1	SW	65	55	46,7	38,4	15,9	15,9
R019	2	SW	65	55	48,5	40,3	15,5	15,6
R019	1	SE	65	55	30	21,7	7,2	7,2
R019	2	SE	65	55	44,5	36,2	15,4	15,4
R019	1	NW	65	55	43,4	35,1	9,1	9,1
R019	2	NW	65	55	44,3	36	9,1	9,1
R020	1	NE	65	55	40,1	31,8	3,2	3,3
R020	2	NE	65	55	41,5	33,2	3,3	3,3
R020	1	NW	65	55	47	38,7	8	8
R020	2	NW	65	55	48	39,7	7,5	7,5
R020	1	NW	65	55	47	38,7	8,2	8,3
R020	2	NW	65	55	48,2	39,9	7,7	7,7
R021	1	O	65	55	46,6	38,3	6,8	6,8
R021	2	O	65	55	47,7	39,4	6,6	6,6
R021	1	S	65	55	45,3	37	8,6	8,6

R021	2	S	65	55	46,8	38,6	8	8,2
R022	1	SW	65	55	44,4	36,1	7,4	7,4
R022	2	SW	65	55	45,4	37,1	7,4	7,4
R023	1	SE	65	55	47,7	39,5	4,9	5,1
R023	2	SE	65	55	51,8	43,6	4,5	4,7
R023	3	SE	65	55	54,8	46,6	5,8	6
R023	1	SE	65	55	50,3	42,1	4,4	4,6
R023	2	SE	65	55	53,9	45,7	4,8	5,1
R023	3	SE	65	55	56,3	48,1	5,7	5,9
R023	1	NE	65	55	50,6	42,5	4,6	4,8
R023	2	NE	65	55	53,8	45,8	4,5	4,6
R023	3	NE	65	55	56	47,9	5	5
R024	1	E	65	55	53,8	45,6	4,7	4,8
R024	2	E	65	55	54	45,8	4,5	4,6
R024	3	E	65	55	54,3	46	4,3	4,3
R024	1	NE	65	55	53,4	45,2	4,6	4,6
R024	2	NE	65	55	53,7	45,5	4,3	4,3
R024	3	NE	65	55	53,9	45,8	4,1	4,1
R025	1	E	70	60	57,8	49,3	6	5,9
R025	2	E	70	60	62,1	53,7	5,3	5,2
R025	3	E	70	60	62,7	54,2	5,1	4,9
R025	1	E	70	60	57,8	49,2	5,9	5,7
R025	2	E	70	60	61,7	53,2	5,1	4,9
R025	3	E	70	60	62,1	53,6	4,7	4,5
R025	1	N	70	60	55,4	46,8	5,7	5,7
R025	2	N	70	60	60,4	51,9	6,4	6,3
R025	3	N	70	60	61,3	52,8	6,2	6
R026	1	E	70	60	56,9	48,4	-1,5	-1,8
R026	2	E	70	60	62,6	54,1	-1,1	-1,4
R026	3	E	70	60	63,9	55,6	-1,9	-2
R026	4	E	70	60	64	55,7	-2,1	-2,2
R026	1	N	70	60	56	47,6	-1,4	-1,6
R026	2	N	70	60	60,4	51,9	-1,8	-2,1
R026	3	N	70	60	60,7	52,3	-2,5	-2,7
R026	4	N	70	60	60,8	52,4	-2,6	-2,9
R026	1	S	70	60	50,6	42,2	0,4	0,3
R026	2	S	70	60	57	48,6	1,3	1,2

R026	3	S	70	60	60,6	52,4	-1,1	-1,1
R026	4	S	70	60	61,4	53,2	-0,9	-0,9
R027	1	S	70	60	47,9	39,6	3,2	3,4
R027	1	E	70	60	57,2	48,6	-0,1	-0,4
R028	1	S	65	55	44	35,7	5	5,1
R028	2	S	65	55	45,9	37,6	5,8	5,9
R028	1	E	65	55	47,5	39,2	4	4
R028	2	E	65	55	49,2	41	4,4	4,6
R028	1	S	65	55	49,3	41	5,3	5,4
R028	2	S	65	55	50,8	42,5	5,8	5,9
R028	1	E	65	55	50,5	42,5	3,1	3
R028	2	E	65	55	52,2	44,3	3	2,8

1.7.5.1 Analisi acustica

Nel lungo periodo si azzerano i benefici (seppur minimi) dell'entrata in vigore delle nuove infrastrutture e, come risulta dallo studio del traffico, si otterrà un incremento di volumi sia sulle infrastrutture esistenti che su quelle di progetto. Conseguentemente anche l'impatto acustico che al 2025 risulta insignificante e in alcuni casi positivo, diviene negativo. L'entità del degrado resta modesto e di scarsa rilevanza. I superamenti rispetto ai valori limite applicabili, restano per lo più legati ai medesimi edifici che presentavano criticità nello scenario Ante Operam. Solo il ricettore R013 subisce un peggioramento nel lungo periodo ma l'analisi dei contributi sulle singole sorgenti dimostra come l'incremento di rumore non sia direttamente imputabile al traffico in transito sulla nuova opera bensì ai volumi di traffico che insisteranno sulle infrastrutture esistenti.

È pur vero che il presente studio presenta alcuni elementi di debolezza e incertezza tra cui evidenziamo:

- variazione nel lungo periodo delle destinazioni d'uso delle aree territoriali coinvolte con conseguenti mutamenti nei comportamenti della popolazione e differenti manovre viabilistiche al momento imprevedibili
- evoluzione nel lungo periodo del parco automobilistico con maggiore incidenza della propulsione elettrica o ibrida e riduzione delle emissioni in particolare alle basse velocità di attraversamento.

Il secondo aspetto potrebbe determinare un mutamento essenziale dell'impatto acustico in senso positivo ed in particolare nell'area di Rione Borgato dove le velocità sono sempre inferiori a 50 km/h.

Infine, nello scenario a lungo termine, è anche possibile che l'evoluzione culturale già in atto e la crescente attenzione per la salvaguardia dell'ambiente possano determinare ulteriori comportamenti migliorativi rispetto al modello previsionale adottato (diffusione del car sharing, potenziamento del servizio pubblico, potenziamento del trasporto merci su rotaia).

Per quel che concerne lo stralcio di tangenziale non si rileva la necessità di misure mitigative.

1.7.6 Opzione zero

La procedura di VIA prescrive di identificare e valutare le alternative al progetto, compresa la sua non realizzazione. Come richiesto dal capitolato d'appalto, viene di seguito confrontato il livello di rumore ambientale calcolato nello scenario denominato opzione zero rispetto allo scenario Ante Operam. I valori di calcolo sono valutati anche rispetto ai limiti di immissione stabiliti dal D.P.R. 142/04 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova immissione).

Tabella 25 - Opzione zero: livelli di pressione sonora calcolati in facciata ai ricettori

Ricettore			Limiti immissione Diurno Leq(A)	Limiti di immissione Notturno Leq(A)	Rumore ambientale Diurno Leq(A)	Rumore ambientale Notturno Leq(A)	Differenza Ante-Post Operam Diurno Leq(A)	Differenza Ante-Post Operam Notturno Leq(A)
Nome	Piano	Direzione						
R001	1	NE	65	55	50,7	45,4	1,1	0,5
R001	2	NE	65	55	53,2	47,9	0,1	0,1
R001	3	NE	65	55	54	49	-0,1	0
R001	1	SE	65	55	52,5	45,6	1	0,8
R001	2	SE	65	55	53,8	46,8	0,4	0,3
R001	3	SE	65	55	54	47,5	0,3	0,2
R001	1	NE	65	55	52,7	47,1	1	0,5
R001	2	NE	65	55	54,6	49,2	0,2	0,1
R001	3	NE	65	55	55,1	50,2	0	0,1
R002	1	E	65	55	56,3	51	0,4	0,1
R002	2	E	65	55	57,6	53,1	0,1	0,1
R002	3	E	65	55	58,1	54,6	0	0
R002	1	N	65	55	54,6	48,7	0,7	0,4
R002	2	N	65	55	56,3	50,6	0,3	0,1
R002	3	N	65	55	56,6	51,9	0,2	0,1
R003	1	NE	65	55	52,3	45,4	0,6	0,5
R003	2	NE	65	55	53,5	46,7	0,3	0,2
R003	3	NE	65	55	53,8	47,6	0,2	0,1
R003	1	SE	65	55	52,7	44,8	2,5	2,1
R003	2	SE	65	55	54,5	46,6	0,7	0,6
R003	3	SE	65	55	54,3	46,6	0,5	0,5
R003	1	NE	65	55	54,9	47,8	1	0,7
R003	2	NE	65	55	55,8	49	0,5	0,4
R003	3	NE	65	55	55,7	49,4	0,4	0,2
R004	1	NE	65	55	50,9	43,3	0,7	0,5
R004	2	NE	65	55	51,3	44	0,3	0,3

R004	3	NE	65	55	49,9	42,8	0,3	0,2
R004	1	SE	65	55	49,6	41,7	2,6	2,3
R004	2	SE	65	55	53,8	45,8	0,8	0,8
R004	3	SE	65	55	53,1	46,1	0,7	0,5
R004	1	NE	65	55	53,1	46	1,7	1,2
R004	2	NE	65	55	54,8	48	0,7	0,5
R004	3	NE	65	55	53,6	46,7	0,6	0,5
R005	1	NE	65	55	53,1	47,6	0,2	0,1
R005	2	NE	65	55	54,5	49,5	0	0
R005	3	NE	65	55	54,9	50,3	0	0
R005	1	NW	65	55	53,2	46,6	0,7	0,5
R005	2	NW	65	55	54,1	48,3	0,5	0,3
R005	3	NW	65	55	54,2	48,7	0,3	0,1
R006	1	NW	65	55	52,4	45	1	0,7
R006	2	NW	65	55	52,9	45,7	0,7	0,5
R006	3	NW	65	55	52,4	44,6	0,6	0,5
R006	1	NE	65	55	50,7	44,5	0,3	0,3
R006	2	NE	65	55	51,2	45,4	0	0,1
R006	3	NE	65	55	51,6	46	0	0
R007	1	SE	65	55	51	46,4	0	0
R007	2	SE	65	55	52,9	48,8	-0,1	0
R007	3	SE	65	55	54	50,2	-0,1	-0,1
R007	1	NE	65	55	53,6	48,8	-0,2	-0,1
R007	2	NE	65	55	54,8	50,6	-0,2	-0,1
R007	3	NE	65	55	55,5	51,9	-0,2	0
R007	1	NW	65	55	49,5	44,6	0,1	0
R007	2	NW	65	55	51,2	47,1	0	0
R007	3	NW	65	55	51,9	48,1	0	0
R008	1	SE	65	55	48,9	44,4	0,6	0,2
R008	2	SE	65	55	51,4	47,6	-0,1	0
R008	3	SE	65	55	52,3	49	-0,1	0
R008	1	NE	65	55	53,7	50,2	-0,1	0
R008	2	NE	65	55	54,6	51,6	-0,1	0
R008	3	NE	65	55	55,5	52,9	-0,1	0
R009	1	N	65	55	58,2	57,1	0	0
R009	2	N	65	55	59,8	58,7	0	0
R009	3	N	65	55	61,5	60,7	-0,1	0

R009	1	O	65	55	51,4	49,2	0	0
R009	2	O	65	55	53,3	51,1	0	0
R009	3	O	65	55	54,1	52,1	0	0
R010	1	E	65	55	64,9	56,6	0,9	0,9
R010	2	E	65	55	66,7	58,4	-0,5	-0,5
R010	1	N	65	55	61,4	56,5	0,4	0,2
R010	2	N	65	55	63,6	59	-0,4	-0,2
R010	1	O	65	55	62,6	62,2	0	0
R010	2	O	65	55	64,5	64,2	-0,1	0
R011	1	O	70	60	58,6	50,5	0,8	0,8
R011	2	O	70	60	58,3	50,2	0,8	0,7
R011	3	O	70	60	57,6	49,9	0,7	0,7
R011	1	S	70	60	58,6	55,8	0,1	0
R011	2	S	70	60	61,3	60	0	0
R011	3	S	70	60	62,2	61,1	0	0
R012	1	SW	70	60	53,9	45,8	1,7	1,7
R012	2	SW	70	60	57,5	49,5	0,6	0,7
R012	1	SE	70	60	57,3	49	1,3	1,3
R012	2	SE	70	60	60,2	52	0,2	0,2
R013	1	SE	70	60	65,9	57,8	0,3	0,5
R013	2	SE	70	60	66,8	58,7	-0,8	-0,7
R013	1	NE	70	60	62,6	54,4	0,6	0,7
R013	2	NE	70	60	63,8	55,6	-0,6	-0,6
R014	1	SE	70	60	62,1	53,9	0,7	0,8
R014	2	SE	70	60	64,7	56,5	-0,3	-0,2
R014	1	NE	70	60	56,2	48	0,6	0,7
R014	2	NE	70	60	58,4	50,2	-0,6	-0,5
R015	1	SW	70	60	58	49,7	1,3	1,4
R015	2	SW	70	60	61,5	53,3	0,3	0,5
R015	1	SE	70	60	64,5	56,3	1,1	1,2
R015	2	SE	70	60	66	57,8	-0,1	0
R015	1	NE	70	60	62,9	54,7	0,3	0,3
R015	2	NE	70	60	63,5	55,3	-0,4	-0,3
R016	1	SE	65	55	34,9	25	2	2,1
R016	2	SE	65	55	36,7	26,4	0,3	0,2
R016	1	NE	65	55	36,9	28,9	0,5	0,8
R016	2	NE	65	55	38,9	30,8	0,1	0,2

R017	1	O	65	55	37,1	28,9	0,2	0,3
R017	2	O	65	55	39,9	31,7	0	0,1
R017	1	S	65	55	29,9	21,9	0	0,3
R017	2	S	65	55	32	24	-0,8	-0,5
R017	1	E	65	55	23,2	14,9	-0,3	-0,3
R017	2	E	65	55	27,1	18,8	-0,3	-0,3
R018	1	O	65	55	40,2	32	0	0
R018	2	O	65	55	42,1	33,9	0	0,1
R018	3	O	65	55	43,1	34,9	0	0,1
R018	1	S	65	55	32,1	24,2	1,4	1,7
R018	2	S	65	55	34,7	26,6	0,6	0,6
R018	3	S	65	55	35,7	27,6	0,6	0,6
R018	1	S	65	55	25,5	17,2	-0,1	-0,1
R018	2	S	65	55	27,5	19,2	-0,6	-0,6
R018	3	S	65	55	28,5	20,2	-0,6	-0,6
R018	1	E	65	55	27,3	19	-0,8	-0,8
R018	2	E	65	55	27,5	19,3	-1	-1
R018	3	E	65	55	28,5	20,3	-1	-1
R019	1	SW	65	55	25,9	17,7	-4,9	-4,8
R019	2	SW	65	55	30,9	22,6	-2,1	-2,1
R019	1	SE	65	55	25	16,7	2,2	2,2
R019	2	SE	65	55	30,5	22,2	1,4	1,4
R019	1	NW	65	55	33,3	25	-1	-1
R019	2	NW	65	55	34,1	25,8	-1,1	-1,1
R020	1	NE	65	55	36,8	28,5	-0,1	0
R020	2	NE	65	55	38,4	30,1	0,2	0,2
R020	1	NW	65	55	39,6	31,3	0,6	0,6
R020	2	NW	65	55	41,1	32,8	0,6	0,6
R020	1	NW	65	55	39,4	31,1	0,6	0,7
R020	2	NW	65	55	41,4	33,1	0,9	0,9
R021	1	O	65	55	40,5	32,2	0,7	0,7
R021	2	O	65	55	41,6	33,3	0,5	0,5
R021	1	S	65	55	38	29,7	1,3	1,3
R021	2	S	65	55	40	31,7	1,2	1,3
R022	1	SW	65	55	38	29,7	1	1
R022	2	SW	65	55	39	30,7	1	1
R023	1	SE	65	55	43,6	35,2	0,8	0,8

R023	2	SE	65	55	48,3	39,9	1	1
R023	3	SE	65	55	49,6	41,2	0,6	0,6
R023	1	SE	65	55	46,8	38,4	0,9	0,9
R023	2	SE	65	55	50,1	41,6	1	1
R023	3	SE	65	55	51,2	42,8	0,6	0,6
R023	1	NE	65	55	47	38,7	1	1
R023	2	NE	65	55	50,2	41,9	0,9	0,7
R023	3	NE	65	55	51,4	43,2	0,4	0,3
R024	1	E	65	55	48,1	39,8	-1	-1
R024	2	E	65	55	48,4	40,1	-1,1	-1,1
R024	3	E	65	55	48,7	40,4	-1,3	-1,3
R024	1	NE	65	55	48,3	40,1	-0,5	-0,5
R024	2	NE	65	55	48,6	40,5	-0,8	-0,7
R024	3	NE	65	55	48,9	40,8	-0,9	-0,9
R025	1	E	70	60	53,3	45	1,5	1,6
R025	2	E	70	60	57,1	48,8	0,3	0,3
R025	3	E	70	60	57,5	49,2	-0,1	-0,1
R025	1	E	70	60	53,4	45,1	1,5	1,6
R025	2	E	70	60	56,8	48,6	0,2	0,3
R025	3	E	70	60	57,2	48,9	-0,2	-0,2
R025	1	N	70	60	51	42,5	1,3	1,4
R025	2	N	70	60	54,7	46,3	0,7	0,7
R025	3	N	70	60	55,5	47,2	0,4	0,4
R026	1	E	70	60	59,8	51,5	1,4	1,3
R026	2	E	70	60	64	55,8	0,3	0,3
R026	3	E	70	60	65,6	57,5	-0,2	-0,1
R026	4	E	70	60	65,8	57,7	-0,3	-0,2
R026	1	N	70	60	59	50,8	1,6	1,6
R026	2	N	70	60	62,4	54,2	0,2	0,2
R026	3	N	70	60	63,1	54,9	-0,1	-0,1
R026	4	N	70	60	63,2	55	-0,2	-0,3
R026	1	S	70	60	51,6	43,3	1,4	1,4
R026	2	S	70	60	56,8	48,5	1,1	1,1
R026	3	S	70	60	61,8	53,6	0,1	0,1
R026	4	S	70	60	62,2	53,9	-0,1	-0,2
R027	1	S	70	60	46,7	38,3	2	2,1
R027	1	E	70	60	58,9	50,7	1,6	1,7

R028	1	S	65	55	38,3	29,9	-0,7	-0,7
R028	2	S	65	55	39,1	30,6	-1	-1,1
R028	1	E	65	55	43,8	35,5	0,3	0,3
R028	2	E	65	55	45	36,6	0,2	0,2
R028	1	S	65	55	44,3	36	0,3	0,4
R028	2	S	65	55	45,1	36,8	0,1	0,2
R028	1	E	65	55	47,8	39,8	0,4	0,3
R028	2	E	65	55	49,3	41,4	0,1	-0,1

1.7.6.1 Analisi acustica

L'analisi della cosiddetta "Opzione Zero" proiettata al 2025 o "non realizzazione dell'opera" permette un più interessante confronto tra i livelli attesi presso i ricettori con lo scenario Post Operam allo stesso anno. Si può infatti verificare se il progetto porterà ad un miglioramento o ad un peggioramento della componente acustica. I risultati confermano una sostanziale invarianza dei valori di pressione sonora per cui è possibile concludere che la realizzazione delle nuove infrastrutture non produrrà effetti negativi rilevanti. In considerazione del fatto che l'implementazione della rete viaria porta di norma ad un incremento complessivo del traffico veicolare e conseguentemente dell'impatto acustico, si ritiene che, in questo caso, gli attesi effetti negativi non siano rilevanti.

1.8 Indicazioni per il monitoraggio ambientale

Il monitoraggio ambientale per la componente rumore avrà il compito di stabilire sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, la coerenza con i valori calcolati e, qualora si verificassero discrepanze significative e negative, si dovranno adottare ulteriori misure di mitigazione.

Per quel che concerne la fase di cantiere, le misure di monitoraggio dovranno essere rivolte al ricettore più esposto per ciascuna area di lavoro. Le misure dovranno riguardare le attività che, visto il crono programma di dettaglio, risultino più onerose sul piano delle emissioni rumorose sia da un punto di vista della durata sia per la concomitanza e sovrapposizione delle lavorazioni. La durata delle misurazioni dovrà coprire un intero periodo diurno di apertura di cantiere e in numero rappresentativo (non inferiore a 1 misura, per area, per mese di apertura del cantiere). Le misure dovranno essere comunque concordate con gli uffici Comunali competenti.

Le misure di attenuazione applicabili in fase di cantiere riguardano essenzialmente la sostituzione delle sorgenti più rumorose con attrezzature a ridotto impatto ovvero la riduzione del periodo di emissione limitando l'uso delle attrezzature rumorose a periodi più contenuti.

Per quel che concerne la fase di esercizio (Post Operam al 2025), un confronto coerente rispetto al modello previsionale richiede misure nei medesimi punti in cui erano state eseguite le misure Ante Operam nel Giugno 2019. In questo modo si potrà verificare l'attendibilità del modello.

Alternativamente si potrà prevedere la realizzazione di una campagna di misure presso i ricettori più impattati dall'opera; in particolare si ritiene sufficiente l'esecuzione di una misura di durata settimanale in corrispondenza del ricettore più esposto in ognuna delle 4 aree individuate (area innesto Ovest, Area via Vecchia Frabosa, Area innesto Est e area ione Borgato).

Le misure di adozione riguardo la fase di esercizio si limita al controllo della velocità e, in caso di particolari criticità, ad interventi diretti ai ricettori per garantire comunque il rispetto di quanto disposto dall'art. 6 del DPR 142/2004.

1.9 Conclusioni: opere di progetto

La caratterizzazione dello stato di fatto è stata eseguita attraverso sopralluoghi, analisi dello studio del traffico e informazioni ottenute dal progettista, generando una riproduzione tridimensionale del campo acustico medio e confrontando i risultati di calcolo con la campagna di misura in modo da minimizzare lo scarto e ottenere un modello affidabile per il dominio di indagine.

Sono stati individuati e censiti i ricettori più esposti all'interno di aree rappresentative ed in particolare nella fascia di pertinenza di ciascuna infrastruttura di progetto (come definite nel DPR 142/04) e, limitatamente ai ricettori sensibili, fino ad una distanza doppia rispetto alla fascia di pertinenza.

I risultati dello studio nello scenario Ante Operam riportano alcuni valori eccedenti i dei limiti di zona: sono stati calcolati livelli di rumore superiori alla classe di appartenenza presso alcune facciate dei ricettori R009, R010 e R011, tutti ricadenti nell'area di studio denominata Rione Borgato. L'analisi di dettaglio su tali ricettori ha permesso di verificare il contributo di ogni singola sorgente, rivelando come il rumore generato dal torrente Ermena giochi un ruolo fondamentale in particolare durante il periodo notturno.

La valutazione di impatto acustico ha considerato, come richiesto dal capitolato, uno scenario Post Operam all'anno 2025 e uno scenario di lungo periodo al 2045. La valutazione ha considerato anche la cosiddetta "opzione zero" cioè sono stati calcolati i valori di pressione sonora ai ricettori senza che venga realizzata l'opera ma proiettando lo scenario al 2025. Il confronto tra i due scenari al 2025 (con l'opera e senza opera) permette di avere un quadro di riferimento ed esprimere il giudizio sull'entità degli impatti relativamente alla componente rumore.

È opportuno premettere come, la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale, produca di norma l'incremento progressivo dei volumi di traffico ancorché diversamente distribuiti nel territorio, di conseguenza l'impatto acustico per un progetto di questo tipo sarà tipicamente negativo. I fenomeni di riduzione della congestione sulle infrastrutture esistenti non hanno, per l'aspetto acustico, un peso rilevante, anche in relazione al fatto che il rumore emesso ha una proporzionalità diretta con la velocità dei veicoli.

L'intento del progetto, confermato dallo studio del traffico, consiste nel realizzare una struttura viabilistica che permetta di assorbire i crescenti volumi di traffico, permettendo di mantenere, al 2025, i medesimi livelli di servizio dello stato attuale anche nello scenario futuro. In perfetta sintonia con le risultanze dello studio del traffico, anche la presente relazione conferma livelli di pressione sonora sostanzialmente invariati tra lo stato attuale e lo stato futuro al 2025 grazie all'effetto positivo che le nuove infrastrutture determineranno sui flussi (ridistribuzione).

I risultati della simulazione dello stato Post Operam mostrano, ad esempio, che presso i ricettori R002, R009, R010 e R011 vi sono eccedenze rispetto ai limiti, previste già nell'Ante Operam, mentre nel Post Operam al 2025 si riscontra un lieve miglioramento al ricettore R010, determinato dallo sgravio del volume di traffico lungo la SS28.

Nel lungo periodo (2045), invece, si osserva (ancora in aderenza con gli scenari trasportistici) un incremento dei livelli di pressione sonora anche se di modesta entità.

In ogni caso, le simulazioni e le analisi di dettaglio, indicano come le emissioni di rumore direttamente imputabili alle nuove infrastrutture, non producano in nessuno scenario (2025 o 2045) rilevanti contributi ai ricettori e che gli incrementi nel lungo periodo siano generati dalla crescita dei volumi di traffico sulle infrastrutture esistenti.

La procedura di VIA prescrive di identificare e valutare le alternative al progetto, compresa la sua non realizzazione (Opzione Zero). Si osserva che, sebbene i valori di pressione sonora calcolati presso le facciate di tutti i ricettori siano prevedibilmente inferiori nello scenario denominato opzione zero rispetto alla situazione di realizzazione del progetto, le eccedenze rispetto ai limiti sussistono per entrambe le situazioni sui medesimi ricettori.

Al fine di valutare l'impatto ambientale delle opere, si ritiene utile e corretto, separare gli interventi tra:

- stralcio tangenziale
- ponte Rione Borgato

Le ragioni di tale approccio sono correlate alla sostanziale indipendenza delle due infrastrutture e dalla profonda differenza del grado di urbanizzazione delle aree coinvolte.

Si ritiene doveroso sottolineare che tutte le criticità rilevate dal modello di calcolo sono attribuibili al ponte di Rione Borgato dove già nello scenario Ante Operam si ipotizzano livelli di clima acustico superiori alla classe di appartenenza. Negli scenari Post Operam al 2025 e soprattutto nel lungo periodo, i ricettori più coinvolti dalle modifiche viabilistiche (R02 e R10) subiranno un graduale aumento del disturbo da rumore. Su alcune facciate, gli incrementi, pur restando all'interno dei limiti previsti dal DPR 142/04 saranno rilevanti (oltre i 3dB). Ma il particolare contesto urbano del Rione di Mondovì, rende impraticabile la posa in opera di barriere a protezione dei ricettori per ragioni sia tecnico-economico che ambientale-percettivo. Si dovranno quindi accantonare adeguati risorse al fine di garantire la protezione dei ricettori tramite interventi diretti a quest'ultimi in modo tale da mantenere il livello di LAeq inferiore a 40,0 dB misurato in periodo notturno a centro stanza a finestre chiuse in ossequio a quanto stabilito dall'art. 6⁹ del DPR 142/2004.

Poiché l'impatto acustico rilevante si prevede possa concretizzarsi nel lungo periodo e poiché si può ragionevolmente ipotizzare che al 2045 una parte del parco mezzi circolante avrà propulsione elettrica (a ridotta emissione acustica), si ritiene che, allo stato attuale, non sia appropriato proporre piani di bonifica acustica rimandando ogni valutazione al piano di monitoraggio ambientale.

La tangenziale non presenta criticità presso i ricettori in forza del lungo tratto in galleria e trincea ma anche in virtù delle distanze tra la linea di emissione e gli edifici.

Da un punto di vista dell'impatto sull'ambiente, il tratto su viadotto determina certamente un incremento significativo della rumorosità come ben rappresentato nelle mappe acustiche. Si rimanda allo studio degli impatti sulla fauna per eventuali giudizi circa le conseguenze attese sulle specie degli ecosistemi coinvolti.

⁹ "... qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere a interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto del valore di LAeq = 40,0 dB(A) in periodo notturno misurato all'interno di un locale a destinazione d'uso abitativa in condizioni di finestre chiuse"

Il presente studio ha considerato quali aree di pertinenza del nuovo tratto di tangenziale anche le zone apicali ad est e ovest dove sono previsti gli innesti sulla viabilità esistente. Sui ricettori posti a Ovest lungo SP5 sono previsti incrementi non direttamente imputabili alle emissioni del nuovo tratto ma conseguenti alla redistribuzione ed aumento dei volumi di traffico sulle strade esistenti. Si assume quindi che valgano le eventuali prescrizioni o misure previste anche sul lungo periodo dagli stralci di progetto già realizzati.

1.9.1 Conclusioni: cantierizzazione

Se l'impatto acustico in fase di esercizio è sostanzialmente nullo per la tangenziale e negativo ma di modesta entità per il ponte Rione Borgato, la valutazione diviene opposta per la fase di cantiere.

Durante la fase di costruzione saranno allestite n.4 aree operative. Tre concernenti la realizzazione del tratto di tangenziale e una presso Rione Borgato.

Anche se lo sviluppo progettuale delle fasi di cantiere, alla stesura del presente studio, era ancora in uno stato embrionale, si sono subito evidenziate differenze sostanziali tra i tempi e le opere necessarie al completamento della tangenziale rispetto a quelli necessari per il ponte sul torrente Ermena.

La realizzazione del tratto di strada tra la SS28 e la SP05 prevede infatti la perforazione di un lungo tratto della dorsale sub montana (galleria San Lorenzo), la costruzione del viadotto Ellero, gli scavi per edificare il tratto di galleria artificiale e le trincee in prossimità dell'innesto Ovest, la grande rotonda di innesto sulla SS28 a Est con la realizzazione del sottopasso sulle vie vicinali (strada della Galla).

La simulazione eseguita sulle 4 aree di cantiere ha utilizzato prevalentemente dati di letteratura. Il confronto con i limiti evidenzia che, durante la fase di cantiere sarà necessario prevedere misure preventive, di tipo organizzativo e di mitigazione. Fermo restando che i limiti differenziali non sono applicabili ai cantieri temporanei e mobili, si è calcolato il superamento dei valori previsti dalla zonizzazione acustica presso tutti i ricettori compresi nei domini di calcolo dei cantieri. Di qui la stretta necessità di ricorrere, come di consueto, alle deroghe previste dal Regolamento Comunale per le attività rumorose, ai sensi dell'art. comma 3 lettera b) della L.R. 25/10/2000, n.52.

Allo stato attuale non sono previste attività lavorative nel periodo notturno.

Il Regolamento del Comune di Mondovì autorizza ai sensi dell'art. 8 le attività di cantiere con procedura semplificata nelle seguenti condizioni:

- l'allestimento delle aree non ricada in Classe I (Aree particolarmente protette);
- gli orari di apertura siano compresi tra le ore 8:00 e le ore 20:00 con pausa di almeno 1 ora fra le ore 12:00 e le ore 15:00;
- l'utilizzo di mezzi marcati CE;
- limiti di immissione pari a 70 dB in facciata ai ricettori;
- durata complessiva fino a 60 gg;

Le prescrizioni sopra riportate possono essere tutte rispettate ad eccezione della durata complessiva, pertanto si dovrà provvedere alla richiesta di autorizzazione con procedura ordinaria che prevede la

predisposizione di apposita documentazione di impatto acustico aggiornando le valutazioni esposte nel presente studio con i dati e le informazioni afferenti il successivo stadio di avanzamento del progetto.

La simulazione, riportata graficamente sulle tavole allegate, ha permesso le seguenti considerazioni:

- Area di cantiere di base: non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70 dBA).
- Cantiere operativo 1: si prevede l'installazione di barriere acustiche in direzione del ricettore R019 poiché secondo i calcoli previsionali risulta non rispettato il limite concesso in deroga. Le barriere consistono in pannelli aventi una certificazione acustica con valori R_w adeguati (massa sufficiente per garantire una attenuazione sonora efficace, proprietà superficiali di fono assorbimento). A tal fine si utilizzerà un pannello di tipo multistrato in plastica di altezza 3 metri, come da capitolato ANAS (G.05.029.A "Barriera antirumore composta da pannelli in plastica – Fornitura e posa in opera del solo pannello").
- Cantiere operativo 2: viste le dimensioni delle aree di cantiere, l'altezza ai piani dei ricettori e la posizione reciproca delle sorgenti mobili, la predisposizione di barriere ai confini dell'area di lavoro non sortirebbe nessun effetto mitigativo sensibile. Ai fini di garantire il rispetto del limite di 70 dB normalmente concesso in deroga dal Comune, verrà caratterizzato l'impianto di frantumazione con pannelli come da specifiche del costruttore, in direzione del ricettore R026. L'impianto avrà un funzionamento intermittente, con interruzione delle attività dalle 6 alle 9, dalle 12 alle 15 e dalle 18 alle 22.
- Cantiere operativo 3: non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70dBA).

Presso tutte le aree operative si dovrà predisporre un crono-programma giornaliero al fine di concentrare le attività caratterizzate da maggiori emissioni acustiche all'interno di periodi della giornata già di per sé rumorosi, cercando di assecondare l'andamento temporale dei livelli sonori. Le attività maggiormente rumorose potranno essere concentrate durante i periodi in cui si hanno i maggiori flussi di traffico veicolare nelle fasce orarie dalle 11.00 alle 13.00 e dalle 17.00 alle 18.00. Saranno utilizzate attrezzature e macchinari aventi specifiche costruttive che rispettino e superino in senso migliorativo i requisiti di emissione acustica delle normative nazionali e comunitarie vigenti, inoltre resteranno in funzione nel periodo strettamente necessario al loro utilizzo.

L'applicazione degli interventi mitigativi e preventivi porterà prevedibilmente al rispetto del valore di 70 dBA concesso in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee.

2 BIBLIOGRAFIA E FONTI CONSULTATE

2.1.1 Normativa di riferimento

DPCM 01/03/1991 "Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";

Legge 447, 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";

DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";

DPR 11/12/1997 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto da aeromobili civili";

DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";

DPCM 31/93/1998 "Atto di indirizzo ... per l'esercizio dell'attività del tecnico competente...";

DPR 18/11/1998 n. 459 "Regolamento recante norme ... in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";

D.lgs n.262/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente acustica ambientale delle macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto";

DPR 30/03/2004 n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";

2.1.2 Norme tecniche

ISO 9613-2: 1996 "Attenuazione del rumore nei fenomeni di propagazione nell'ambiente esterno".

ISO 226:1994 "Acoustics – Normal equal-loudness level contours".

UNI ISO 1996:2010 "Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale".

NMPB – Routes – 96 (Guide du Bruit)

UNI EN ISO 16032/2005

UNI 9433 "Descrizione e misurazione del rumore immesso negli ambienti abitativi".

UNI 9435 "Sistemi schermanti. Misura della attenuazione acustica degli schermi sottili in campo libero simulato".

UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".

UNI EN 27574 "Metodi statistici per la determinazione ed il controllo dei valori dichiarati di emissione acustica delle macchine e delle apparecchiature".

UNI EN ISO 11202 "Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature".

UNI ISO 7188 "Misurazione del rumore emesso dalle autovetture nelle condizioni rappresentative di traffico urbano".

IEC651 / IEC804 / IEC61672

IEC-601272 2002-1 Classe 1