

**S.S. n.626 della "Valle del Salso"**

Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela

Itinerario Gela – Agrigento – Castelvetro

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA83

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**PROGETTISTA:**

Responsabile Integrazioni specialistiche Dott. Ing. Giovanni Piazza  
Responsabile Tracciato stradale Dott. Ing. Massimo Capasso  
Responsabile Strutture Dott. Ing. Giovanni Piazza  
Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti Dott. Ing. Sergio Di Maio  
Responsabile Ambiente e SIA Dott. Ing. Francesco Ventura

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**



**GEOLOGO:**

Geol. Enrico Curcuruto

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Sergio Di Maio

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Ing. Maria Coppola

**INQUINAMENTO ACUSTICO  
RELAZIONE GENERALE**



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00IA03AMBRE01B			
DPPA0083	D 19	CODICE ELAB.	T00IA03AMBRE01	B	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B	EMISSIONE PER RICHIESTA DI INTEGRAZIONE MITE PROT. CDG-573971-I	OTT.2021	A.ZENTI	F.VENTURA	G.PIAZZA
A	EMISSIONE	FEB.2020	A.ZENTI	F.VENTURA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
1.2	ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEI COMUNI INTERESSATI DALL'INTERVENTO .....	10
1.3	ANALISI DEI RICETTORI .....	12
1.4	INDAGINE FONOMETRICA (RILIEVI ANTE-OPERAM) .....	13
1.5	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA .....	16
	1.5.1 <i>Verifica di attendibilità del modello di simulazione (Taratura)</i> .....	19
2	ANALISI ACUSTICA .....	21
2.1	PREMESSA.....	21
2.2	SCENARIO ANTE OPERAM .....	21
	2.2.1 <i>I dati di traffico di esercizio Ante Operam</i> .....	21
2.3	SCENARIO POST OPERAM .....	22
2.4	SCENARIO POST OPERAM MITIGATO .....	25
	2.4.1 <i>INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA</i> .....	25
3	CANTIERIZZAZIONE .....	27
3.1	PREMESSA.....	27
3.2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	27
3.3	IMPOSTAZIONE METODOLOGICA.....	29
3.4	DATI DI INPUT: ANALISI DELLE SORGENTI SONORE .....	30
3.5	DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE.....	33
	3.5.1 <i>CANTIERI FISSI</i> .....	33
	3.5.2 <i>CANTIERI LUNGO LINEA</i> .....	33
3.6	PREVENZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE .....	34
3.7	MITIGAZIONI IN FASE DI CANTIERE .....	35

### Allegato

Output tabellare del modello di simulazione in fase di esercizio

## 1 PREMESSA

Il presente documento riguarda la Relazione Acustica relativa al progetto al Progetto Definitivo del Sistema Tangenziale di Gela, in particolare il completamento del collegamento viario dell'itinerario Gela – Agrigento - Castelvetro.

Il presente documento è stato emesso per rispondere alle richieste di integrazioni che il Ministero della Transizione Ecologica ha fatto pervenire con nota prot. 573971 del 15-09-2021 e sostituisce integralmente la precedente versione di Relazione acustica (codice elaborato T00IA01AMBRE01A)

L'ambito di studio ha origine in prossimità in corrispondenza dello svincolo di "Butera" e termina poco dopo l'incrocio con la S.S.117 bis ricadendo nel tratto iniziale parzialmente nel comune di Butera e quasi interamente nel territorio del comune di Gela.

Nel presente Studio acustico, tenendo conto delle principali normative di settore e delle peculiarità del territorio interessato dalla realizzazione dell'opera, sono stati stimati i livelli acustici indotti dal traffico veicolare mediante il software previsionale specifico e di dettaglio denominato Cadna-A, in grado di simulare e mettere a confronto tra loro tutte le fasi di studio dell'opera, dalla situazione attuale, alla situazione di corso d'opera e di esercizio finale, sia pre-mitigazione che post-mitigazione.

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

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

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

Caratterizzazione dei ricettori: sono state effettuate indagini conoscitive dei luoghi procedendo all'individuazione dei ricettori prossimi all'infrastruttura mediante un dettagliato censimento dei ricettori in cui sono stati censiti e caratterizzati tutti i gli edifici ricadenti in una fascia di 250 metri dal ciglio dell'infrastruttura.

Analisi acustica del territorio: sono state effettuate indagini di rumorosità attualmente presente mediante misure fonometriche volte alla caratterizzazione acustica di alcuni ambiti del territorio e necessarie nel processo di taratura del software di calcolo adottato. Sono stati eseguiti sette rilievi fonometrici, di cui uno di durata 24 ore in continuo e cinque di breve durata con tecnica di

campionamento MAOG, cioè suddividendo la giornata in 6 fasce orarie (quattro diurne e due notturne) ed eseguendo in ogni fascia una misura della durata di 10 minuti. Per tutte le misure è stato eseguito il contestuale conteggio dell'eventuale traffico veicolare, distinguendo mezzi leggeri e mezzi pesanti e velocità media di percorrenza. Nella seguente tabella si riassumono le misure acustiche eseguite lungo la tratta:

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI MISURA	QUANTITA'
Comune di Butera	Misura MAOG	1
Comune di Gela	Misura 24 ore	1
	Misura MAOG	5

Tabella 1-1 Rilievi acustici di caratterizzazione ante-operam

Individuazione dei livelli sonori di riferimento: dai riferimenti normativi si individua un'unica fascia di pertinenza acustica di ampiezze pari a 250 metri dal ciglio stradale con limiti acustici unici per tutti gli edifici, fatta eccezione per i ricettori sensibili per i quali si considerano soglie acustiche minori, consone al livello di tutela richiesto. In accordo a quanto indicato nei testi normativi di riferimento, inoltre, nei casi in cui vi sia la presenza contemporanea di altre infrastrutture il cui rumore possa essere ritenuto concorsuale alla infrastruttura viaria in oggetto, i limiti di riferimento subiscono una variazione tale da tenere conto della situazione peggiorativa, per i vari ricettori, determinata dalla compresenza di più sorgenti di rumore. Dalle analisi del caso si sono riscontrate delle sorgenti acustiche concorsuali, analizzate in apposito paragrafo.

Modellazione acustica: l'individuazione dei livelli acustici su tutti gli edifici prossimi all'infrastruttura viaria è stata definita mediante un software specifico che ha rappresentato il clima acustico nei vari scenari di calcolo, attuali e di progetto, tarato sulla base delle indagini fonometriche e di traffico condotte ad hoc. Il modello scelto per questo tipo di analisi è il modello di simulazione Cadna-A, ampiamente utilizzato per studi di questo tipo, attraverso il quale è stato realizzato, sia il modello digitale del terreno a partire da una cartografia tridimensionale con una precisione altimetrica di 0,5 metri, sia il modello digitale dell'edificato verificato ed integrato con le informazioni disponibili del censimento ricettori. Sono state infine inserite le infrastrutture stradali esistenti e modellata l'infrastruttura di progetto con il dettaglio delle opere e del corpo infrastrutturale previsto.

Scenari di calcolo: i risultati di calcolo sono stati restituiti sia in modalità numerica che grafica. Nella prima modalità i risultati del modello sono riportati in una tabella numerica in cui si identifica il livello acustico per ogni edificio, con riferimento al piano maggiormente esposto, evidenziando gli eventuali esuberanti rispetto ai limiti normativi separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno. Gli scenari di calcolo hanno riguardato la situazione attuale (ante operam), la situazione di progetto (post operam), la situazione di progetto mitigato (post operam mitigato) e la situazione di cantiere. In particolare, per quanto riguarda gli interventi di mitigazione, questi sono stati

progettati per abbattere i livelli eccedenti i limiti normativi quanto più possibile, compatibilmente con le soluzioni progettuali attualmente esistenti per le barriere antirumore e considerando il miglior rapporto costi/benefici non solo da un punto di vista prettamente economico, ma anche per quanto riguarda l'inserimento ambientale dell'opera. Per ogni condizione di simulazione, inoltre, sono riportate le mappe delle isofoniche del periodo diurno e del periodo notturno con intervallo 5 decibel estese a tutto l'ambito di studio.

### 1.1 Normativa di riferimento

I principali riferimenti normativi a livello nazionale applicati al progetto in esame sono i seguenti:  
D.P.C.M. 1 marzo 1991, 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

Legge quadro sul rumore n° 447 del 26 ottobre 1995.

D.P.C.M. del 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

DMA 16/3/1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

DMA 29/11/2000: "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

DPR 142 del 30/3/2004, attuativo della legge quadro: "Rumore prodotto da infrastrutture stradali".

#### **D.P.C.M. 1 marzo 1991**

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

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

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

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

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

Destinazione d'uso territoriale	Periodo DIURNO 6:00÷22:00	Periodo NOTTURNO 22:00÷6:00
Territorio nazionale	70	60
Zona urbanistica A	65	55
Zona urbanistica B	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 1-3 Limiti di immissione di rumore per Comuni con Piano Regolatore.

Destinazione d'uso territoriale	Periodo DIURNO 6:00÷22:00	Periodo NOTTURNO 22:00÷6:00
Zona esclusivamente industriale	70	70
Tutto il resto del territorio	70	60

Tabella 1-4 Limiti di immissione di rumore per Comuni senza Piano Regolatore.

Destinazione d'uso territoriale	Periodo DIURNO 6:00÷22:00	Periodo NOTTURNO 22:00÷6:00
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 1-5 Limiti di immissione di rumore per Comuni che adottano la zonizzazione acustica.

### **Legge quadro sul rumore n° 447 del 26 ottobre 1995**

La Legge n° 447 del 26/10/1995 "Legge Quadro sul Rumore", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 254 del 30/10/1995, è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche. Nella legge quadro si stabiliscono le competenze delle varie amministrazioni pubbliche che hanno un ruolo nella gestione e controllo del rumore.

### **D.P.C.M. 14 novembre 1997**

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

Valori limite di emissione

Valori limite di immissione

Valori di attenzione

Valori di qualità.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono individuati i valori limite di emissione, riportati in Tabella 2 5, che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità del ricettore.

Per ogni classe di destinazione d'uso del territorio vengono individuati anche i valori limite di immissione riportati in Tabella 2 6, cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere

immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore. I valori vengono ripresi da quelli descritti nel D.P.C.M. 1/3/91.

Classe destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturmo (22.00-6.00)
	Valori in dB(A)	
I: aree particolarmente protette	45	35
II: aree prevalentemente residenziali	50	40
III: aree di tipo misto	55	45
IV: aree di intensa attività umana	60	50
V: aree prevalentemente industriali	65	55
VI: aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 1-6 Valori limite di emissione in dB(A).

Classe destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturmo (22.00-6.00)
	Valori in dB(A)	
I: aree particolarmente protette	50	40
II: aree prevalentemente residenziali	55	45
III: aree di tipo misto	60	50
IV: aree di intensa attività umana	65	55
V: aree prevalentemente industriali	70	60
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 1-7 Valori limite di immissione in dB(A).

#### **DMA 16/3/1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"**

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

Le misure di livello equivalente dovranno essere effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994;

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995;

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0.5 dB.

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

### **DMA 29/11/2000: "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"**

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

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

I contenuti essenziali del piano di risanamento consisteranno nella:

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

e attività di risanamento devono conseguire il rispetto dei valori limite di rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art.11 della Legge Quadro. Nelle aree in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza, il rumore non deve superare complessivamente il fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

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

**D.P.R. 142 del 30/3/2004, attuativo della legge quadro: "Rumore prodotto da infrastrutture stradali"**

Il DPR individua l'ampiezza delle fasce di pertinenza dei vari tipi di strade, attenendosi alla classificazione del Codice della Strada; per ciascun tipo di strada stabilisce inoltre i limiti di pressione sonora ammissibili all'interno delle fasce di pertinenza stesse. Vengono distinte infrastrutture stradali di nuova realizzazione ed esistenti o assimilabili, per le quali sono validi i limiti riportati rispettivamente nelle Tabelle 1 e 2 - Allegato 1 - DPR 142 e di seguito riportate.

Strade di nuova realizzazione						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm 5/11/2001 – "Norma funz. o geom. Per la costruzione di strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
A – autostrade		250	50	40	65	55
B – extraurbane		250	50	40	65	55
C – extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D – urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995			

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

Tabella 1-8 Valori limite in dB(A) di emissione del rumore stradale per strade di nuova realizzazione.

Strade esistenti e assimilabili (Ampliamenti in asse, affiancamenti, varianti)						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 o direttiva PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
A – autostrade		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbane		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F – locale		30				

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

Tabella 1-9 Valori limite in dB(A) di emissione del rumore stradale per strade di esistenti e assimilabili.

## 1.2 Zonizzazione acustica dei comuni interessati dall'intervento

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

Il Piano Comunale di Classificazione Acustica è un atto tecnico – politico di governo del territorio in quanto ne disciplina l'uso e le modalità di sviluppo delle attività svolte. In linea generale, tale classificazione si basa sulla tipologia d'uso del territorio, tende alla salvaguardia del territorio e della popolazione dall'inquinamento acustico senza però tralasciare le esigenze dei settori trainanti l'economia del territorio, quali ad esempio gli ambiti industriali sia esistenti, sia di sviluppo programmato e, più in generale, le infrastrutture. La classificazione comunale in zone acusticamente omogenee è pertanto il risultato di una analisi del territorio condotta sulla base di documentazione di pianificazione territoriale comunale e provinciale/regionale e della situazione orografica esistente, oltre che uno strumento complementare allo stesso PRG con funzioni di reciproco controllo e ottimizzazione della pianificazione.

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

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

Le sei classi acustiche, sulla base dei suddetti parametri e così come indicate nel DPCM 14/11/1997, variano da quella più cautelativa per il territorio (la classe I) a quella rappresentativa della maggiore emissione di rumore (la classe VI).

Dal momento che attualmente i due comuni attraversati dal tracciato, vale a dire il comune di Butera ed il Comune di Gela, non hanno ancora adottato il Piano di Zonizzazione Acustica Comunale, per i ricettori rientranti nelle fasce acustiche di pertinenza dell'infrastruttura in esame si fa riferimento ai limiti indicati nella tabella 1 dell'allegato 1 del DPR 142, riferita alle strade di nuova realizzazione.

Trattandosi nel caso in oggetto di una strada extraurbana secondaria, tipologia C1, i limiti acustici da applicare ai ricettori individuati sono quelli riportati nella seguente tabella:

Tipologia di ricettore	Limite DIURNO dB(A)	Limite NOTTURNO dB(A)
Sensibile	50	40
Altri ricettori	65	55

Tabella 1-10 limiti normativi di riferimento

Da un'analisi degli elaborati di PRG, infine, si osserva come il progetto in esame non si ponga in contrasto con quanto prescritto dal Piano.

Per quanto riguarda infine i ricettori presenti al di fuori delle fasce di pertinenza acustica ed i limiti acustici da considerare durante la fase di cantiere, in assenza di zonizzazione acustica, si fa riferimento alla tabella definita nel DPCM 01/03/1991, per cui, in base all'Art. 6 di tale DPCM "In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla Tabella 1, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità", riportati nella seguente tabella:

Zonizzazione	Limite diurno Leq A	Limite notturno Leq A
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n.1444/68) (*)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n.1444/68) (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70
<p>* Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968: "Sono considerate zone territoriali omogenee, ai sensi e per gli effetti dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, n. 765:</p> <p>A) le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi;</p> <p>B) le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A): si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq;</p>		

Tabella 1-11 limiti di accettabilità in ambiente esterno per il clima acustico (Art. 6, DPCM 01/03/1991)

### 1.3 Analisi dei ricettori

Il censimento dei ricettori è stato effettuato allo scopo di localizzare e caratterizzare, dal punto di vista territoriale ed acustico, tutti gli edifici che si trovano nella distanza dei 250 metri dal ciglio infrastrutturale di progetto (come da DPR 142, fascia unica) ed eventuali ricettori sensibili entro 500 metri dal suddetto ciglio.

Nell'ambito dell'attività di censimento, è stata inoltre effettuata l'analisi degli strumenti urbanistici comunali, che ha consentito di verificare l'eventuale presenza di zone di espansione residenziale e/o di aree destinate a parchi, aree ricreative o ad uso sociale e di aree cimiteriali, all'interno della fascia suddetta.

I ricettori sono stati individuati mediante sopralluogo durante il quale sono state rilevate le principali caratteristiche dei fabbricati, tra le quali destinazione d'uso e numero di piani. Tutti i ricettori sono stati localizzati in planimetria con la relativa destinazione d'uso e numerazione in tavole in scala 1:2.000 (dal cod. T00IA01AMBPL01A al cod. T00IA01AMBPL09A).

In particolare, sono state individuate 3 differenti classi di ricettori:

Residenziale: classe rappresentata sia da edifici ad esclusivo uso residenziale, sia da quelli di tipo misto, aventi attività commerciali al piano terra e abitazioni nei restanti piani, nonché da alberghi e/o simili;

Produttivo: comprendente attività industriali, artigianali ed attività agricole medio-grandi;

Altro: comprendente edifici non classificabili come ricettori acustici ma di dimensioni tali da costituire un ostacolo significativo alla propagazione del rumore.

Complessivamente sono stati censiti 304 edifici, e precisamente 13 nel comune di Butera e 291 nel comune di Gela. Nelle tabelle sottostanti vengono sintetizzati i risultati del censimento per il cui dettaglio si rimanda ai citati elaborati di schedatura (cod. T00IA01AMBRE02B) e rappresentazione grafica (dal cod. T00IA01AMBPL01B al cod. T00IA01AMBPL09B).

Destinazione d'uso	Comune di Butera	Comune di Gela	Numero Ricettori Complessivi
Residenziale e assimilabili	0	100	100
Scuola	0	0	0
Ospedale	0	0	0
Terziario, commercio, uffici	0	0	0
Produttivo, industriale	13	65	78
Altro	0	126	126
<b>Totale complessivo</b>	<b>13</b>	<b>291</b>	<b>304</b>

Tabella 1-12 Tabella di riepilogo dei ricettori interessati dallo studio acustico

Nei 500 metri dall'infrastruttura non sono stati riscontrati edifici a destinazione d'uso sensibile.

#### 1.4 Indagine fonometrica (rilievi ante-operam)

Nell'ambito del progetto di studio, sono state condotte delle indagini fonometriche volte alla caratterizzazione acustica del territorio e tali da essere utilizzati nel processo di taratura del software di calcolo adottato.

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

Le indagini fonometriche sono state effettuate nel mese di Gennaio 2020 ed hanno interessato ricettori localizzati sia nel comune di Gela e di Butera. Nella seguente tabella si riporta l'elenco completo delle misure effettuate lungo il tracciato.

MISURE ACUSTICHE EFFETTUATE	
Totale misure	1 misura 24 ore 6 misure MAOG
Comune di Butera	1 misure MAOG
Comune di Gela	1 misura 24 ORE 5misure MAOG

Tabella 1-13 Quantità e tipologia delle misure acustiche effettuate

Contemporaneamente sono stati rilevati i parametri meteo (temperatura, velocità del vento, umidità, precipitazioni) necessari affinché la misura possa essere ritenuta valida ai sensi di legge.

Per una corretta caratterizzazione della sorgente sonora sono stati inoltre rilevati i dati di traffico corrispondenti ai periodi di misura, ripartiti per tipologia di veicolo, velocità di percorrenza, corsia di marcia e rispettiva sezione considerata.

Per il dettaglio delle misurazioni e dell'output strumentale si rimanda all'elaborato specifico cod. T00IA01AMBRE03A, mentre in questa sede si sintetizzano gli elementi significativi.

#### Strumentazione utilizzata e tecniche di misura

La strumentazione utilizzata è costituita da fonometro integratore / analizzatore di classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672, come richiede la normativa specializzata, e tarata in apposito centro SIT autorizzato.

Le indagini sono state effettuate sotto il controllo della calibrazione all'inizio e al termine di ogni ciclo di misura, utilizzando un calibratore anch'esso di classe 1.

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

#### Postazioni di misura

Per quanto riguarda la localizzazione delle postazioni, in linea generale, le misure vengono effettuate presso ricettori che si trovano in prossimità del sito di studio ospitante la nuova infrastruttura.

La campagna di misure è costituita da rilievi MAOG lungo il tracciato di progetto e da una misura di 24 ore per caratterizzare l'infrastruttura SS117bis.

La tipologia MAOG, generalmente considerata adatta qualora la principale sorgente di rumore sia costituita dal traffico stradale, consiste nel rilevamento continuo per 10-15 minuti scelti nell'ambito di alcune ore appartenenti all'intervallo temporale di riferimento. In particolare per ciascuna postazione vengono effettuate quattro misure diurne e due notturne, tutte da 10 minuti. Le quattro misure diurne vengono svolte separatamente negli intervalli dell'ora di punta, della

mattina, del pomeriggio e della sera; le due misure notturne vengono svolte separatamente negli intervalli delle prime ore notturne (tra le 22 e le 24) e dopo la mezzanotte.

La stima del Leq,A fornita dalla tecnica MAOG si ottiene effettuando la media energetica dei quattro valori di Leq,A ottenuti dalle quattro misure diurne e dei due valori di Leq,A ottenuti dalle due misure notturne.

Il microfono del fonometro viene posizionato a circa 1,5 metri dal suolo, ad almeno un metro da altre superfici interferenti (pareti ed ostacoli in genere) e orientato verso la sorgente di rumore la cui provenienza sia identificabile.

### Risultati delle indagini

Nel seguito si riporta la sintesi dei valori acustici rilevati separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno, rimandando per ogni dettaglio del caso al citato allegato con il report di indagine.

MISURE MAOG			
Sintesi dei valori registrati nel periodo diurno			
Postazione	LEQ [dB(A)]	L10 [dB(A)]	L90 [dB(A)]
PM-01 MAOG	40,0	42,1	32,4
PM-02 MAOG	34,5	32,5	28,2
PM-03 MAOG	35,2	36,8	24,8
PM-04 MAOG	36,6	33,9	28,3
PM-05 MAOG	40,0	41,7	37,3
PM-06 MAOG	47,7	48,4	37,5

Tabella 1-14 Valori di rumore ante operam – Periodo diurno

MISURE MAOG			
Sintesi dei valori registrati nel periodo notturno			
Postazione	LEQ [dB(A)]	L10 [dB(A)]	L90 [dB(A)]
PM-01 MAOG	37,4	39,3	32,4
PM-02 MAOG	30,6	32,5	28,2
PM-03 MAOG	30,5	32,4	31,0
PM-04 MAOG	30,7	32,5	28,1
PM-05 MAOG	37,8	38,7	36,2
PM-06 MAOG	41,5	42,8	37,8

Tabella 1-15 Valori di rumore ante operam – Periodo notturno

MISURE 24 ORE			
Sintesi dei valori registrati nel periodo diurno			
Postazione	LEQ [dB(A)]	L10 [dB(A)]	L90 [dB(A)]
PG-01 24 ORE	62,5	63,7	60,2

Tabella 1-16 Valori di rumore ante operam – Periodo diurno

MISURE 24 ORE			
Sintesi dei valori registrati nel periodo notturno			
Postazione	LEQ [dB(A)]	L10 [dB(A)]	L90 [dB(A)]
PG-01 24 ORE	58,3	60,6	54,3

Tabella 1-17 Valori di rumore ante operam – Periodo notturno

### 1.5 Descrizione del modello di simulazione acustica

Il modello di simulazione utilizzato per l'elaborazione dei progetti acustici di dettaglio come quello in oggetto, è il software Cadna-A (Computer Aided Noise Abatement): questo è un software all'avanguardia per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da sorgenti infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a sorgenti fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti eolici o impianti sportivi.

Attraverso la propagazione dei raggi sonori contenenti lo spettro di energia acustica provenienti dalla sorgente, il software tiene conto dei complessi fenomeni di riflessione multipla sul terreno e sulle facciate degli edifici, nonché della diffrazione di primo e secondo ordine prodotta da ostacoli schermanti (edifici, barriere antirumore, terrapieni, etc.).

A partire dalla cartografia DTM (Digital Terrain Model), cioè il modello digitale utilizzato per rappresentare la superficie del suolo terrestre, si perfeziona la costruzione del 3D dell'area operando attraverso una banca dati dei materiali che è inserita all'interno del modello, comunque implementabile.

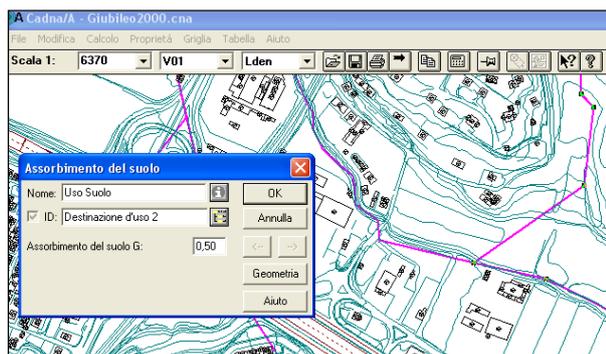
La generazione del 3D è completata attraverso l'estrusione degli edifici, il posizionamento di tutti i ricettori in facciata, la creazione delle sorgenti e di tutta la geometria del territorio.

Dopo aver ultimato la digitalizzazione degli elementi base, si sono attribuiti i primi parametri acustici per l'elaborazione cartografica dei ricettori, ossia il corridoio di indagine, la fascia di rispetto ed eventuali sotto divisioni della fascia rimanente: in tal modo si è assegnato ai singoli ricettori il pertinente limite di legge.

CadnaA è uno strumento previsionale progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici. Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio; per fare un esempio si può citare la schematizzazione di ponti e viadotti, i quali possono essere schematizzati come sorgenti sonore posizionate alla quota voluta, mantenendo però libera la via di propagazione del rumore al di sotto del viadotto stesso, come si può osservare nella figura.

Dal punto di vista della propagazione del rumore, CadnaA consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri legati alla localizzazione ed alla forma ed all'altezza degli edifici; alla topografia dell'area di indagine; alle caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno; alla tipologia costruttiva del tracciato dell'infrastruttura; alle caratteristiche acustiche della sorgente; alla presenza di eventuali ostacoli schermanti o semi-schermanti; alla dimensione, ubicazione e tipologia delle barriere antirumore.

Circa le caratteristiche fono assorbenti e/o fono riflettenti del terreno, CadnaA è in grado di suddividere il sito studiato in differenti poligoni areali, ognuno dei quali può essere caratterizzato da un diverso coefficiente di assorbimento del suolo, a differenza dei

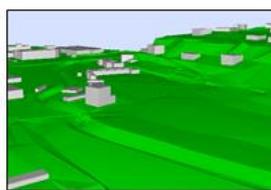


precedenti strumenti di calcolo in cui era possibile definire un solo valore identico per tutto il territorio simulato. Nella figura si osserva un esempio di poligonatura (colore magenta) con diversi fattori di assorbimento e la finestra di interfaccia grafica mediante la quale è possibile definire il coefficiente per il poligono selezionato.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali (cfr. figure seguenti di esempio).



Esempio 1



Esempio 2



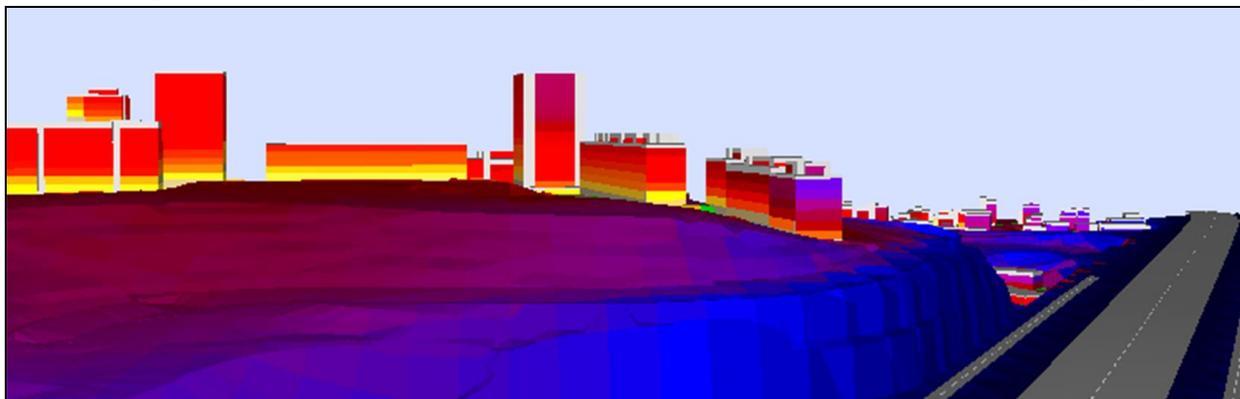
Esempio 3

Per quanto riguarda la definizione della sorgente di rumore, CadnaA consente di inserire i parametri di caratterizzazione della sorgente sonora mediante diverse procedure:

- TGM: inserimento del numero di veicoli giornalieri totali, della percentuale di veicoli pesanti e della velocità media dell'intero flusso.
- V/h: inserimento dei precedenti parametri suddivisi nelle tre fasce orarie standard: fasce diurna (06:00-20:00), serale (20:00-22:00) e notturna (22:00-06:00).
- Emissioni: per ognuna delle tre fasce orarie suddette, è possibile inserire direttamente il livello della potenza sonora prodotta dalla sorgente stessa.

Successivamente si inseriscono le proprietà fisiche dell'infrastruttura, indicando il numero e le dimensioni delle corsie e delle carreggiate di cui è composta, impostando le dimensioni manualmente o scegliendo tra più di 30 tipologie di infrastrutture, indicando il tipo della superficie stradale e la tipologia del flusso veicolare che la caratterizza (fluido continuo, continuo disuniforme, accelerato, decelerato) ed indicando, infine, il tipo di superficie stradale di cui è composta.

Bisogna evidenziare, inoltre, come il software CadnaA nasca dall'esigenza di implementare degli strumenti già esistenti al fine di ottenere uno strumento di maggiore precisione ed in grado di applicare correttamente le nuove normative Europee, come ad esempio gli indicatori Lden ed Lnight. I livelli così stimati vengono segnalati sulla griglia in facciata, e rappresentati anche sulle facciate degli edifici con colori diversi secondo i livelli di pressione acustica (vedi fig. seguente).



Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Tra i diversi algoritmi di calcolo presenti nel software, CadnaA è in grado di utilizzare per le simulazioni di sorgenti stradali il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96, metodo raccomandato dalla Direttiva Europea 2002/49/CE.

CadnaA permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricevitore, per ognuna delle sua facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la distanza relativa dall'asse

dell'infrastruttura, la differenza di quota sorgente-ricettore ed altre informazioni presenti nel modello.

Per quanto riguarda la progettazione di interventi di mitigazione acustica, il modello di simulazione CadnaA consente di inserire schermi antirumore con caratteristiche variabili a scelta dell'utente, sia dal punto di vista dell'assorbimento acustico (coefficienti di assorbimento alfa, per ogni banda di frequenza), sia relativamente ai requisiti fisici. Possono essere definite definire le caratteristiche geometriche della struttura indicando la forma, l'altezza, la presenza di un eventuale sbalzo inclinato e l'eventuale presenza e forma di un diffrattore acustico posto in sommità della barriera. Possono essere inseriti schermi acustici direttamente a bordo infrastruttura, nel caso che l'infrastruttura si trovi in rilevato-raso, ad una distanza maggiore nel caso che l'autostrada si trovi in trincea o in condizioni particolari da risolvere, o a bordo ponte nel caso si tratti di un'infrastruttura in viadotto.

#### 1.5.1 Verifica di attendibilità del modello di simulazione (Taratura)

Per la caratterizzazione acustica delle sorgenti stradali esistenti e per individuare i livelli di pressione sonora in prossimità di alcuni dei ricettori interessati dall'impatto acustico dell'infrastruttura (e quindi per verificare l'attendibilità del modello di simulazione), sono stati utilizzati i rilievi fonometrici puntuali effettuati ad hoc e già descritti e sintetizzati nei precedenti paragrafi.

Il software di calcolo Cadna-A permette un processo di calibrazione (mettendo a confronto i valori misurati con quelli simulati) in funzione di diversi parametri di calcolo, tra cui alcuni connessi alla sorgente ed altri connessi alla modalità di propagazione del suono nel percorso compreso tra la sorgente e il ricettore. In particolare, è possibile agire sui parametri di propagazione, quali la cartografia 3D, la presenza di muri, la tipologia di suolo, le riflessioni, ecc. La taratura del modello di simulazione è stata quindi impostata nelle aree in cui la sorgente acustica di tipo stradale sia ben identificabile.

L'input della sorgente è stato impostato su base geometrica, per quanto riguarda le dimensioni fisiche della piattaforma stradale e del numero di corsie presenti e su base emissiva, per quanto riguarda numero e tipologia di veicoli presenti e la loro relativa velocità.

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

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

Di seguito, separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno, si riporta la sintesi dei valori registrati, dei valori di simulazione e delle relative differenze, a margine delle quali si individua il valore medio rappresentativo dell'approssimazione di calcolo del modello di simulazione adottato.

Punto di Misura	Valori misurati dB(A)		Valori simulati dB(A)		Delta misura-simulazione	
	Leq DIURNO	Leq NOTT.	Leq DIURNO	Leq NOTT.	Diurno	Notturmo
PG-01	62,5	58,3	62,7	58,5	0,2	0,2
PM-01	40,0	37,4	40,3	37,7	0,3	0,3
PM-02	34,5	30,6	34,6	30,6	0,1	0,0
PM-03	35,2	30,5	35,5	30,7	0,3	0,2
PM-04	36,6	30,7	36,7	30,8	0,1	0,1
PM-05	40,0	37,8	40,2	37,9	0,2	0,1
PM-06	47,7	41,5	47,8	41,6	0,1	0,1
Media					0,2	0,1

Tabella 1-18 Sintesi dei valori misurati e dei valori calcolati per la validazione del modello di calcolo

In particolare lo scostamento medio per il periodo diurno è pari a 0,2 [dB(A)] e per il periodo notturno è pari a 0.1 [dB(A)]; queste leggere divergenze del dato simulato rispetto alla misura reale possono essere causate da alcuni effetti schermanti e fonoassorbenti che influiscono sulla misura, ma non è ipotizzabile una rappresentazione della geomorfologia del territorio dettagliata di tutti i possibili elementi interferenti per non incorrere in tempi di digitalizzazione e calcolo estremamente onerosi a fronte di una minore incertezza tra dato rilevato e dato simulato. Si deve tenere inoltre in considerazione che una misura fatta con uno strumento di classe 1 ha di per sé un'incertezza di  $\pm 0.7$  dB.

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

## 2 ANALISI ACUSTICA

### 2.1 PREMESSA

Gli scenari oggetto di studio sono lo stato ante operam, cioè la situazione attuale in assenza dell'infrastruttura di progetto, lo stato di cantiere, cioè tutte le opere necessarie al cantiere di realizzazione dell'infrastruttura con e senza interventi di mitigazione temporanea, e lo stato post operam, senza interventi di mitigazione e lo scenario post operam mitigato, cioè la situazione con l'infrastruttura di progetto con interventi di mitigazione acustica laddove necessari.

Tutti gli scenari di calcolo sono rappresentati in modalità sia numerica, che grafica. Nella prima modalità, i risultati del modello sono riportati in una tabella numerica, in cui si identifica il livello acustico per ogni edificio, evidenziando gli eventuali esuberi rispetto ai limiti normativi separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno.

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

### 2.2 SCENARIO ANTE OPERAM

#### 2.2.1 I dati di traffico di esercizio Ante Operam

In questa fase sono stati analizzati i traffici agli orizzonti temporali 2016. Il dettaglio dei flussi, che riguarda la distinzione in veicoli leggeri, veicoli pesanti per le principali strade presenti e interessate dal progetto è riportato nel seguito

Anno 2016 – Scenario ante operam				
Tratti di riferimento	TGM Diurno		TGM Notturno	
	Veicoli Totali	% V. Pesanti	Veicoli Totali	% V. Pesanti
SS626	306	1	36	0
SP8	1933	15	226	17
SP81	99	12	11	8
SS117 BIS	5017	7	586	1

Tabella 2-1 Sintesi dei flussi veicolari nello scenario attuale

Rispetto alle caratteristiche generali del modello sopra descritte, è stato analizzato lo scenario ante operam individuando sui 304 ricettori censiti il livello di pressione sonora, considerando quali sorgenti di rumore le viabilità principali nello stato attuale, sopra elencate, che sono state peraltro oggetto di verifica della condizione di concorsualità con l'infrastruttura di progetto.

Per lo scenario ante operam sono state elaborate anche le mappe acustiche ad altezza 4 metri dal suolo per i periodi diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), dalla codifica T00IA01AMBCT01A alla codifica T00IA01AMBCT10A.

### 2.3 SCENARIO POST OPERAM

Nel caso di analisi della situazione post operam e post mitigazione, le soglie normative sono in riferimento alle fasce di pertinenza acustica dell'opera di progetto tenendo conto dell'eventuale presenza di infrastrutture concorsuali.

Le soglie normative a cui fare riferimento per la stima di esposizione acustica dei ricettori e per l'eventuale predisposizione di interventi di mitigazione qualora tale esposizione sia eccessiva, riguardano le fasce di pertinenza acustica dell'opera di progetto tenendo conto dell'eventuale presenza di infrastrutture concorsuali.

Nello specifico l'opera in progetto è definita dal DPR 30 marzo 2004 n 142 (All.1 - Tabella 1) come strada di nuova realizzazione categoria "C-Extraurbana secondaria", sottocategoria ai fini acustici "C1", con fascia di pertinenza acustica unica di ampiezza 250 metri dal ciglio, per lato. I limiti acustici sono i seguenti:

- 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per ricettori sensibili quali, scuole, ospedali, case di cura;
- 65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori considerando un'ampiezza della fascia di pertinenza di 250 m dal ciglio validi per le infrastrutture di nuova realizzazione.

Nel caso di sovrapposizione di fasce di pertinenza acustica di altre infrastrutture stradali, è stata verificata la condizione di concorsualità, come indicata nel DMA 29/11/2000, attraverso la stima delle emissioni dei singoli archi viari in ragione del flusso veicolare che insiste su di essi.

Nel caso in cui, oltre all'opera di progetto siano presenti ulteriori infrastrutture, non sottoposte a simulazioni, i limiti imposti alla strada vengono ridotti di una quantità  $\Delta$  Leq ottenuta in base alla seguente equazione:

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

con L1 ed L2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente. In questo modo i due assi infrastrutturali rispettano dei limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo consentito per ogni singolo ricettore.

Tale formula fa sì che, nel caso in cui L1 ed L2 siano diversi, si applichi, ai due limiti, un'uguale riduzione percentuale, di modo che non venga penalizzata l'infrastruttura cui compete un limite acustico inferiore.

I limiti applicabili sono ottenuti sottraendo ai limiti imposti alla sola strada, il  $\Delta$  Leq ottenuto in base all'equazione precedentemente riportata. Tale  $\Delta$  Leq, e di conseguenza i limiti, variano in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle due infrastrutture.

Di seguito sono riportati i diversi scenari che descrivono le possibili interazioni fra le infrastrutture presenti.

#### Scenario A – Presenza della sola infrastruttura principale

Nel caso che nell'area non siano presenti ulteriori infrastrutture concorsuali si applicano i seguenti limiti al rumore emesso dalla sola infrastruttura di progetto:

Fascia	Leq diurno	Leq notturno
Unica (0 m-250 m)	65,0 dB(A)	55,0 dB(A)

Tabella 2-2 Valori limite in dB(A) in base a DPR 142/2004

#### Scenario B – Presenza della strada e di un'ulteriore infrastruttura

Nel caso in cui, oltre alla strada, sia presente un'ulteriore infrastruttura non oggetto di verifica delle emissioni ai fini normativi, i limiti imposti all'infrastruttura di progetto vengono ridotti.

Nelle zone in cui le rispettive fasce si sovrappongono, i limiti da rispettare sono inferiori a quelli che andrebbero rispettati nel caso in cui le due infrastrutture fossero considerate singolarmente.

Le infrastrutture considerate concorsuali nel progetto in esame sono:

- SP8;
- SP81;
- SS117bis,
- Ferrovia Gattano.

In considerazione della realizzazione della nuova infrastruttura, e per tenere conto della concorsualità delle infrastrutture suddette, si sono definiti, in via cautelativa, dei nuovi limiti normativi per i ricettori interessati dal rumore delle concorsuali diminuendo i limiti indicati nella tabella precedente di un valore pari a 3,0 dB, sia in ambito diurno, sia in ambito notturno.

Dalla verifica eseguita risulta che 62 edifici sono interessati da rumore concorsuale, in particolare, di tipo stradale. Nell'area di compresenza della ferrovia e dell'infrastruttura di progetto non risultano presenti ricettori.

A seguito delle valutazioni acustiche, dei 304 ricettori considerati nelle simulazioni, solo il ricettore 51, a destinazione uso residenziale di due piani, risulta oltre le soglie normative ed è collocato in area a carattere prevalentemente agricolo tra via dell'Uva e Contrada Manfria.

Di seguito si riportano i valori di simulazione acustica sui ricettori che risultano fuori limite (F.L.) nello scenario post operam.

N° Ricettore	Destinazione d'uso	Limiti acustici [dB(A)]		Valori di simulazione [dB(A)]			
		Diurno	Notturmo	Diurno	Superamento	Notturmo	Superamento
51	Residenziale	65,0	55,0	63,2	-	58,9	3,9

Tabella 2-3 Sintesi dei valori di simulazione sui ricettori fuori limite, nello scenario post operam

Per questo scenario sono state elaborate anche le mappe acustiche ad altezza 4 metri dal suolo per i periodi diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), a partire dalla codifica T00IA01AMBCT11A fino alla codifica T00IA01AMBCT28A.

Relativamente agli espropri, la realizzazione dell'opera determina il potenziale esproprio di tutto o parte dei seguenti edifici e relative pertinenze:

NUMERO	DESTINAZIONE D'USO	N° PIANI
21	Residenziale e assimilabili	1
37	Altro	1
88	Altro	1
194	Residenziale e assimilabili	1
196	Altro	1
244	Produttivo, industriale	1
245	Produttivo, industriale	2
258	Produttivo, industriale	1
275	Produttivo, industriale	1
282	Altro	1

Tabella 2-4 Elenco ricettori potenzialmente espropriati

## 2.4 SCENARIO POST OPERAM MITIGATO

In linea generale, l'obiettivo è stato quello di portare al di sotto dei limiti normativi in ambito esterno i ricettori che hanno presentato esuberi rispetto allo scenario post operam, effettuando una verifica dei livelli acustici degli edifici per definire in maniera esaustiva il dimensionamento degli interventi.

Nell'ottica di minimizzare gli effetti visivi delle schermature acustiche, il dimensionamento degli interventi è stato previsto solo per le situazioni che ne richiedevano effettiva necessità; inoltre, la tipologia di barriera scelta, come meglio dettagliato nel seguito, è prevista con materiali che coniugano l'efficienza sotto il profilo acustico con la qualità sotto l'aspetto visivo e l'armonizzazione ai caratteri paesaggistico-locali.

### 2.4.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

In sintesi, dopo l'inserimento degli interventi di mitigazione acustica, del totale dei 304 edifici individuati nel censimento, tutti i ricettori sono stati mitigati, ottenendo un abbattimento acustico medio di circa 9 decibel in ambito notturno sul ricettore 51.

Di seguito si riportano i valori risultanti dalla simulazione acustica sul ricettore oggetto di intervento di mitigazione.

N° Ricettore	N. Piani	Uso	Limiti acustici [dB(A)]		Valori di simulazione [dB(A)]			
			Diurno	Notturmo	Diurno	F.L.	Notturmo	F.L.
51	2	Residenziale	65,0	55,0	54,5	-	50,6	-

Tabella 2-5 Sintesi dei valori di simulazione sui ricettori fuori limite, nello scenario post operam mitigato

Per questo scenario sono state elaborate anche le mappe acustiche ad altezza 4 metri dal suolo per i periodi diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), rispettivamente con codifica T00IA01AMBCT32A e T00IA01AMBCT33A.

Le analisi acustiche mediante software di simulazione hanno definito il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica che riguardano circa 100 metri lineari di schermature antirumore, per una superficie di 300 metri quadrati complessivi.

Le schermature sono previste con tre modalità di realizzazione in ragione della disposizione rispetto ai dispositivi di ritenuta. Cioè, al fine di scongiurare qualsiasi interazione tra il sistema veicolo/barriera ed eventuali ostacoli non cedibili, come ad esempio una barriera antirumore, è necessario che questi siano collocati oltre ad una distanza minima funzione della tipologia del sistema di ritenuta.

In sintesi l'intervento antirumore previsto è in rilevato, nel tratto tra via dell'Uva e Contrada Manfria a 2,1 metri dal ciglio stradale per una lunghezza di 100 metri e con altezza pari a 3 metri.

La barriera di progetto presenta le seguenti caratteristiche:

- Assorbimento Acustico A3;
- Isolamento Acustico B3.

In riferimento alle tavole di rappresentazione degli interventi, cod. T00IA01AMBDT01A e T00IA01AMBDT02A, nella tabella sottostante si riporta il dettaglio degli interventi progettati.

Modulo	Tipologia	Lunghezza (m)	Altezza (m)	Superficie (mq)
Barriera "A"	Standard	100	3,0	300,0

Tabella 2-6 Dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica

### 3 CANTIERIZZAZIONE

#### 3.1 PREMESSA

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di cantieri fissi, posizionati lungo il tracciato, che si distinguono in:

- Cantiere Base;
- Cantiere Operativo.

Ai fini di valutare le interferenze acustiche generate per la realizzazione del progetto in oggetto nella fase di corso d'opera, sono stati considerati anche i cantieri lungo linea adibiti per le realizzazioni dei rilevati/trincee e per le opere d'arte.

Pertanto, nel presente studio acustico, saranno analizzati anche i cantieri lungo linea distinti in:

- Cantieri Lungo linea per trincee/rilevati;
- Cantieri Lungo linea per viadotti;
- Cantieri Lungo linea per Gallerie Artificiali.

L'analisi acustica è stata rappresentata mediante una modellazione matematica con il medesimo software di simulazione utilizzato per le fasi di esercizio, CadnaA, che al suo interno è dotato di un ampio database di sorgenti specifiche di cantiere, comunque implementabile.

Per ogni categoria di cantiere, al fine di individuare le situazioni rappresentative da modellare attraverso il codice di calcolo, si sono assegnate le fasi di lavorazioni previste, i macchinari utilizzati, la loro percentuale di utilizzo nell'arco della giornata e l'eventuale contemporaneità tra più di essi.

Per quanto riguarda i cantieri fissi sono stati simulate tutte le aree di lavorazione mentre, per i cantieri lungo linea, sono state scelte le aree più rappresentative verificando le distanze oltre le quali la rumorosità emessa può ritenersi trascurabile.

Dalle dette simulazioni sono stati individuati i ricettori fuori limite e, successivamente, si sono dimensionati gli interventi di mitigazione acustica sulle aree di cantiere.

#### 3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività oggetto di analisi riguardano sostanzialmente due categorie: lavorazioni di cantiere stradale e movimentazione di materiale sulla rete viaria esistente.

Entrambe le categorie di lavori si riferiscono ad aree localizzate e/o a assi infrastrutturali su cui transitano mezzi stradali. Anche se la rete infrastrutturale utilizzata è prevalentemente quella esistente, le caratteristiche di flusso, in termini di numero di mezzi e di velocità di transito, sono tali da richiamare i riferimenti normativi "locali" piuttosto che quelli di interesse nazionale prima citati su "strade" (DPR n. 142 del 30/3/2004 "Rumore prodotto da infrastrutture stradali").

Questa considerazione assume maggiore consistenza in ragione della temporaneità delle attività in essere, caratteristica che può essere regolamentata dall'art. 4, comma 1, lettera g) e dall'art. 6, comma 1, lettera h) della legge quadro sull'inquinamento acustico n.447 26 ottobre 1995.

A questo proposito, i valori di esposizione massima al rumore della popolazione sono normati sulla base della pianificazione acustica comunale in ottemperanza alla citata Legge Quadro 447/1995.

Ogni Amministrazione comunale interessata, cioè, redige la Zonizzazione Acustica del proprio territorio in cui si individuano porzioni di territorio acusticamente omogenee e a cui corrispondono determinati valori di riferimento. Il territorio risulta quindi suddiviso in sei tipologie di sensibilità acustica in ragione del suo uso prevalente: dalla classe 1, la più sensibile, utilizzata per ricettori e aree in cui la quiete sonora è prioritaria (scuole, ospedali, ecc.), alla classe 6, utilizzata per ricettori e aree esclusivamente industriali e produttive in cui sono generalmente presenti all'interno più sorgenti di rumore. Tra queste due categorie sono presenti le classi dalla 2 alla 5 che rappresentano aree di tutela dal rumore intermedie in ragione di alcuni parametri di caratterizzazione del livello di "attività umana", quali, la densità abitativa, la presenza di attività artigianali e/o industriali, la presenza e il tipo di infrastrutture di trasporto, ecc.

In riferimento a queste classi acustiche comunali sono definiti dei limiti acustici, come indicati nel DPCM 14/11/1997, distinti in Valori limite di emissione (art. 2), Valori limite assoluti di immissione (art. 3), Valori limite differenziali di immissione (art. 4), Valori di attenzione (art. 6), Valori di qualità (art.7).

Poiché non è presente una classificazione acustica comunale, per il comune di Butera ed il Comune di Gela il riferimento sarà, il DPCM 01/03/1991, dove per l'area in esame per quanto riguarda il limite diurno (periodo di funzionamento dei cantieri) il limite è pari a 70 dB(A).

Inoltre, ai sensi dell'art. 1 comma 4 del D.P.C.M. 01/03/1991, le attività temporanee, quali cantieri edili, qualora comportino l'impiego di macchinari ed impianti rumorosi (che possono superare il limite sopra citato), debbono essere autorizzate anche in deroga ai limiti del presente decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, dal sindaco, il quale stabilisce le opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico sentita la competente USL.

### 3.3 IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

L'analisi acustica degli aspetti di cantiere viene rappresentata mediante il software di simulazione sulla base di un input progettuale dedotto dagli elaborati tecnici di cantierizzazione, cioè:

- localizzazione delle diverse aree di cantiere, distinguendo i cantieri fissi dai cantieri lungo linea;
- caratterizzazione delle differenti tipologie e numero dei macchinari ed attività previste;
- caratterizzazione delle sorgenti sonore per ogni tipologia di lavorazione;
- assegnazione della durata giornaliera delle attività e della percentuale di utilizzo (CU) dei singoli macchinari utilizzati;
- calcolo della potenza sonora  $L_w(A)$  associata a ciascun cantiere;
- verifica dei parametri normativi del caso;
- previsione di interventi di mitigazione laddove risultato necessario.

Le macchine di cantiere sono state considerate come sorgenti puntiformi a cui è stata assegnata una determinata potenza sonora e una quota sul piano campagna, che rappresenta la quota di emissione. La caratterizzazione acustica dei macchinari viene estrapolata da misure dirette sui macchinari e/o dal database interno del modello di simulazione e/o da fonti documentali pubbliche. A questo proposito in particolare si fa riferimento alla caratterizzazione delle sorgenti di cantiere del C.P.T. Il C.P.T. (Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia) è un ente senza scopo di lucro, costituito nel 1970 con accordo tra il Collegio dei Costruttori Edili (ANCE) della provincia di Torino, le associazioni artigiane di categoria (CNA-Costruzioni, CASA e Unione Artigiana) e le organizzazioni sindacali dei lavoratori edili (FeNeAL-UIL, FILCA-CISL, FILLEA-CGIL). Il C.P.T. mette a disposizione per bande di ottava dati di "Pressione sonora" e/o "Potenza acustica" di un congruo numero di macchinari di cantiere, suddivisi per tipologia e/o marca e/o modello specifico.

Sulla base della rappresentazione delle varie tipologie di cantiere, l'analisi delle interferenze di tipo acustico viene condotta relativamente alle fasi di maggiore emissione rumorosa estendendone i risultati all'intero ciclo lavorativo. Con tale approccio si è voluto rappresentare una condizione sicuramente cautelativa per i ricettori, demandando alle successive fasi di progettazione il dettaglio maggiore che ad esse compete.

In ragione della tipologia di sorgenti acustiche di progetto, la stima delle eventuali interferenze sugli edifici prossimi alle aree di attività viene effettuata, come detto, in funzione dei limiti acustici dedotti dalla classificazione acustica comunale, se presente. Sono infine state effettuate le simulazioni acustiche del caso, sia simulando le attività presenti all'interno dei cantieri fissi presenti lungo il tracciato sia simulando le attività realizzative dell'opera che si localizzano nei cantieri lungo linea.

Nel seguente paragrafo si riportano le analisi acustiche effettuate per ciascuna tipologia di sorgente sonora individuata.

### 3.4 DATI DI INPUT: ANALISI DELLE SORGENTI SONORE

Come riportato in premessa, per lo studio acustico redatto per fase di cantiere, sono stati considerati i cantieri fissi e i cantieri lungo linea.

In particolare, per quanto riguarda i cantieri fissi sono state individuate tre aree:

- Cantiere Base;
- Cantiere Operativo;

Il cantiere base è un cantiere che insiste sul territorio per l'intera durata dei lavori del singolo tronco di lavorazione. Questo è un cantiere dove si ha una grande movimentazione di materiali e mezzi che afferiscono all'intero tronco e in cui è in generale presente anche l'officina per la riparazione di mezzi e per la prefabbricazione.

Il cantiere operativo è, invece, un'area a servizio delle opere d'arte che sono realizzate nel fronte avanzamento lavori (F.A.L.).

Sono previste infatti, cinque fasi con relative sottofasi in base al territorio, alla sezione di infrastruttura che sarà realizzata e alle tempistiche insite nelle lavorazioni di cantiere previste.

Nel dettaglio, in riferimento ai dati forniti dalla cantierizzazione, nel seguito si riporta l'elenco delle aree di cantiere fisse adibite per la realizzazione del progetto.

Cantiere	Tipologia Cantiere	Numero
Cantiere Base	Logistico Operativo	1
Cantiere Operativo	Logistico Operativo	8

Per quanto riguarda tutti e 9 i cantieri fissi, in ragione della permanenza continuativa sul territorio e delle emissioni acustiche prodotte al loro interno, si è preferito fornire una rappresentazione puntuale sul territorio mediante simulazioni acustiche su tutte le aree e su tutti i ricettori direttamente interessati dal fenomeno.

Per tutte le lavorazioni Lungo linea, invece, tenendo conto del ridotto periodo temporale di attività e, quindi, della minore criticità che può essere indotta sul territorio, sono state predisposte delle analisi acustiche seguendo un modello tipologico; sono state effettuate cioè delle simulazioni acustiche rappresentative della modalità di propagazione dei livelli sonori sul territorio verificando le distanze oltre le quali la rumorosità emessa può ritenersi trascurabile.

Per i cantieri lungo linea, quindi, sono state oggetto di simulazione le attività correlate alle principali lavorazioni del caso, localizzandole nelle tratte di maggiore presenza di ricettori; sono state stimate quindi le potenze sonore correlate alle attività costruttive delle seguenti tipologie di opera:

- lavorazioni per viadotto;
- lavorazioni per rilevato/trincea;
- lavorazioni per la galleria artificiale.

Per le varie tipologie di cantiere individuate sono state simulate le seguenti aree rappresentative:

- Cantiere Lungo Linea realizzazione galleria Artificiale Poggio Vipera;
- Cantiere Lungo Linea realizzazione Viadotto altezza Via dell'Uva nel comune di Butera;
- Cantiere Lungo Linea realizzazione rilevato/trincea tra Via dell'Uva e Contrada Manfria.

Su ogni cantiere e/o area operativa è stato identificato un database di macchinari appartenenti alle seguenti tipologie da utilizzare all'interno delle simulazioni acustiche:

- autocarro;
- escavatore;
- pala meccanica;
- rullo compressore;
- macchina per pali, trivelle;
- Bulldozer;
- Autobetoniere;
- Gru;
- officina.

In riferimento alla relazione di cantierizzazione e delle potenze acustiche dei singoli macchinari dedotti, come detto, da fonti documentali pubbliche, nonché tenendo conto che la giornata lavorativa fa riferimento al solo periodo diurno, il tipo di macchina operatrice considerata e la localizzazione delle potenze sonore dei cantieri sono riportate nelle seguenti tabelle.

### CANTIERI FISSI

Cantiere Base e operativi			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Movimentazione materiali	1	0,80	102,8
Autocarro	4	0,10	99,4
Officina	1	0,30	102,7
<b>Totale mezzi</b>	<b>5</b>		
<b>LwA diurno</b>			<b>104,4</b>

CANTIERI LUNGO LINEA

Galleria			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Gru	1	0,20	91,9
Autocarro	1	0,25	97,3
Autobetoniera	1	0,30	106,7
Getto cls	1	0,30	80,0
Macchina per pali	1	0,50	106,7
Escavatore	1	0,15	96,0
<b>Totale mezzi</b>	<b>6</b>		
<b>LwA diurno</b>			<b>110,2</b>

Viadotto			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Gru	1	0,30	93,6
Autocarro	1	0,25	97,3
Autobetoniera	1	0,30	106,7
Getto cls	1	0,30	80,0
Macchina per pali	1	0,25	103,7
Escavatore	1	0,30	99,0
<b>Totale mezzi</b>	<b>6</b>		
<b>LwA diurno</b>			<b>109,3</b>

Rilevato/trincea			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Autocarro	1	0,35	98,8
Escavatore	1	0,30	99,0
Rullo compressore	1	0,20	95,5
Bulldozer	1	0,20	100,1
<b>Totale</b>	<b>4</b>		
<b>LwA diurno</b>			<b>104,7</b>

Le potenze sonore mostrate nel presente paragrafo sono quindi state implementate all'interno del modello di simulazione, localizzandole nelle opportune zone di lavorazione. Nel seguente paragrafo si riportano gli output del modello con le opportune valutazioni del caso.

### 3.5 Dati di output delle simulazioni modellistiche

Le simulazioni hanno restituito i livelli di rumore sia in formato numerico che mediante curve di isofoniche, entrambi strumenti di valutazione con le quali è stato possibile dimensionare in maniera opportuna, laddove necessario, gli interventi di mitigazione di cantiere.

Di seguito si illustrano gli output del modello di simulazione sia per i cantieri fissi, che per i cantieri lungo linea. Negli elaborati "T00IA01AMBCT29A e T00IA01AMBCT30A - Mappe impatto acustico in corso d'opera" inoltre, vengono riportate le curve isofoniche restituite dal modello.

#### 3.5.1 CANTIERI FISSI

Per quanto riguarda i cantieri fissi, si sono effettuate le simulazioni modellistiche per le 9 aree localizzate lungo il tracciato.

Dalle simulazioni effettuate, sui 304 ricettori presenti nel tracciato, nessun ricettore risulta fuori limite rispetto ai valori di emissione considerati.

Per tutti i cantieri fissi sarà comunque necessario prevedere delle azioni di buona gestione dei cantieri in modo da ridurre al massimo l'impatto sul territorio ad opera delle lavorazioni indagate.

#### 3.5.2 CANTIERI LUNGO LINEA

Per quanto riguarda i cantieri lungo linea, sono stati analizzati i valori di output numerici restituiti dal modello a diverse distanze dalle aree di lavorazione. Per ogni tipologia di lavorazione, quindi, costituita dalle attività costruttive lungo il tracciato, si riportano di seguito gli output numerici restituiti dal modello alle diverse distanze.

Le attività simulate produrranno quindi sui ricettori limitrofi i seguenti livelli di rumore stimati come valore medio in funzione alla distanza dalle aree di lavorazione:

Distanza dal cantiere	Impatto acustico per tipologia di lavorazione – Valori in dB(A)		
	Galleria artificiale	Viadotto	Rilevato/trincea
10 m	64,0	64,2	59,8
20 m	61,2	61,7	57,2
30 m	59,2	59,8	55,8
40 m	57,8	57,9	54,1
50 m	56,1	55,9	54,8
60 m	53,7	54,2	52,1

Da quanto riportato, per le suddette tipologie di lavorazione si evidenzia che, ogni qual volta le lavorazioni saranno eseguite in un tratto di infrastruttura che presenta dei ricettori a distanza ravvicinata, sarà opportuno valutare l'installazione di barriere mobili di cantiere. La lavorazione

maggiormente invasiva sul clima acustico, risulta essere la realizzazione del viadotto, per la quale si prevede l'installazione di barriere provvisorie ogni volta che si presentino ricettori ad una distanza inferiore di circa 20 metri.

### 3.6 PREVENZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

In linea generale, in fase di cantierizzazione sarà necessario ricercare e mettere in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o interventi volti a rendere il clima acustico inferiore ai valori massimi indicati nella normativa tecnica nazionale e regionale. Nel caso tale condizione non fosse comunque raggiungibile, l'appaltatore dovrà effettuare delle valutazioni di dettaglio e, laddove necessario, richiedere al Comune una deroga ai valori limite, ai sensi della Legge 447/95. Nel presente paragrafo vengono quindi indicate le opere di mitigazione del rumore proponibili, nonché i provvedimenti tecnici atti a contenere il rumore nelle diverse situazioni riscontrabili all'interno delle aree di lavorazione.

Gli interventi antirumore in fase di cantiere possono essere ricondotti a due categorie:

- interventi "attivi", finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

In termini generali, considerando che si pone il problema e la necessità di rispettare la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL 81 del 09.04.2008 e s.m.i.), è certamente preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere. È necessario dunque garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, è importante effettuare una verifica puntuale su ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo, quando possibile, sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Vengono nel seguito riassunte le azioni finalizzate a limitare a monte il carico di rumore nelle aree di cantiere:

- **Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali**
  - Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali.

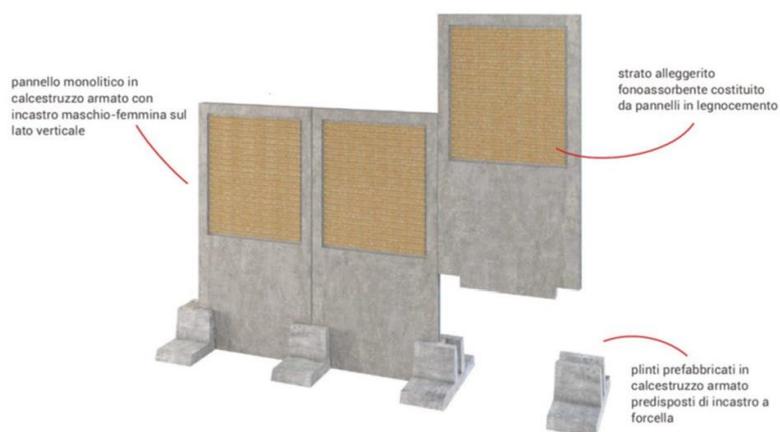
- Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate.
- Installazione, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.
- Utilizzo di impianti fissi schermati.
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.
  
- **Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature**
  - Manutenzione generale dei mezzi e dei macchinari mediante lubrificazione delle parti, serraggio delle giunzioni, sostituzione dei pezzi usurati, bilanciatura delle parti rotanti, controllo delle guarnizioni delle parti metalliche, ecc.
  - Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
  
- **Modalità operazionali e predisposizione del cantiere**
  - Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).
  - Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate.
  - Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio.
  - Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6:00 8:00 e 20:00 22:00).
  - Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

### 3.7 MITIGAZIONI IN FASE DI CANTIERE

Per le tipologie di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in oggetto, al fine di mitigare eventuali ricettori risultanti fuori limite nella fase di corso d'opera, elemento riscontrabile attraverso il monitoraggio della componente in esame, si prevede l'installazione di barriere acustiche mobili in corrispondenza dei cantieri.

Nel caso in cui si superasse il limite normativo pari a 70,0 dB, per quanto riguarda i cantieri fissi, si prevede un dimensionamento delle barriere attorno al perimetro delle aree stesse, di altezza tra i 3 e i 4 metri, mentre, per i cantieri lungo linea, si prevede di installare, intorno all'area occupata dai macchinari, un sistema di barriere mobili sempre di altezza tra i 3 e i 4 metri.

Nell'immagine seguente si riporta un'immagine della Barriera mobile "tipo" utilizzata nello studio in oggetto.



E' importante osservare come, se durante il monitoraggio, si dovesse riscontrare eventuale superamento del limite, per il dimensionamento della lunghezza delle barriere lungo linea si dovrà necessariamente tener conto dell'evoluzione delle attività di cantiere e in particolare della velocità del Fronte Avanzamento Lavori (FAL).