



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
3.1	NORMATIVA ITALIANA.....	4
3.2	NORMATIVA REGIONE TOSCANA.....	4
3.3	NORMATIVA LOCALE .....	5
3.4	NORME UNI, EN, ISO.....	5
3.5	DESCRIZIONE PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO: .....	5
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE CLIMA ACUSTICO SITUAZIONE ATTUALE</b> .....	<b>19</b>
4.1	ANALISI ACUSTICA DEL TERRITORIO .....	19
4.2	ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO .....	19
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA STIMA IMPATTO ACUSTICO</b> .....	<b>21</b>
5.1	PREMESSA .....	21
5.2	DEFINIZIONI GRANDEZZE INQUINAMENTO ACUSTICO .....	21
5.2.1	<i>Rumore dalle Macchine Operatrici</i> .....	22
5.2.2	<i>Cenni sugli interventi di mitigazione</i> .....	24
5.3	VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI ESERCIZIO .....	26
5.3.1	<i>Caratterizzazione e dislocazione dei recettori sensibili</i> .....	27
5.3.2	<i>Codice di calcolo SuondPLAN</i> .....	31
5.3.3	<i>Definizione del modello e simulazione dello stato di progetto</i> .....	35
5.3.4	<i>Taratura e validazione del modello</i> .....	36
5.3.5	<i>Simulazione in fase di esercizio</i> .....	38
5.3.6	<i>Individuazione e dimensionamento di massima degli interventi di mitigazione</i> .....	54
<b>6</b>	<b>VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE</b> .....	<b>70</b>
<b>7</b>	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA</b> .....	<b>72</b>
7.1	IN FASE DI CANTIERE .....	72
7.2	IN FASE DI ESERCIZIO.....	74
7.3	CONCLUSIONI .....	75
<b>8</b>	<b>FASCICOLO DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>77</b>
8.1	CARATTERISTICHE DEGLI STRUMENTI DI MISURA.....	77
8.2	PIANO DI MONITORAGGIO IN FASE DI COSTRUZIONE.....	78
8.3	PIANO DI MONITORAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO .....	80
8.4	FINALITÀ DEL MONITORAGGIO .....	81
<b>9</b>	<b>ALLEGATI GRAFICI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>83</b>
<b>10</b>	<b>APPENDICE A – SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO</b> .....	<b>84</b>
<b>11</b>	<b>APPENDICE B – RAPPORTO MISURE FONOMETRICHE</b> .....	<b>94</b>
11.1	RILIEVI FONOMETRICI .....	94
11.2	STRUMENTAZIONE DI MISURA.....	94
11.3	STRUMENTAZIONE DI MISURA.....	95

## 1 PREMESSA

Il presente studio è stato redatto a supporto del Piano di Recupero dell'area ex Motofides in località Marina di Pisa. Dal punto di vista amministrativo l'area di intervento ricade per la maggior porzione nell'ambito del Parco Regionale di San Rossore – Migliarino – Massaciuccoli e per la restante parte nell'ambito normativo del Comune di Pisa.

L'intervento in esame riguarda la trasformazione del complesso industriale della ex Motofides, dismesso dal 1988, ed alcune aree limitrofe delimitate dalla foce dell'Arno, dal Mar Tirreno e dal centro abitato di Marina di Pisa. L'obiettivo del presente studio è quello di evidenziare l'esistenza o meno di un impatto sulla componente rumore. A tale fine si procede in primo luogo descrivendo lo stato di fatto del clima acustico, utilizzando i dati informativi degli enti preposti al monitoraggio di tale componente ambientale: piani di zonizzazione acustica e dati della campagna 2005 di misure effettuate. Successivamente, dopo l'individuazione dei recettori interessati che subiscono un cambiamento negativo o positivo del grado di qualità della componente rumore, si procede con una stima delle emissioni afferenti alle infrastrutture viarie (di servizio e di attraversamento) realizzate e modificate in seguito alla progettazione del Porto Turistico di Pisa, analizzata tramite un opportuno modello di calcolo. Vengono dunque individuate eventuali situazioni critiche rispetto ai limiti stabiliti dalla zonizzazione acustica del Comune di Pisa, sia nelle condizioni di esercizio dell'opera che nella predisposizione di piani di monitoraggio durante le fasi realizzative. Si provvede infine all'individuazione di possibili interventi di mitigazione atti a limitare l'impatto sulla componente in esame sia in fase di esecuzione dei lavori sia in esercizio.

## 2 GENERALITA'

Lo studio dell'impatto ambientale sulla componente rumore si basa fundamentalmente sulle seguenti informazioni:

- normative di riferimento: leggi e norme di settore, zonizzazione acustica del Comune di Pisa, Piano Urbano del Traffico, limiti e linee guida di qualità del rumore, valori di riferimento (baseline ambientali, indici di valutazione, ecc.) per la valutazione degli impatti;
- informazioni di tipo progettuale: caratteristiche dell'opera in progetto, tipologia e grado di interferenza durante le fasi realizzative, ubicazione e caratterizzazione dei cantieri ed annessa viabilità; cronoprogramma dei lavori;
- informazioni sul territorio: ubicazione e caratterizzazione dei recettori, grado di sensibilità del territorio, presenza di altre sorgenti di emissione, caratterizzazione del clima acustico nella situazione attuale;

In particolare la previsione del rumore ed il piano di monitoraggio si basano sui seguenti elaborati:

- classificazione e caratteristiche tecnico-geometriche delle strade in progetto ed esistenti;
- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, piante, prospetti del porto, viabilità di servizio e nuova viabilità in sostituzione della SS224;
- rilievi del flusso veicolare e del livello equivalente in punti caratteristici;
- stima previsionale dei flussi di traffico basata sullo studio trasportistico
- cartografia tecnica di base digitale;
- dislocazione dei recettori maggiormente significativi strumenti di pianificazione comunale;
- piano di cantierizzazione.

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito i principali riferimenti normativi ai quali si fa riferimento:

#### 3.1 Normativa Italiana

- Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995: “Legge Quadro sull’inquinamento acustico”.
- DPCM 1 Marzo 1991: “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.
- Decreto Legislativo N.285 del 30 aprile 1992: “Nuovo Codice della Strada”.
- DPCM 14 Novembre 1997: “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.
- Decreto del Ministero dell’Ambiente 16.03.98: “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”.
- DPCM 31 marzo 1998: “Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- Decreto Ministeriale del 29 novembre 2000: “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262 “Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto”.
- Decreto del Presidente della Repubblica N. 142 del 30/3/2004: “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”.

#### 3.2 Normativa Regione Toscana

- L.R. n° 79 del 03/11/98 "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale" (B.U.R. Toscana n° 37 del 12/11/98)
- L.R. n. 89 del 1/12/98 Norme in materia di inquinamento acustico" (B.U.R. Toscana n. 42 del 10/12/98)
- D.G.R. n° 788 del 13/07/99 "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12 comma 2 e 3 della L.R. n°89/98" (B.U.R. Toscana n° 32 del 11/08/1999, parte 2^ , sezione I )

### 3.3 Normativa Locale

- Zonizzazione acustica del Comune di Pisa
- Piano Urbano del Traffico del Comune di Pisa

### 3.4 Norme UNI, EN, ISO

- Normativa UNI 9884 del 1997: “Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”.
- UNI 9884-1991 -Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale.
- EN 60651-1994 - Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1).
- EN 60804-1994 - Class 1 Integrating-averaging sound level meters (CEI 29-10).
- EN 61094/1-1994 - Measurements microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones.
- EN 61094/2-1993 - Measurements microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/3-1994 - Measurements microphones - Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/4-1995 - Measurements microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones.
- EN 61260-1995 - Octave-band and fractional-octave-band filters (CEI 29-4).
- IEC 942-1988 - Electroacoustics - Sound calibrators (CEI 29-14).
- ISO 226-1987 - Acoustics - Normal equal - loudness level contours.

### 3.5 Descrizione principale normativa di riferimento:

Attualmente il quadro normativo nazionale si basa su due fonti principali, il D.P.C.M. del 1 Marzo 1991 e la Legge quadro n. 447 del 26 Ottobre 1995 e da una serie di decreti attuativi della legge quadro (DPCM 14 Novembre 1997, DM 16 Marzo 1998, DPCM 31 marzo 1998, DPR n. 142 del 30/3/2004), che rappresentano gli strumenti legislativi che hanno consentito di realizzare una disciplina organica e sistematica dell'inquinamento acustico.

Il D.P.C.M. 01 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno” pur con caratteristiche di transitorietà in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia, stabilisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi ed esterni, differenziandoli a seconda della destinazione d'uso e della fascia oraria interessata (periodo diurno e periodo notturno). Tale decreto è stato integrato dal DPCM 14 novembre 1997

“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” valido per le sorgenti fisse e mobili, fissa i limiti di emissione, immissione, attenzione, qualità già definiti nel D.L. 447/1995.

Riportiamo di seguito le definizioni base desunte dall'allegato A del DPCM del 1991 e riprese dalla D.L. 447/1995:

- *rumore*: “qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente”;
- *livello di rumore residuo  $L_r$* : “livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata “A” che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti (...)”;
- *livello di rumore ambientale  $L_a$* : “livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A” prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti”;
- *sorgente sonora*: “qualsiasi oggetto, dispositivo o macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissione sonora”;
- *livello di pressione sonora*: “esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) (...)”
- *livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”  $Leq(A)$* : è il parametro fisico adottato per la misura del rumore (...);
- *livello differenziale di rumore*: “differenza tra il livello  $Leq(A)$  di rumore ambientale e quello del rumore residuo”;
- *tempo di riferimento  $T_r$* : “parametro che rappresenta la collocazione del fenomeno acustico nell'arco delle 24 ore: si individuano il periodo diurno e il periodo notturno. Il periodo diurno è (...) quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h. 6.00 e le h. 22.00. il periodo notturno è quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h. 22.00 e le h. 6.00”.

**La legge quadro dell'inquinamento acustico** stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione. Essa delinea le direttive, da attuarsi tramite decreto, su cui si debbono muovere le pubbliche amministrazioni e i privati per rispettare, controllare e operare nel rispetto dell'ambiente dal punto di vista acustico.

Ai fini della presente legge si intende per:

a) inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo o 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 le legittime fruizioni degli ambienti stessi;

e) valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente sonora stessa;

f) valori limite di immissione: il 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;

g) valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;

h) valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le metodologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

I valori limite delle lettere e), f), g) e h) sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere.

I valori limite di immissione sono distinti inoltre in valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, e in valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

La legge quadro stabilisce anche le competenze delle Regioni, delle Province e dei Comuni in materia di tutela dall'inquinamento acustico. A questi ultimi spetta la classificazione acustica del territorio comunale, l'adozione di eventuali piani di risanamento e di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico, la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli.

La legge definisce altresì la figura di tecnico competente in acustica, quale persona idonea ad effettuare le misurazioni, verificandone il rispetto dei limiti, a redigere piani di risanamento e a svolgere le relative attività di controllo.

In relazione alle infrastrutture stradali e al rumore da traffico veicolare, la legge quadro, rispetto al precedente decreto, introduce alcune novità:

- le infrastrutture stradali vengono inserite fra le sorgenti sonore fisse, assoggettandole al rispetto dei limiti di accettabilità di cui alla tabella precedentemente illustrata del DPCM 01 marzo 1991;
- la pianificazione e la gestione del traffico stradale vengono annoverati fra i provvedimenti da adottare per la limitazione delle immissioni sonore;
- allo Stato viene assegnata la competenza nell'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte da autostrade e strade statali;
- vengono ricondotti in questa legge tutti i procedimenti di VIA ai sensi dell'art.6 della Legge 8 luglio 1986 n.349 dal D.P.C.M. 10/08/88 n. 377 e dal D.P.C.M. del 27/12/88. Viene prescritta la relazione di impatto acustico come parte integrante della VIA, relativa alla realizzazione, modifica o potenziamento delle seguenti opere:
  - aeroporti, eliporti, aviosuperfici;
  - strade ed autostrade di ogni ordine e grado, escluse le interpoderali e private;
  - discoteche;
  - impianti sportivi e ricreativi;
  - ferrovie ed altri sistemi di trasporto su rotaia;



- gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture, comprese quelle stradali, hanno l'obbligo di predisporre ed attuare i piani di risanamento ed abbattimento del rumore nei casi di superamento dei limiti di legge;

**DPCM del 14 Novembre del 1997** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione nell'ambiente esterno dall'insieme delle sorgenti presenti nell'area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono riportate nella legge quadro n. 447/95 e riportati di seguito nelle tabelle B-C-D. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

Tabella A. Classificazione del territorio comunale (art.1)

CLASSI	AREE
I	<b>aree particolarmente protette:</b> 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 ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II	<b>aree destinate ad uso prevalentemente residenziale:</b> 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 e artigianali.
III	<b>aree di tipo misto:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o 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.
IV	<b>aree di intensa attività umana:</b> 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.
V	<b>aree prevalentemente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	<b>aree esclusivamente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art.2)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
Classi	Tipo di area	giorno (06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
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 C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) (art.3)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
Classi	Tipo di area	giorno (06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
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 D: valori di qualità - Leq in dB(A) (art.7)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
Classi	Tipo di area	giorno (06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree prevalentemente residenziali	52	42
III	Aree di tipo misto	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella E: valori limite assoluti di attenzione - Le in dB(A) (art.6)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
Classi	Tipo di area	giorno (06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
I	Aree particolarmente protette	60	45
II	Aree prevalentemente residenziali	65	50
III	Aree di tipo misto	70	55
IV	Aree di intensa attività umana	75	60
V	Aree prevalentemente industriali	80	65
VI	Aree esclusivamente industriali	80	80

Le classi di zonizzazione del territorio e i valori limite di immissione (tabella C del presente decreto) coincidono con quelli determinati dal DPCM del 1/03/1991. Mentre i valori limite di emissione, più restrittivi rispetto ai precedenti dovendo considerare la presenza di più sorgenti di rumore, sono indicati nella tabella B. I rilevamenti e le verifiche di tali valori limite di emissione devono essere effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Per quanto concerne i valori limite differenziali di immissione, il decreto suddetto stabilisce che tali valori, definiti dalla legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447, non sono applicabili nelle aree classificate come classe VI della Tabella A e se la rumorosità è prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali.

L'art. 5 fa riferimento chiaramente alle infrastrutture dei trasporti per le quali i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, fissati successivamente dal DPR n. 142 del 2004.

Con l'entrata in vigore del D.P.C.M. 14/11/97 vengono quindi indicate una situazione transitoria ed una situazione a regime:

- Situazione transitoria: nell'attesa che i Comuni provvedano alla classificazione acustica del territorio comunale secondo quanto specificato negli artt. 4 e 6 della Legge Quadro 447/95, si continueranno ad applicare i valori limite dei livelli sonori di immissione, così come indicato nell'art.8 del D.P.C.M. 14/11/97 e previsti dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri DPCM 1°marzo 1991;
- Situazione a regime: il livello di immissione dovrà rispettare i limiti assoluti di immissione di cui alla tabella C del D.P.C.M. 14/11/97. Per stabilire i limiti assoluti bisogna attribuire alla zona in esame una classe acustica;

Per quanto concerne il rumore prodotto dal traffico veicolare e le infrastrutture stradali, il presente decreto fornisce in sintesi le seguenti indicazioni:

- viene introdotto il concetto di fascia di pertinenza, consistente in una striscia di terreno di opportuna estensione disposta ai lati della strada, entro la quale si prescindono dai limiti relativi alla

classificazione acustica riportati in Tabella C tranne che per le infrastrutture stradali di tipo E ed F per cui si rifà ai limiti del Comune tenendo conto della Tabella C del presente Decreto.

- la determinazione dell'estensione di tale fascia di pertinenza e dei valori assoluti da rispettare nel suo ambito viene rimandata al regolamento di esecuzione (DPR 142/2004);
- viene ribadita l'inapplicabilità del criterio del valore limite differenziale alle infrastrutture stradali .

**Il DM Ambiente 16.03.98** “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”, emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al presente decreto).

I criteri e le modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono invece indicati nell'allegato C al presente Decreto, mentre le modalità di presentazione dei risultati delle misure lo sono in allegato D al Decreto di cui costituisce parte integrante.

Il Decreto inoltre dedica uno specifico allegato al rumore ferroviario e al rumore stradale.

Relativamente al rumore stradale viene stabilito che:

- le misure in esterno devono essere eseguite ad 1 m dalla facciata degli edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e ad una quota da terra pari a 4m (in assenza di edifici la misura va eseguita in corrispondenza della posizione occupata dai ricettori sensibili);
- le misure vanno effettuate in assenza di precipitazioni atmosferiche, nebbia e neve, con vento di velocità inferiore a 5 m/s;
- le misure devono essere eseguite per un tempo non inferiore ad una settimana;
- dai dati raccolti vanno desunti i valori del livello equivalente continuo ponderato “A” di ogni ora di ciascun giorno, calcolando da essi il livello equivalente diurno e notturno di ogni giorno e i valori medi settimanali diurni e notturni. Tali ultimi valori vanno confrontati con i limiti di immissione che saranno stabiliti dal regolamento di esecuzione preannunciato dalla legge Quadro 447/95 e dal DPCM 14/11/1997, ma non ancora emanato;
- non sono applicabili i fattori correttivi che penalizzano la presenza nelle immissioni sonore di componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza.

I limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, fissati in relazione alla diversa destinazione d'uso del territorio, sono indicati nella tabella 2 del decreto.

**Il DM Ambiente 29 novembre 2000** “ Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”. Il decreto esplicita l'obbligo, già attribuito ai gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture dalla legge Quadro n.447, di predisporre ed

attuare i piani di contenimento ed abbattimento del rumore nei casi di superamento dei limiti di legge, stabilendo i seguenti precisi termini di scadenza:

- individuazione delle aree ove sia stimato o rilevato il superamento dei limiti di immissione previsti, e trasmissione dei dati relativi ai Comuni e Regioni competenti entro il 04 agosto 2002;
- predisposizione dei piani di contenimento ed abbattimento e la loro presentazione a Comuni e Regioni competenti entro il 04 febbraio 2004;
- conseguimento degli obiettivi dei piani di cui sopra entro 15 anni dalla data di espressione della Regione, o in caso di silenzio, dalla data di presentazione dei piani.

L'esecuzione degli interventi per il contenimento e l'abbattimento delle immissioni va programmata negli anni dall'ente gestore secondo un criterio di priorità definito dallo stesso decreto sulla base dei livelli di immissione sonora, del numero di soggetti esposti e della tipologia dei ricettori interessati.

Il Decreto fornisce anche indicazioni sui criteri e sui contenuti minimi della progettazione degli interventi, nonché sulle caratteristiche delle barriere acustiche, delle pavimentazioni antirumore e delle finestre fonoisolanti, ed elenca i costi unitari per le varie tipologie di bonifica.

**Il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 1 Aprile 2004** individua le linee guida per l'utilizzo di sistemi innovativi per l'abbattimento e la mitigazione dell'inquinamento ambientale, esse potranno essere modificate con decreto del Ministro dell'Ambiente e della tutela del Territorio. Nella redazione dei progetti il proponente deve attenersi al contenuto delle linee guida per l'utilizzo di sistemi innovativi per l'abbattimento e la mitigazione dell'inquinamento ambientale, ciò al fine di garantire una migliore qualità ambientale dei progetti stessi.

Allegato 1 del presente Decreto "Metodologie e Raccomandazioni per la mitigazione e abbattimento dell'inquinamento ambientale" contiene 9 schede tecniche di cui 4 riguardano la componente acustica:

- *Inquinamento acustico di infrastrutture di trasporto*, essa delinea l'approccio integrato e completo all'analisi degli impatti acustici dei criteri di progettazione di valutazione esecuzione e contenimento del rumore.
- *Inquinamento acustico*, tratta dei dispositivi elettroacustici per il controllo attivo e l'abbattimento del rumore integrativi dei sistemi passivi, finalizzati alla riduzione dell'inquinamento acustico alle basse frequenze di motori a combustione interna di gruppi elettrogeni motopompe e compressori.
- *Inquinamento acustico e atmosferico*, definisce le proprietà tecniche che devono avere le finestre ventilate antirumore da utilizzarsi per la protezione dei ricettori, in conformità alla tabella "I" del Decreto del Ministero dell'Ambiente 29.11.2002, esse presentano elevati valori di potere fonoisolante anche in presenza di sistemi di aerazione, filtrazione e ventilazione degli ambienti interni.
- *Inquinamento acustico ed energia fotovoltaica*, presenta le barriere antirumore dotate di celle fotovoltaiche che, in conformità al Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 23.11.2001, utilizzano superfici della barriera acustica favorevolmente inclinate ed esposte al sole

per produrre energia elettrica da utilizzare principalmente per la sicurezza, la segnaletica, l'illuminazione di gallerie, etc.

**Il Decreto del Presidente della Repubblica n.142 del 30 Marzo 2004** “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”. E' l'ultimo riferimento legislativo generale, in materia di rumore; esso individua il campo di applicazione del regolamento, viene individuata la fascia di pertinenza acustica relativa alle diverse tipologie di strade ed inoltre vengono stabiliti i criteri di applicabilità e i valori limiti di immissione, differenziandoli a seconda se le infrastrutture stradali sono di nuova realizzazione o già esistenti nonché a seconda del volume di traffico esistente nell'ora di punta: se superiore o inferiore a 500 veicoli l'ora. Viene infine ribadito l'obbligo di sottoporre a verifica gli autoveicoli per accertarne la rispondenza ai limiti acustici, nuovi obblighi per imprese e amministrazioni che andranno a regime solo a seguito della emanazione di decreti applicativi.

Art 2 . (Campo di applicazione)

1. Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle seguenti infrastrutture stradali di cui al comma 2

2. le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n.285 del 1992:

- A. autostrade;
- B. strade extraurbane principali;
- C. strade extraurbane secondarie;
- D. strade urbane di scorrimento;
- E. strade urbane di quartiere;
- F. strade locali

3. Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

- a) alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
- b) alle infrastrutture di nuova realizzazione.

4. Alle infrastrutture di cui al comma 1 non si applica il disposto degli articoli 2, 6 e 7 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997.

5. I valori limite di immissione stabiliti dal presente decreto sono verificati, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal decreto del Ministro dell'ambiente del 16 marzo 1998 e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.

Art 3 . (Fascia di pertinenza acustica)

1. Per le infrastrutture stradali di tipo A., B., C., D., E. ed F., le rispettive fasce territoriali di pertinenza acustica sono fissate dalle tabelle 1 e 2 dell'allegato 1.

2. Nel caso di fasce divise in due parti si dovrà considerare una prima parte più vicina all'infrastruttura denominata fascia A ed una seconda più distante denominata fascia B.

3. Nel caso di realizzazione di nuove infrastrutture, in affiancamento ad una esistente, la fascia di pertinenza acustica si calcola a partire dal confine dell'infrastruttura preesistente.

Art 4 . (Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione)

Il presente articolo si applica alle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, lettera b).

Per le infrastrutture di cui al comma 1 il proponente l'opera individua i corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno della fascia di studio di ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.

Alle infrastrutture stradali, così come definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992, non si applica il disposto degli art. 2, 6, e 7 del DPCM 14/11/1997, ovvero non valgono i limiti di immissione stabiliti dalla Zonizzazione Acustica (Tabella C del DPCM 14/11/1997), ma valgono i limiti delle fasce di pertinenza sotto esposti. Solo al di fuori di tali fasce di pertinenza deve essere verificato il rispetto dei valori stabiliti dalla Zonizzazione Acustica del territorio comunale.

Le infrastrutture di cui al comma 1, rispettano i valori limite di immissione fissati dalla tabella 1 dell'Allegato 1.

<b>Allegato 1 (previsto dall'articolo 3, comma 1)</b>						
<b>Tabella 1 Strade di nuova realizzazione</b>						
Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm 6.11.01 Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				

• per le scuole vale il solo limite diurno

**L.R. n° 79 del 03/11/98** "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale"

1. La presente legge disciplina, nel rispetto della Direttiva 85/337/CEE, come modificata dalla 97/11 CE, ed altresì della 96/61/CE, nonché in conformità con gli indirizzi di cui al Decreto Presidente della Repubblica, 12 aprile 1996 "Atto di indirizzo e coordinamento dell'attuazione dell'art. 40, comma 1 della L. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale", i contenuti e le procedure per la valutazione di impatto ambientale. 1. La Regione, nell'ambito della programmazione territoriale, socio-economica, ed ambientale rivolta al perseguimento di uno sviluppo sostenibile, garantisce che le decisioni amministrative relative ai progetti ed agli interventi di cui all'art. 1, sono prese nel rispetto delle esigenze di salvaguardia e tutela:

- a) della salute umana, della conservazione delle risorse, nonché del miglioramento della qualità della vita;
- b) della protezione e conservazione delle risorse naturali;
- c) della sicurezza del territorio.

**Legge Regionale n.89 del 01 Dicembre 1998** "Norme in materia di inquinamento acustico" detta norma in attuazione dell'art. 4 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59) detta norme finalizzate alla tutela dell'ambiente e della salute pubblica dall'inquinamento acustico prodotto dalle attività antropiche, disciplinandone l'esercizio al fine di contenere la rumorosità entro i limiti stabiliti. Essa si prefigge i seguenti obiettivi:

- Salvaguardare il benessere delle persone rispetto all'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi;
- Prescrivere l'adozione di misure di prevenzione nelle aree in cui i livelli di rumore sono compatibili rispetto agli usi attuali previsti del territorio.
- Perseguire la riduzione della rumorosità ed il risanamento ambientale nelle aree acusticamente inquinate;
- Promuovere iniziative di educazione e informazione finalizzate a prevenire e ridurre l'inquinamento acustico.

**D.G.R. n° 788 del 13/07/99** "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12 comma 2 e 3 della L.R. n°89/98" questo documento stabilisce criteri e le modalità operative per la realizzazione della previsione di impatto acustico e della valutazione previsionale del clima acustico.



La documentazione di previsione di impatto acustico e la documentazione di valutazione previsionale del clima acustico, da redigere in attuazione della Legge n. 447/1995, articoli 4 e 8, e relativi decreti attuativi e del comma 2 della LR 1 dicembre 1998, n. 89, i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico che i comuni debbono chiedere:

- a) ai titolari dei progetti predisposti per la realizzazione, la modifica e il potenziamento delle opere elencate dall'art. 8, comma 2 della L. 26 ottobre 1995, n. 447 e ogni volta che la valutazione relativa agli effetti acustici sia comunque imposta da esigenze di tutela ambientale;
- b) ai soggetti richiedenti il rilascio:
  - di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative ed a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;
  - di altri provvedimenti comunali di abilitazione all'utilizzazione degli immobili e delle infrastrutture di cui sopra;
  - di qualunque altra licenza od autorizzazione finalizzata all'esercizio di attività produttive, per i nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività artigianali, le strade di tipo E ed F, i nuovi circoli privati e pubblici esercizi, possono essere fornite, per la descrizione della situazione acustica preesistente alla realizzazione dell'opera o attività, solo informazioni di carattere qualitativo e descrittivo.

Il documento di impatto acustico deve permettere di:

- valutare se sia necessario apportare modifiche al progetto dell'opera o al territorio circostante per garantire agli occupanti il rispetto dei limiti di immissione e dei valori di qualità.
- individuare la natura delle modifiche necessarie ovvero l'impossibilità pratica di conseguire i limiti suddetti.

Per il conseguimento dei principi generali di cui sopra, la documentazione di impatto acustico dovrà contenere:

- a) una planimetria fedele alla situazione attuale dell'area dove si localizza il progetto che consenta di individuare le principali sorgenti sonore che influenzano il clima acustico dell'area;
- b) la misurazione del clima acustico presente prima della realizzazione dell'opera;
- c) la descrizione della classificazione acustica del territorio dove si realizzerà il nuovo insediamento;
- d) una analisi delle modificazioni prodotte dalla realizzazione dell'opera sulle sorgenti sonore precedentemente individuate e sulla propagazione acustica verso i ricettori, inclusi gli effetti di schermo, riflessione e simili introdotti dalla realizzazione dell'insediamento stesso;

- e) l'individuazione delle modificazioni dei percorsi e dei flussi di traffico prodotte a regime dall'insediamento previsto;
- f) nel caso di edifici, la descrizione delle prestazioni di isolamento acustico verso i rumori esterni offerte dall'edificio oggetto di valutazione e conformità delle stesse ai disposti del DPCM 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- g) nel caso che i livelli sonori previsti siano superiori ai limiti fornire una analisi dei possibili interventi che consentirebbero di ricondurre i livelli sonori entro i limiti previsti o di ridurre l'entità del superamento;
- h) una stima dei costi necessari alla loro realizzazione.

**L.R.n. 67 del 29/11/04** "Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)." La norma integra alcuni aspetti della L.R. 89/98 in particolare modo sull'impatto acustico prescrive prescritta l'obbligatorietà, qualora i livelli di rumore previsti superino i valori di emissione definiti dal d.p.c.m. 14 novembre 1997, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), l. 447/1995, dell'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti.

**Zonizzazione Acustica del Territorio di Pisa** Nella classificazione del territorio si sono affrontate anche le situazioni di contiguità critiche, determinate, nella maggior parte dei casi, dalla presenza di destinazioni ospedaliere e scolastiche in prossimità di strade di notevole traffico o di zone che, per la presenza diffusa di destinazioni commerciali e direzionali, non era opportuno inserire in classi inferiori alla IV.

Tenendo conto delle norme di legge e delle istruzioni regionali si sono quindi seguiti questi indirizzi: Classificazione in classe II dei plessi scolastici e per l'istruzione che comprendono più scuole o istituti, mentre quelli di minore dimensione sono inseriti nelle classi III e IV circostanti;

Valutazione delle barriere fisiche determinate dalle mura urbane e dalle cortine edificate continue che costituiscono barriera alla propagazione del rumore;

Inserimento degli spazi di verde pubblico in classe II, in quanto spazi al servizio diretto delle zone urbane circostanti, facendo eccezione solo il parco urbano centrale di Cisanello per la previsione di area attrezzata anche con impianti sportivi.

Nella definizione delle zone si è tenuto conto anche della variante al Regolamento Urbanistico adottata con delibera del Consiglio Comunale n. 20 del 7 marzo 2003.

Per quanto concerne l'area di progetto si rimanda alla Tav. B.6.12 – Carta della zonizzazione acustica del Comune di Pisa

**Piano Urbano del Traffico** è lo strumento che regola tutto il quadro che va dal programmatico al progettuale dal punto vista del traffico. Il Piano è diviso in due parti, la prima parte tratta di diversi aspetti di criticità:

- Sicurezza;
- Esternalità ambientali del traffico;
- Qualità degli spazi pubblici e pedonalità;
- Ciclabilità;
- La sosta;
- Circolazione;
- Strategie;
- Trasporto pubblico;
- Emergenze ambientali;
- Servizio mobilità.

La seconda parte “inizia” dunque, a tradurre le strategie del Piano in una serie di proposte di intervento. Si tratta di proposte tutt’altro che esaustive, che non sviluppano tutti gli argomenti citati nelle strategie, a cominciare dai progetti di riqualificazione e riorganizzazione delle strade e degli spazi pubblici urbani cui tanta importanza è stata attribuita, e che dovranno pertanto essere ripresi all’interno di specifici piani attuativi, cioè i Piani Particolareggiati.

## 4 CARATTERIZZAZIONE CLIMA ACUSTICO SITUAZIONE ATTUALE

### 4.1 Analisi acustica del territorio

Il progetto del porto turistico dal punto di vista acustico ricade nel territorio del Comune di Pisa. Il comune di Pisa ha effettuato una classificazione acustica in base alla Legge 447/95 e alla L. R. n.89 del 01 Dicembre 1998. L'area dell'intervento ricade nelle classi II-III-IV della zonizzazione acustica i cui limiti sono riportati in Tab. 1.

Tabella 1 Limiti della zonizzazione acustica

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
Classi	Tipo di area	giorno ( 06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
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

Come dettato dal DPR 142/2004 per le strade di tipo E-F vigono i limiti della zonizzazione acustica preesistente per cui i valori vanno da 55-65 dB di giorno e 45-55 dB di notte.

### 4.2 Analisi del clima acustico

Per la caratterizzazione del clima acustico nelle aree interessate dall'intervento, è stata condotta, nel mese di luglio 2005 una apposita campagna di monitoraggio.

I punti di misura sono stati scelti in corrispondenza dei recettori maggiormente esposti e nei punti di maggior criticità dell'infrastruttura stessa secondo le modalità stabilite dal D.G.R. n. 788/1999.

La ricostruzione del clima acustico complessivo ha fornito la base di partenza per la successiva valutazione fatta con il modello di simulazione " SoundPlan"; con l'ausilio del modello in questione è stato valutato l'effettivo contributo del nuovo assetto stradale in progetto in riferimento al rumore preesistente.

Ai fini di una caratterizzazione del clima acustico lungo l'area di intervento oggetto dell'indagine, sono state effettuate misure: di tipo B (brevi), di breve periodo (da 15 a 20 minuti) con postazione mobile assistita da operatore. Per una caratterizzazione attendibile del clima acustico abbiamo voluto predisporre più rilievi in diversi punti dell'area d'interesse sia nel periodo diurno (06:00-22:00) che in quello notturno (22:00-06:00). I punti scelti per tali misure sono quelli più caratteristici dal punto di

vista del fenomeno acustico. Per la localizzazione di tale misure si rimanda alla Tav. B.6.13 Carta della localizzazione delle misure fonometriche ante-operam.

Per i rilievi fonometrici è stata utilizzata la seguente strumentazione, conforme all'articolo 2 del D.M. 16/03/98:

- Analizzatore in tempo reale, con funzioni di fonometro integratore di classe 1, tipo SYMPHONIE di costruzione "01 dB" con capsula microfonica tipo Rion matr. 89463 (ultima taratura presso il laboratorio SIT 76/E di Torino n° 13/05 del 09/02/2005 .
- Fonometro integratore di classe 1 Rion tipo NL15 con capsula microfonica Bruel & Kjaer (ultima taratura presso il laboratorio SIT 76/E di Torino n° 12/05 del 09/02/2005.)

Prima e dopo ogni ciclo di misura è stata eseguita la calibrazione della strumentazione (mediante calibratore Aclan in classe 1, secondo la norma IEC 942/88), e gli scostamenti riscontrati in nessun caso hanno superato 0,5 dB. (ultima taratura del calibratore presso il laboratorio SIT 76/E di Torino: 12/11/2004 ). Il grado di incertezza della strumentazione, con intervallo di confidenza del 95%, è di  $\pm 0.25$  dB.

I risultati di tale campagna di misura sono di seguito riportati:

Tabella 2 Livelli equivalenti misurati

Ricettori	Descrizione	Ubicazione (Gauss-Boaga Roma40 Fuso OVEST)			Livelli di rumore	
		X(m)	Y(m)	Z(m)	Leq	Leq
					dB(A) N	dB(A) N
M1	SS 224-Incrocio G.Verazzano	1603026,11	4837045,97	3,50	76,0	68,5
M2	Via Maiorca	1602712,11	4836821,87	4,00	75,5	67,5

## 5 METODOLOGIA STIMA IMPATTO ACUSTICO

### 5.1 Premessa

Si definisce rumore qualunque suono che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbi o danni, influenzando negativamente sul suo benessere fisiologico o psicologico. Fisicamente si tratta di un fenomeno oscillatorio che si propaga in un mezzo elastico come l'aria a diverse frequenze. L'orecchio umano è normalmente sensibile nell'intervallo 20-20.000 Hz.

Nel seguente capitolo si riporta:

- la descrizione di alcune grandezze che caratterizzano l'emissione del rumore e che vengono registrate durante le campagne di monitoraggio;
- la metodologia di valutazione del rumore nel cantiere;
- la metodologia di valutazione del rumore in fase di esercizio di un'opera;

### 5.2 Definizioni grandezze inquinamento acustico

Di seguito si riportano le definizioni di due grandezze usualmente registrate durante le campagne di monitoraggio acustico:

**Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A»:** valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la stessa energia del rumore di livello variabile da analizzare:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove LAeq è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t1 e termina all'istante t2; pA(t) è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata «A» del segnale acustico in Pascal (Pa); p0 = 20 µPa è la pressione sonora di riferimento;

**Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL):** valore del livello di pressione sonora ponderata "A", che, mantenuto costante per un periodo di tempo pari a t0 (pari ad 1 secondo), è associato ad una energia totale pari a quella relativa all'evento sonoro reale:

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove:  $t_2 - t_1$  è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;  $t_0$  è la durata di riferimento (1 s).

Occorre precisare che mentre il livello equivalente continuo tiene conto dell'energia media percepita durante il periodo di misura, il livello riferito ad un singolo evento tiene conto di rumori di carattere eccezionale: praticamente il primo da una indicazione del clima acustico medio dell'area in esame, mentre il secondo rappresenta i picchi di rumore associati ad eventi straordinari (ad esempio il passaggio di un treno o di un autoveicolo in una strada non trafficata).

Altrettanto utili sono inoltre le valutazioni statistiche del livello del rumore mediante i seguenti parametri:

- L01: livello sonoro superato per non più dell'1% del tempo di misura;
- L10: livello sonoro superato per non più del 10% del tempo di misura;
- L50: livello sonoro superato per non più del 50% del tempo di misura;
- L90: livello sonoro superato per non più del 90% del tempo di misura;
- L99: livello sonoro superato per non più del 99% del tempo di misura.

L'analisi statistica ha un evidente significato nel caso si analizzino situazioni in cui il rumore è fortemente variabile nel tempo (ad esempio a causa del traffico stradale o per il rumore negli ambienti di lavoro): nel nostro caso abbiamo considerato il flusso veicolare come sorgente che emette in maniera uniforme, anche perché da sopralluoghi fatti si è evinto questo, per cui la sola valutazione del livello equivalente continuo considerarsi sufficiente a descrivere completamente il fenomeno acustico in esame.

In questo paragrafo si presentano le basi metodologiche per la valutazione dell'impatto del rumore in fase di costruzione di un'opera.

### **5.2.1 Rumore dalle Macchine Operatrici**

Il D.L. n° 262 del 04/09/2002, Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, impone per le macchine in oggetto nuovi limiti di emissione, espressi in termini di potenza sonora, validi a partire dal gennaio 2003 e 2006.

Le macchine interessate sono quasi tutte quelle da cantiere e si riportano nella seguente tabella

Tabella 3 Livelli ammessi di potenza sonora

Tipo di macchina	Potenza netta installata $P$ in kW potenza elettrica $P_{el}$ (*) in kW massa dell'apparecchio $m$ in kg ampiezza di taglio $L$ in cm	Livello ammesso di potenza sonora $L_{wa}$ in dB(A)/1 pW	
		Fase I A partire da 3 gennaio 2003	Fase II A partire da 3 gennaio 2006
Mezzi di compattazione (rulli vibranti, piastre vibranti e vibrocospatori)	$P \leq 8$	108	105
	$8 < P \leq 70$	109	106
	$P > 70$	$89 + 11 \log_{10} P$	$86 + 11 \log_{10} P$
Apripista, pale caricatrici, terme cingolati	$P \leq 55$	106	103
	$P > 55$	$87 + 11 \log_{10} P$	$84 + 11 \log_{10} P$
Apripista, pale caricatrici, terme gommati; dumper, motolivellatrici; compattatori di rifiuti con pala caricatrice, carrelli elevatori con carico a sbalzo e motore a combustione, gru mobili, mezzi di compattazione (rulli statici) vibrofinatrici, compressori idraulici	$P \leq 55$	104	101
	$P > 55$	$85 + 11 \log_{10} P$	$82 + 11 \log_{10} P$
Escavatori, montacarichi per materiali da cantiere, argani, motozappe	$P \leq 15$	96	93
	$P > 15$	$83 + 11 \log_{10} P$	$80 + 11 \log_{10} P$
Martelli demolitori tenuti a mano	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	$94 + 11 \log_{10} P$	$92 + 11 \log_{10} P$
	$m \geq 30$	$96 + 11 \log_{10} P$	$94 + 11 \log_{10} P$
Gru a torre		$98 + \log_{10} P$	$96 + \log_{10} P$
Gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di saldatura	$P_{el} \leq 2$	$97 + \log_{10} P_{el}$	$95 + \log_{10} P_{el}$
	$2 < P_{el} \leq 10$	$98 + \log_{10} P_{el}$	$96 + \log_{10} P_{el}$
	$10 > P_{el}$	$97 + \log_{10} P_{el}$	$95 + \log_{10} P_{el}$
Motocompressori	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	$97 + 2 \log_{10} P$	$95 + 2 \log_{10} P$
Tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi	$L \leq 50$	96	94**
	$50 < L \leq 70$	100	98
	$70 < L \leq 120$	100	98**
	$L > 120$	105	103**
(*) $P_{el}$ per gruppi elettrogeni di saldatura: corrente convenzionale di saldatura moltiplicata per la tensione convenzionale a carico relativa al valore più basso del fattore di utilizzazione del tempo indicato dal fabbricante. $P_{el}$ per gruppi elettrogeni: potenza principale conformemente a ISO8528-1:1993, punto 13.3.2 (**) Semplici valori indicativi subordinati alla introduzione di modifiche alla direttiva 2000/14/CE. In caso di mancata adozione delle predette modifiche entro il 3 gennaio 2006 i valori indicati per la fase I si applicheranno alla fase II. Il livello di potenza sonora misurato ed il livello di potenza sonora ammesso devono essere approssimati al numero intero (minore di 0,5 arrotondare per difetto; maggiore o uguale a 0,5 arrotondare per eccesso)			

Sulla base dei precedenti valori, possono essere ipotizzate presenti, in ogni singolo cantiere, le seguenti tipologie di macchine, con le corrispondenti potenze sonore. Le potenze del macchinario sono



cautelativamente assunte quelle generalmente massime attualmente utilizzate. La potenza sonora della Betoniera, non normata dalla citata normativa, è ricavata da studi di settore.

**Tabella 4: Tipologia di Macchine presenti in cantiere**

Tipologia Macchina	Potenza [kW]	Potenza Sonora limite dal 3 Gennaio 2003 [dB(A)]	Potenza Sonora limite dal 3 Gennaio 2006 [dB(A)]
Mezzo di Compattazione	150	111	108
Apripista Cingolato	220	113	110
Escavatore Cingolato	220	113	110
Escavatore Gommato	120	110	107
Caricatore Cingolato	150	110	107
Caricatore Gommato	150	109	106
Dumper	210	110	107
Gruppo Elettrogeno	50	99	97
Betoniera	-	105	105

### 5.2.2 Cenni sugli interventi di mitigazione

Le opere di mitigazione individuate sono finalizzate ad interventi per la minimizzazione degli impatti dei cantieri mobili. In generale tali opere possono essere ricondotte a due categorie:

- interventi “attivi” finalizzati a ridurre le fonti di emissione del rumore;
- interventi passivi finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell’ambiente esterno.

Le mitigazioni per gli altri tipi di cantiere, come i cantieri fissi, sono di norma individuate in fase di progettazione esecutiva.

In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (D.L. 277 del 15 agosto 1991), è preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e della gestione in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei recettori adiacenti alle aree di cantiere. E’ necessario dunque prevedere attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente è importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di verificare le eventuali criticità residue e di conseguenza selezionare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente alla 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 quanto possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Viene di seguito fornita una lista di alcune azioni principali volte a limitare a monte la rumorosità di cantiere.

- Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali;

- Selezione delle macchine ed attrezzature omologate in conformità delle direttive della C.E. e ai successivi reperimenti nazionali;
- Impiego di macchine movimento terra gommate piuttosto che cingolate;
- Installazione, se non già previsti, di silenziatori allo scarico su macchine di una potenza rilevante;
- Utilizzo di impianti fissi schermati;
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.
- Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature
- Eliminazione degli attriti tramite operazioni di lubrificazione;
- Sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- Controllo e serraggio delle giunzioni;
- Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- Svolgimento della manutenzione delle 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;
- Uso di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati ecc.);
- Divieto di uso scorretto di avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Gli interventi "passivi" consistono sostanzialmente nell'interporre tra sorgente e ricettore opportune schermature in grado di produrre, in corrispondenza del ricettore stesso, la perdita di pressione sonora richiesta. In termini realizzativi possono essere attuati principalmente nei seguenti modi:

- Realizzazione al perimetro delle aree di cantiere, di barriere provvisorie ottenute con materiali di stoccaggio, terreno rimosso, attrezzature inutilizzate;
- Realizzazione di idonee barriere finalizzate a proteggere in modo stabile limitatamente al periodo di cantierizzazione, aree o ricettori critici presenti nelle immediate circostanze delle aree di cantiere.

### 5.3 Valutazione di impatto acustico in fase di esercizio

Lo studio di impatto acustico prodotto sulla variazione della viabilità in seno al Piano di Recupero dell'area ex Motofides, nella fase di entrata in esercizio dell'opera, è stato realizzato attraverso l'utilizzo di un software previsionale "SoundPlan" in grado di tenere conto nella valutazione del nuovo assetto della rete stradale e della nuova configurazione plano-altimetrica del sito interessato dall'intervento. Scopo dello studio previsionale è infatti, quello di valutare il clima acustico prodotto dalla nuova viabilità che si verrà a creare a seguito dell'interruzione del tratto urbano della SS 224 (Via Lungarno D'Annunzio – Via Maiorca).

Dallo studio trasportistico emerge come si è rimodulata sia la viabilità di attraversamento che quella locale all'interno dell'urbano di Marina di Pisa.(ved. Tab.5 )

Tabella 5 – Valori di traffico medio annuo per la viabilità nell'area di progetto

Sorgente	Descrizione	Veicoli Totali	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti
1	SS 224	24542	22479	2063
2	Variante SS 224 (tra le due rotatorie)	22479	20390	2089
3	Via Da Verazzano	1692	1631	61
4	Viale D'Annunzio (accesso residenze)	2998	2889	109
5	Via Barbolani	15416	14858	558
6	Via Curzolari	2244	2163	81
7	Via Corsini	2386	2300	86
8	Via Sirenetta	6994	6741	253
9	Via Maiorca	14744	14210	534
10	Via Ginestra	6953	6701	252
11	Via Ciurini	13785	13286	499
12	Variante SS 234 (tronco a Sud dell'innesto con via Barbolani- Via Nizza)	16762	16155	607
13	Via Milazzo	4261	4107	154

Da quanto su esposto si evince come si registri una variazione del traffico veicolare e di conseguenza una variazione dei livelli di pressione sonora, specialmente su quei recettori potenzialmente più interessati dalla viabilità di nuova realizzazione. Su questi recettori verranno stimati i nuovi livelli di Leq(A) e si confronteranno con i limiti della zonizzazione acustica vigente in località Marina di Pisa.

In questo paragrafo si descrivono le caratteristiche del software di previsione "SoundPlan", le grandezze che sono entrate in gioco per l'implementazione del modello di previsione ed infine siamo arrivati alla valutazione del clima acustico post-operam.

### 5.3.1 Caratterizzazione e dislocazione dei recettori sensibili

Per analizzare gli impatti indotti dall'infrastruttura di progetto, nella configurazione post-operam, sono stati scelti alcuni recettori puntuali, identificativi di case o aree a verde - potenzialmente più esposti all'impatto acustico generato dalla nuova viabilità annessa al porto turistico in progetto.

Preliminarmente alla definizione del clima acustico della zona, si è proceduto ad un censimento delle aree interessate dal progetto, finalizzato al rilevamento della presenza di recettori ed alla determinazione del loro grado di sensibilità. Questo tipo di analisi del territorio consente, in fase di valutazione del grado di impatto delle opere, di individuare le maggiori criticità potenziali e di elencare le zone ed i recettori su cui approfondire lo studio per quanto riguarda gli aspetti di tutela ambientale.

L'area oggetto dell'indagine è quella confinante con la nuova viabilità annessa al progetto del porto turistico, quindi viabilità di servizio al porto (Via Barbolani, Viale D'Annunzio) viabilità secondaria (Via Maiorca, Via Curzolani, Via Corsini, Via Sirenetta, Via della Ginestra, Via Ciurini, Via Milazzo) e la viabilità di attraversamento che si sposta dalla Via Maiorca-Via Gabriele D'Annunzio-SS224 alla nuova SS224.

Nell'area di studio sono stati individuati recettori sensibili. Nella maggior parte dei casi si tratta di insediamenti a carattere residenziale. Alcuni ricadono nella classe 3, altri nella classe 4 della zonizzazione acustica, per cui si ha una variazione dei limiti da rispettare. Si è scelto altresì un punto di verifica che si trova nella classe 2 della zonizzazione acustica .

Nella Tabella 6 si riporta la lista dei recettori scelti. Per la localizzazione dei recettori sul territorio si rimanda alla Tav. B.6.4 Carta dei recettori acustici ed atmosferici, nella quale sono stati individuati:

- Edifici in Progetto-Residenziale;
- Edifici Esistente-Residenziale.

Identificativo	Destinazione uso	Descrizione	Indirizzo
R1	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 1
R2	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 1
R3	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 2
R4	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 2
R5	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 2
R6	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 8
R7	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 8
R8	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 8
R9	Esistente – Caserma guardia di Finanza	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Est)
R10	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Est)
R11	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Est)
R12	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Est)
R13	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Est)
R14	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Ovest)
R15	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Ovest)
R16	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Ovest)
R17	Esistente -residenziale	Edificio singolo	Via da Verazzano (lato Ovest)
R18	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 7
R19	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I.6
R20	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 3
R21	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 4
R22	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 7
R23	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 4
R24a	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 3
R24b	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 3
R24c	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 3
R25	Progetto - Ricettivo	Albergo del Fortino	U.M.I. 11
R26	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 3
R27	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 3
R28	Restauro esistente	Ex Dogana	--
R29	Restauro esistente	Casa Ceccherini	--
R30	Restauro esistente	Villa Romboli	--
R31	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 5
R32	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 5
R33	Esistente	Edificio singolo	Via Curzolani
R34	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 9a
R35	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 9a
R36	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 9b

Tabella 6b – Elenco Recettori acustici

<b>Identificativo</b>	<b>Destinazione uso</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Indirizzo</b>
R37	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 9b
R38	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 9c
R39	Progetto - Misto	Gruppo di case	U.M.I. 9d
R40	Progetto - Residenziale	Gruppo di case	U.M.I. 5
R41	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R42	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R43	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R44	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R45	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R46	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R47	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R48	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R49	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R50	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R51	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R52	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R53	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R54	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R55	Esistente -Residenziale	Edificio singolo	Confine S-O area di intervento
R56	Esistente	Edificio singolo	Via Carosio
R57	Esistente - Albergo	Edificio singolo	Via Carletti
R58	Esistente	Edificio singolo	Via Carletti
R59	Esistente	Edificio singolo	Via Carletti
R60	Esistente	Edificio singolo	Via Carletti
R61	Esistente	Edificio singolo	Via Carletti
R62	Esistente	Gruppo di case	Via Barbolani- Via Maiorca
R63	Esistente	Gruppo di case	Via Barbolani- Via Ginestra
R64	Progetto - Ricettivo	Gruppo di case	U.M.I. 12
R65	Esistente	Edificio singolo	Via Curzolari
R66	Esistente	Edificio singolo	Via Curzolari
R67	Esistente	Edificio singolo	Via Curzolari
R68	Esistente	Gruppo di case	Via Corsani
R69	Esistente	Gruppo di case	Via Corsani (lato Est)
R70	Esistente	Gruppo di case	Via Corsani (lato Ovest)
R71	Esistente	Gruppo di case	Via Sirenetta (lato Est)
R72	Esistente	Gruppo di case	Via Sirenetta (lato Ovest)
R73	Esistente	Gruppo di case	Via Maiorca (lato Est)
R74	Esistente	Gruppo di case	Via Sirenetta (lato Ovest)

Tabella 6c – Elenco Recettori acustici

<b>Identificativo</b>	<b>Destinazione uso</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Indirizzo</b>
R75	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca (lato Est)
R76	Esistente	Gruppo di case	Via della Ginestra (lato Ovest)
R77	Esistente	Gruppo di case	Via della Ginestra (lato Ovest)
R78	Esistente	Gruppo di case	Via della Ginestra (lato Ovest)
R79	Esistente	Gruppo di case	Via Ciurini – Via della Ginestra
R80	Esistente	Edificio singolo	Via Ciurini – Via della Ginestra
R81	Esistente	Edificio singolo	Via Ciurini
R82	Esistente	Edificio singolo	Via Ciurini
R83	Esistente	Edificio singolo	Lato parcheggio in progetto
R84	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca
R85	Esistente	Edificio singolo	Via Ciurini
R86	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca
R87	Esistente	Edificio singolo	Via della Sirenetta
R88	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca
R89	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca
R90	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca
R91	Esistente	Edificio singolo	Via Maiorca
R92	Esistente	Gruppo di case	Lato parcheggio in progetto
R93	Esistente	Gruppo di case	Lato parcheggio in progetto
R94	Esistente	Gruppo di case	Lato parcheggio in progetto
R95	Esistente	Gruppo di case	Via Ivizza
R96	Esistente	Gruppo di case	Via Ivizza
R97	Esistente	Gruppo di case	Via Ivizza
R98	Esistente	Gruppo di case	Via Ivizza
R99	Esistente	Gruppo di case	Via Ivizza
R100	Esistente	Gruppo di case	Via Ivizza
R101	Area di classe II	-	-

### 5.3.2 Codice di calcolo SoundPLAN

La determinazione dei livelli post-operam indotti è stata effettuata, come già accennato, con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo stradale, ferroviario, aeroportuale già effettuate in altri studi analoghi.

Il codice di calcolo in questione è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

In particolare per il Rumore da traffico stradale:

- RLS 90 / DIN 18005 (Germania)
- Statens planverk 48 (Scandinavia)
- CoRTN - Calculation of Road Traffic Noise (Gran Bretagna)
- Model from EMPA (Svizzera)
- RVS / Dienstanweisung (Austria)
- Federal Highway Model (Stati Uniti)
- ASJ - Method B (Giappone )
- Road Traffic Noise (Scandinavia)

Le linee guida definiscono gli standard tecnici e le procedure di misura per predire e abbattere il rumore di strade e parcheggi; in particolare viene valutato presso il ricettore il livello sonoro diurno (6.00+22.00) e notturno (22.00+6.00) e confrontato con i limiti legislativi.

Lo standard RLS 90 considera la sorgente puntiforme con propagazione, attenuazione del suolo, schermatura.

Lo standard utilizza due diversi modelli: il modello per la sorgente e quello per la propagazione; il primo utilizza i dati di traffico e fornisce i risultati di livello di rumore prendendo come riferimento un punto a 25 m di distanza dalla strada ed a 4 m dal suolo. I livelli di rumore sono definiti LME, Level Mean Emission. Il modello di propagazione utilizza come input LME per il giorno e la notte e fornisce il livello di rumore presso il ricettore diurno e notturno.

Per i livelli di rumore LME i dati necessari a calcolare il livello della sorgente sono:

- veicoli (numero dei veicoli orari e % di veicoli pesanti);
- velocità oraria delle automobili e dei camion;
- superficie della strada;
- pendenza della strada;



- riflessioni.

Il livello della sorgente Lm.E si calcola:

$$Lm.E = Lm(25, basic) + C Speed + C Road Surface + C Gradient + C Ref$$

Dove:

Lm(25, basic) è il livello standard nelle seguenti condizioni:

- Velocità 100 Km/h per le auto e 80 Km/h per i camion;
- Superficie della strada di asfalto convenzionale;
- Pendenza della strada < 5%;
- Propagazione a campo libero;
- $Lm(25, basic) = 37.3 + 10 * \log [M * (1 + 0.082 * P) ]$

Con M = Media oraria del volume di traffico

P = Percentuale di camion che superano le 2.8 tonnellate.

C Speed è la correzione della velocità

$$C Speed = Lcar - 37.3 + 10 * \log [(100 + (100.1 * C) * P) / (100 + 8.23 * P)]$$

$$Lcar = 27.8 + 10 * \log [1 + (0.02 * Vcar)^3]$$

$$Ltruck = 23.1 + 12.5 * \log (Vcar)$$

$$C = Ltruck - Lcar$$

V car = velocità delle auto (min 30 Km/h max 130 Km/h)

V truck = velocità dei camion (min 30 Km/h max 80 Km/h)

C Road Surface correzione della superficie stradale

C Gradient correzione dovuta alla pendenza della strada

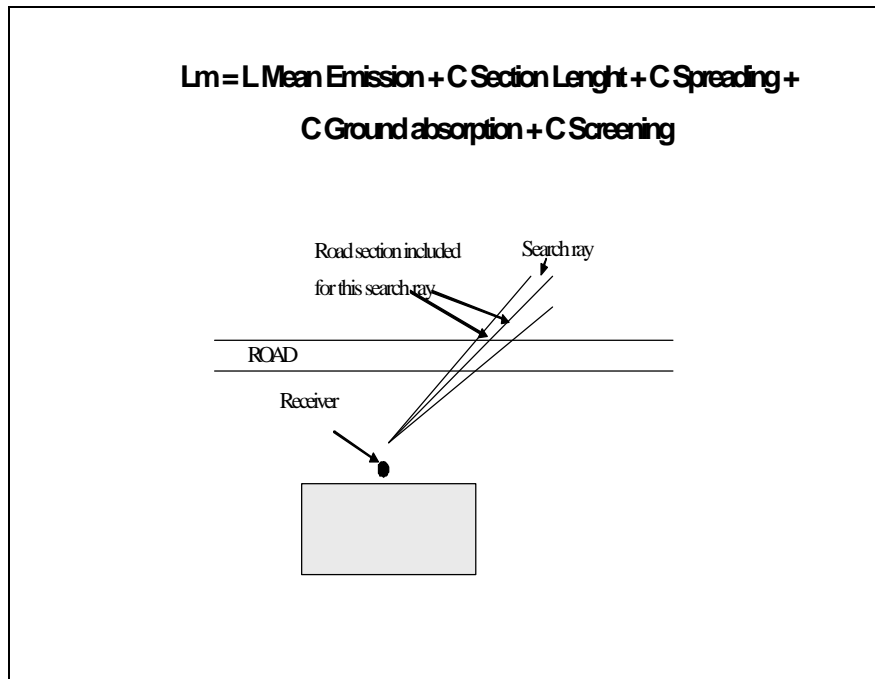
C Gradient = 0 dB(A) per pendenze minori a 5% e  $0.6 * (g) - 3$  per pendenze superiori a 5%  
con g pendenza della strada

C Ref correzione delle riflessioni multiple sui muri

$$C ref = 4 * (\text{altezza muro}) / (\text{distanza tra i muri})$$

Il livello sonoro presso il ricettore deriva dai livelli sonori di tutte le sorgenti stradali, tutti i contributi superiori a 0 dB si sommano e determinano il livello di rumore.

Al valore calcolato si sommano 1, 2, o 3 dB se il ricettore si trova rispettivamente a 100, 70 o 40 metri da un semaforo: tanto più vicina è la distanza tanto maggiore è il contributo dovuto alle frenate e alle accelerazioni.



Dove:

$C_{\text{Section length}}$  = coefficiente di correzione della lunghezza della sezione

$C_{\text{Section length}} = 10 * \log(\text{lunghezza della sezione entro il triangolo})$

$C_{\text{Spreading}}$  = coefficiente di propagazione e assorbimento dell'aria (sono compresi in una unica formula che dipende dalla distanza)

$C_{\text{Spreading}} = 11.2 - 20 * \log d - d / 200$

Dove  $d$  = distanza dalla metà della sezione al ricettore

$C_{\text{Ground absorption}}$  = attenuazione del terreno e assorbimento dovuto alle condizioni meteo.

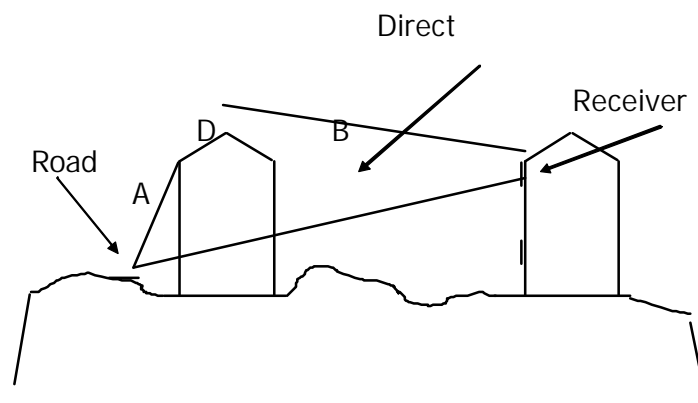
$C_{\text{Ground absorption}} = (a.m.) / d * (34 + 600 / \text{distanza}) - 4.8 < 0$

$a.m.$  è l'altezza media della linea che congiunge la sorgente al ricettore; quando c'è schermatura il coefficiente non viene calcolato.

$C_{\text{Screening}}$

$C_{\text{Screening}} = 10 * \log ( 3 + 80 * \text{Extra path length} * C_{\text{met}} )$

$\text{Extra path length} = A + B + D - (\text{distanza diretta})$



$$C_{met} = \exp \left[ -1/2000 * \sqrt{ (A * B * \text{distanza diretta}) / (2 * \text{extra path length}) } \right]$$

La determinazione dei livelli sonori indotti dall'infrastruttura stradale è stata effettuata con l'ausilio del suddetto modello previsionale di calcolo SoundPLAN.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello e del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere.

Il modello consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori:

- localizzazione, alla forma ed all'altezza degli edifici;
- topografia dell'area di indagine;
- caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno;
- tipologie costruttive del tracciato stradale;
- presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- caratteristiche acustiche della sorgente;
- distanza di propagazione;
- dimensione ed alla tipologia delle barriere antirumore.

Vengono di seguito descritte le modalità con le quali è stato effettuato l'inserimento dei dati di cartografia e di progetto nel modello di simulazione, nonché i dati di traffico, le velocità e i parametri acustici adottati nell'applicazione del modello di calcolo.

La cartografia di base è stata convertita in files di formato DXF; si è quindi proceduto all'elaborazione del progetto allo scopo di poterlo restituire come dato di input del SoundPLAN.

La successiva fase operativa è consistita nella ricostruzione in ambiente Autocad delle impronte delle diverse tipologie d'opera del progetto.

Lo svolgimento di queste attività si è reso necessario per poter effettuare un corretto inserimento nel SoundPLAN di tutti i dati relativi alla cartografia, agli edifici ed al progetto; l'importazione di tali dati nel modello ha costituito, infatti, il passo operativo successivo.

Successivamente, per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa è stato creato un modello digitale del terreno DGM che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota e recepisce le curve di livello.

### **5.3.3 Definizione del modello e simulazione dello stato di progetto**

I dati utilizzati per la definizione del modello di simulazione sono:

- classificazione e caratteristiche tecnico-geometriche del progetto in questione;
- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, profili altimetrici e sezioni dell'opera in progetto;
- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, dei nuovi insediamenti residenziali previsti dal progetto.
- cartografia numerica digitale 3D e ortofoto georiferite dell'area di studio
- dati di traffico;
- dati fonometrici misure reali.

Il materiale documentale è stato integrato da sopralluoghi in sito mirati a definire le porzioni di territorio interessate dallo studio, di analizzarne la relativa morfologia e corografia e in particolar modo di individuare i principali recettori. A tal proposito si rimanda alla Tav. B.6.3. - Planimetria con punti di vista fotografici.

Sulla scorta del materiale disponibile si è proceduto all'inserimento nel software dei seguenti elementi:

- modello digitale del terreno (DGM Digital Ground Model) ottenuto sulla di punti di elevazione provenienti dal rilievo plano-altimetrico, che descrive con sufficiente accuratezza la morfologia del terreno, opportunamente modificata tenendo conto degli interventi sul terreno previsti dal progetto stesso;
- modelli tridimensionali degli edifici ottenuti sulla base delle quote della cartografia digitale e mediante integrazioni dovute a sopralluoghi;
- modello tridimensionale dell'infrastruttura in progetto;
- dati di traffico e caratterizzazione delle sorgenti

La disponibilità di dati cartografici in formato numerico permette di ottenere un controllo completo ed un'accuratezza elevata nella modellazione dello stato reale.

Inoltre, ciascuno degli elementi è caratterizzato mediante l'attribuzione di tutte le grandezze e le caratteristiche d'esercizio idonee per simulare con accuratezza lo stato reale; infatti vengono assegnate specifiche per le strade (tipo di profilo, tipo di pavimentazione, dati di traffico, presenza di edifici in prossimità dell'arteria ecc.) e per gli edifici (numero di piani, altezza, limiti di riferimento, ecc.).

Come sorgente di emissione prendiamo in considerazione quando emerso dallo studio trasportistico e cioè i valori di TGM diurno e notturno, la percentuale di mezzi pesanti e quant'altro necessario per descrivere la nuova viabilità. Abbiamo ipotizzato che le sorgenti dovute alla nuova viabilità siano lineari e che il traffico sia uniforme e ancora abbiamo ipotizzato che l'unica fonte di rumore nel calcolo sia dovuta al traffico veicolare, questa ipotesi è molto realistica vista l'assenza di insediamenti industriali di grosse attività commerciali o altro. Si ritiene infatti trascurabile l'impatto acustico relativo alla attività portuale, poiché limitato al solo periodo estivo e comunque distante dai recettori che subiranno un notevole cambiamento relativamente al nuovo assetto stradale.

#### **5.3.4 Taratura e validazione del modello**

Dato che per l'infrastruttura stradale non devono essere rispettati i limiti differenziali tra lo stato di fatto e quello di progetto, non è necessario simulare una situazione effettivamente rappresentativa dello stato attuale "ante-operam".

Per la taratura del modello è stata effettuata una campagna di rilievi fonometrici ambientali in punti opportunamente individuati in base all'accessibilità ed alla rappresentatività dell'area di studio, con lo scopo esplicito di raccogliere dati per la modellazione e non misurazioni mirate specificamente al recettore o alla sorgente. Pertanto sono stati raccolti contemporaneamente dati acustici di immissione sonora e dati sulle relative sorgenti di rumore, costituiti nel caso in esame da rilievi di traffico nello stesso tempo di misura.

I punti per la taratura sono 2 a ridosso della SS224. Essi sono molto rappresentativi dal punto di vista acustico, il rumore registrato in questi punti si può considerare con buona approssimazione come rumore da traffico veicolare. Pertanto, nello stesso periodo di misura, sono state individuate e monitorate mediante il conteggio del traffico le sorgenti responsabili del clima acustico rilevato.

La valutazione che andiamo a descrivere può essere schematizzata come segue:

1. taratura del modello di previsione;
2. valutazione previsionale post-operam diurna e notturna;
3. valutazione previsionale post-operam con mitigazioni diurna e notturna;

I dati provenienti dal monitoraggio del traffico effettuato su queste sorgenti durante il tempo di misura sono stati inseriti all'interno del modello di SoundPLAN per caratterizzare l'emissione di rumore delle

strade. Sulla base di questi dati il software calcola automaticamente il livello di emissione acustica media (LmE) secondo gli algoritmi previsti dallo standard RLS 90.

I dati di traffico rilevati ed i relativi livelli di emissione calcolati dal software sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 7-Rilievi per la taratura

Rilievi per la taratura									
Punti di rilievo	LmE		TGM	P		M/TGM		V cars	V trucks
	Diurno	Notturmo		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo		
	dB(A)	dB(A)		Veicoli/24h	%	%			
M1	76,0	68,5	22368	5,0	5,0	0,06	0,008	70	50
M2	75,5	67,5	22368	5,0	5,0	0,06	0,008	70	50

**LmE** Livelli medi di emissione

**TGM** Numero totale di veicoli giornalieri

**P** Percentuale di mezzi pesanti

**V** Velocità massima veicoli

**M** Fattore veicoli/ora

Il modello così prodotto non vuol essere assolutamente rappresentativo dello stato di fatto “ante operam”, ma ha l’unico scopo di riprodurre fedelmente la situazione ambientale esistente durante il tempo di misura delle rilevazioni fonometriche effettuate. In tale modello è stata effettuata la simulazione della propagazione del rumore per calcolare il livello di immissione acustica in corrispondenza di ricettori puntuali posizionati esattamente nei punti in cui sono state effettuate le misure (M1, M2, ) durante il periodo notturno e diurno.

Sono stati utilizzati i seguenti parametri di calcolo:

<b>Incremento angolare</b>	1°
<b>Numero di riflessioni</b>	5
<b>Massimo raggio di</b>	1000 m
<b>Diffrazione laterale</b>	abilitata
<b>Ponderazione</b>	dB(A)
<b>Standards</b>	RLS 90

I risultati ottenuti sono riportati nella Tav. B.6.13. Planimetria di validazione del modello di calcolo previsionale e nelle tabelle seguenti: dal confronto dei valori misurati con quelli simulati dal software risulta uno scarto molto contenuto che garantisce un livello elevato di accuratezza della simulazione.

Tabella 8-Validazione

Validazione							
	Ubicazione (Gauss-Boaga Roma40 Fuso OVEST)			Livelli di rumore ambientale simulati		Livelli di rumore ambientale misurati	
Ricettori	X	Y	Z	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>
M1	1603026,11	4837045,97	3,50	76,0	68,5	76,5	67,8
M2	1602712,11	4836821,87	4,00	75,5	67,5	76,1	67,4

### 5.3.5 Simulazione in fase di esercizio

Come per la fase di validazione ora viene ricreata la situazione di progetto “post operam”. Dal punto di vista orografico si riportano le variazioni dovute a scavi o riporti necessari alla realizzazione dell’opera, vengono anche riportate le nuove costruzioni residenziali e le costruzioni previste nei piani programmatici che interessano la nostra area di intervento.

Come sorgenti sonore nello stato di progetto è considerato il nuovo scenario che viene fuori dallo studio trasportistico. La nuova SS224 è stata rappresentata come una sorgente lineare con due linee di emissione una per senso di percorrenza, con caratteristiche risultanti dagli elaborati progettuali, le altre vie di comunicazioni vengono schematizzate con un’unica linea di emissione e con caratteristiche risultanti dagli elaborati progettuali.

Per la valutazione “post-operam” come flussi di traffico si fa riferimento in primo luogo allo studio trasportistico redatto nell’ambito della progettazione definitiva. In particolare si fa riferimento all’anno 2010, in cui si ha la soglia massima di *traffico giornaliero medio su base annuale* (TGMA) per le diverse vie di comunicazioni prese in esame come indicato nella tabella seguente:

Tabella 9-Valori di traffico medio

Sorgente	Descrizione	Veicoli Totali	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti
1	SS 224	24542	22479	2063
2	Variante SS 224 (tra le due rotatorie)	22479	20390	2089
3	Via Da Verazzano	1692	1631	61
4	Viale D'Annunzio (accesso residenze)	2998	2889	109
5	Via Barbolani	15416	14858	558
6	Via Curzolani	2244	2163	81
7	Via Corsini	2386	2300	86
8	Via Sirenetta	6994	6741	253
9	Via Maiorca	14744	14210	534
10	Via Ginestra	6953	6701	252
11	Via Ciurini	13785	13286	499
12	Variante SS 234 (tronco a Sud dell'innesto con via Barbolani- Via Ivizza)	16762	16155	607

13	Via Milazzo	4261	4107	154
----	-------------	------	------	-----

Per la caratterizzazione dell'emissione acustica, sulla base dello standard di calcolo adottato, devono in particolare essere definite le seguenti proprietà:

- flussi di traffico, espressi in TGM (Traffico Giornaliero Medio) ed aggregati secondo 2 categorie di veicoli: veicoli leggeri denominati "Leggeri" (con portata netta inferiore a 3,5 t) e veicoli pesanti denominati "Pesanti" (con portata netta uguale o superiore a 3,5 t);
- velocità massime di percorrenza, per ciascuna categoria di veicoli;
- profilo longitudinale, per tener conto delle differenze di emissione sonora in funzione dell'inclinazione della carreggiata;
- tipo di manto stradale, in funzione del quale si può avere maggiorazione o riduzione dell'emissione sonora.

Per quanto concerne la viabilità principale (ex SS224 in variante) è stato ipotizzato nell'ambito delle previsioni asfalto fonossarbonte.

Come parametri di calcolo abbiamo considerato per quanto riguarda la percentuale di mezzi pesanti ci siamo rifatti allo studio trasportistico:

Ad esclusione del tratto in variante della S.S. 224 dove la percentuale dei veicoli pesanti si attesta al valore 10,7 % (3,3% nelle ore notturne) nella direzione Pisa Tirrenia, la viabilità urbana è caratterizzata da modeste percentuali di traffico pesante che non superano mai il valore del 4% diurno e del 2% notturno. Occorre per altro precisare che nelle analisi svolte si sono considerati "pesanti" anche caravan, roulotte, e veicoli commerciali leggeri; pertanto, le percentuali dei veicoli più nocivi in termini di emissioni di inquinanti, di rumori, e vibrazioni, come autobus, autosnodati, mezzi speciali, ecc., sono praticamente trascurabili.

Gli altri parametri di calcolo sono di seguito elencati:

Tabella 10 –Parametri di calcolo

Sorgente	Descrizione	M/TGM		Velocità Leggeri	Velocità Pesanti
		D	N		
1	SS 224	0,06	0,008	70	50
2	Variante SS 224 (tra le due rotatorie)	0,06	0,008	50	50
3	Via Da Verazzano	0,06	0,008	50	50
4	Viale D'Annunzio (accesso residenze)	0,06	0,008	50	50
5	Via Barbolani	0,06	0,008	50	50
6	Via Curzolari	0,06	0,008	50	50
7	Via Corsini	0,06	0,008	50	50
8	Via Sirenetta	0,06	0,008	50	50
9	Via Maiorca	0,06	0,008	50	50
10	Via Ginestra	0,06	0,008	50	50
11	Via Ciurini	0,06	0,008	50	50



12	Variante SS 224 (tronco a Sud dell'innesto con via Barbolani- Via Ivizza)	0,06	0,008	50	50
13	Via Milazzo	0,06	0,008	50	50

Sono stati altresì considerati come sorgenti di emissione i parcheggi in progetto dislocati nell'area di progetto. I dati di input che utilizzano lo standard RLS90 sono il numero dei posti per ogni parcheggio e gli spostamenti medi orari di giorno e di notte. Si riportano nel prospetto seguente i dati utilizzati:

SORGENTE	Numero posti	Giorno	Notte
P1	80	0.50	0.25
P2	45	0.50	0.25
P3	45	0.50	0.25
P4	20	0.50	0.25
P5	135	0.50	0.25
Pb2	102	0.50	0.25
Pb3	53	0.50	0.25

Sulla base di questi dati in ingresso il software calcola automaticamente il livello di Emissione Acustica Media (LmE) secondo gli algoritmi previsti dallo standard RLS 90, che rappresenta il livello di rumore in condizioni di campo libero, a 25 m di distanza dalla strada e 4 m di altezza dal suolo; successivamente sulla base di tali livelli di emissione la simulazione determina la immissione acustica nel territorio analizzato.

A tal fine sono stati effettuati 2 tipi di simulazioni per ciascun periodo di riferimento (diurno e notturno):

- calcolo della mappa di rumore orizzontale su tutta l'area in esame;
- calcolo della mappa di rumore in facciata dei recettori;

### 5.3.5.1 Mappe di rumore orizzontali

Nelle Tavole B.6.15 - B.6.16 sono riportati i risultati del calcolo delle mappe di rumore alla quota di 1,5 metri di altezza dal suolo (secondo le indicazioni del D.M. del 16/03/1998) espressi mediante aree e curve isolivello dei valori di immissione sonora, ed ottenuti con i seguenti parametri di calcolo:

<b>Incremento angolare</b>	1°
<b>Numero di riflessioni</b>	3
<b>Massimo raggio di</b>	1000 m
<b>Diffrazione laterale</b>	abilitata
<b>Ponderazione</b>	dB(A)
<b>Standards</b>	RLS 90
<b>Passo griglia di calcolo</b>	5 m
<b>Altezza sul terreno</b>	1,5 m

<b>Griglia di interpolazione</b>	
<b>dimensione campo</b>	9 x 9
<b>min/max</b>	10 dB
<b>differenza</b>	0,15 dB

Dall'analisi dei risultati si evince come i livelli di rumorosità previsti nell'ambiente prossimo alle vie di comunicazione siano ovunque abbastanza contenuti, sia nel periodo di riferimento diurno sia notturno, tranne che negli edifici prossimi alla nuova SS224, arteria su cui si riversa gran parte del traffico di attraversamento diretto a Tirrenia. Per tali ricettori è quindi opportuno approfondire l'analisi mediante specifiche valutazioni puntuali. A tale scopo tra questi ricettori sono individuati quelli maggiormente significativi, poiché adibiti ad ambiente abitativo.

L'analisi di questi ricettori sarà approfondita mediante il calcolo di mappe di rumore in facciata, raggiungendo il massimo livello di dettaglio possibile in sede previsionale.

Successivamente alla realizzazione dell'opera, e prima della predisposizione di qualsiasi intervento di mitigazione, è opportuno procedere ad una analisi strumentale, secondo il piano di monitoraggio riportato nei capitoli successivi ed eventualmente integrato con indicazioni del proponente e degli enti competenti, che validi quanto previsto in questa sede ed individuati anche tutte le altre criticità effettive.

#### 5.3.5.2 Mappe di rumore in facciata

In corrispondenza degli edifici precedentemente considerati, sono state calcolate mappe del rumore in facciata, simulando il livello sonoro in corrispondenza di ricettori puntuali posti per ciascun piano al centro della facciata ed alla distanza di 1 metro dalla stessa (secondo le indicazioni degli Allegati B e C del D.M. 16/03/1998). Con i seguenti parametri di calcolo si ottengono i risultati riportati nelle tabelle e in dettaglio per i ricettori critici nelle Tav. B.6.17-B.6.18:

<b>Incremento angolare</b>	1°
<b>Numero di riflessioni</b>	3
<b>Massimo raggio di</b>	1000 m
<b>Diffrazione laterale</b>	abilitata
<b>Ponderazione</b>	dB(A)
<b>Standards</b>	RLS 90
<b>Numero ricettori</b>	1 centro facciata
<b>Distanza dalla facciata</b>	1 m

Si riportano nelle tabelle seguenti per la totalità dei ricettori i valori ottenuti a seguito della simulazione in facciata.

Tabella 11a – Riepilogo valori in facciata ricettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R1 nord-est	1	65	55	52,5	48,5	-12,5	-6,5
R1 nord-est	2	65	55	52,2	48,2	-12,8	-6,8
R30	1	65	55	47,2	42,8	-17,8	-12,2
R30 est	2	65	55	47,9	43,6	-17,1	-11,4
R30 est	3	65	55	48,8	44,5	-16,2	-10,5
R30 sud	1	65	55	44,5	40,3	-20,5	-14,7
R 30 sud	2	65	55	46,3	42,1	-18,7	-12,9
R 30 sud	3	65	55	48,9	44,7	-16,1	-10,3
R34 sud	1	65	55	59,3	55,6	-5,7	0,6
R34 sud	2	65	55	59,6	55,9	-5,4	0,9
R35 sud	1	65	55	58,5	54,8	-6,5	-0,2
R35 sud	2	65	55	59	55,2	-6	0,2
R37 sud	1	65	55	59,2	55,5	-5,8	0,5
R37 sud	2	65	55	59,5	55,8	-5,5	0,8
R38 sud	1	65	55	58,9	55,1	-6,1	0,1
R38 sud	2	65	55	59,5	55,7	-5,5	0,7
R10 est	1	60	50	53,4	48,8	-6,6	-1,2
R10 est	2	60	50	53,9	49,3	-6,1	-0,7
R10 est	3	60	50	54,3	49,7	-5,7	-0,3
R10 est	4	60	50	54,8	50	-5,2	0
R10 nord	1	60	50	61,3	55,7	1,3	5,7
R10 nord	2	60	50	61,7	56,1	1,7	6,1
R10 nord	3	60	50	61,7	56,2	1,7	6,2
R10 nord	4	60	50	61,7	56,2	1,7	6,2
R10 ovest	1	60	50	63,3	57,6	3,3	7,6
R10 ovest	2	60	50	63,4	57,8	3,4	7,8
R10 ovest	3	60	50	63,3	57,7	3,3	7,7
R10 ovest	4	60	50	63,1	57,4	3,1	7,4
R10 sud	1	60	50	57,5	52	-2,5	2
R10 sud	2	60	50	58,6	53,1	-1,4	3,1
R10 sud	3	60	50	58,8	53,3	-1,2	3,3
R10 sud	4	60	50	58,9	53,4	-1,1	3,4
R10 nord-est	1	60	50	46,3	41,1	-13,7	-8,9
R10 nord est	2	60	50	47,8	42,6	-12,2	-7,4
R10 nord ovest	1	60	50	48,8	43,4	-11,2	-6,6
R10 nord-ovest	2	60	50	50,4	45,1	-9,6	-4,9
R11 est	1	60	50	50,9	46,5	-9,1	-3,5
R11 est	2	60	50	51,4	47	-8,6	-3
R11 est	3	60	50	51,7	47,2	-8,3	-2,8
R11 est	4	60	50	52,3	47,7	-7,7	-2,3
R11 nord	1	60	50	59,4	53,8	-0,6	3,8
R11 nord	2	60	50	59,9	54,4	-0,1	4,4
R11 nord	3	60	50	60	54,4	0	4,4
R11 nord	4	60	50	60	54,4	0	4,4
R11 ovest	1	60	50	61,1	55,5	1,1	5,5
R11 ovest	2	60	50	61,7	56,1	1,7	6,1
R11 ovest	3	60	50	61,9	56,3	1,9	6,3
R11 ovest	4	60	50	62	56,4	2	6,4
R11 sud	1	60	50	55,6	50,1	-4,4	0,1
R11 sud	2	60	50	56,8	51,4	-3,2	1,4

Tabella 11b -- Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R11 sud	3	60	50	57,5	52	-2,5	2
R11 sud	4	60	50	57,8	52,3	-2,2	2,3
R12 est	1	60	50	55,3	51,2	-4,7	1,2
R12 est	2	60	50	54,7	50,5	-5,3	0,5
R12 est	3	60	50	54,1	49,8	-5,9	-0,2
R12 est	4	60	50	53,8	49,3	-6,2	-0,7
R12 nord	1	60	50	57,2	51,7	-2,8	1,7
R12 nord	2	60	50	58,5	53	-1,5	3
R12 nord	3	60	50	58,8	53,2	-1,2	3,2
R12 nord	4	60	50	58,9	53,4	-1,1	3,4
R12 ovest	1	60	50	63,6	58	3,6	8
R12 ovest	2	60	50	63,8	58,2	3,8	8,2
R12 ovest	3	60	50	63,7	58,1	3,7	8,1
R12 ovest	4	60	50	63,5	57,9	3,5	7,9
R12 sud	1	60	50	52,6	47,3	-7,4	-2,7
R12 sud	2	60	50	54	48,7	-6	-1,3
R12 sud	3	60	50	54,8	49,5	-5,2	-0,5
R12 sud	4	60	50	55,2	49,8	-4,8	-0,2
R13 est	1	60	50	48,7	44,4	-11,3	-5,6
R13 est	2	60	50	49,2	44,9	-10,8	-5,1
R13 est	3	60	50	49,4	45,1	-10,6	-4,9
R13 est	4	60	50	50	45,5	-10	-4,5
R13 nord	1	60	50	61,1	55,5	1,1	5,5
R13 nord	2	60	50	61,5	55,9	1,5	5,9
R13 nord	3	60	50	61,5	55,9	1,5	5,9
R13 nord	4	60	50	61,3	55,7	1,3	5,7
R13 ovest	1	60	50	64,7	59,2	4,7	9,2
R13 ovest	2	60	50	64,7	59,1	4,7	9,1
R13 ovest	3	60	50	64,3	58,7	4,3	8,7
R13 ovest	4	60	50	63,9	58,3	3,9	8,3
R13 sud	1	60	50	58,9	53,8	-1,1	3,8
R13 sud	2	60	50	59	53,9	-1	3,9
R13 sud	3	60	50	58,9	53,7	-1,1	3,7
R13 sud	4	60	50	58,8	53,4	-1,2	3,4
R14 est	1	60	50	52,3	47,2	-7,7	-2,8
R14 nord	1	60	50	55,1	50,1	-4,9	0,1
R14 ovest	1	60	50	55	50,3	-5	0,3
R14 sud	1	60	50	49,5	44,9	-10,5	-5,1
R15 est	1	60	50	50,4	45,3	-9,6	-4,7
R15 est	2	60	50	51	45,9	-9	-4,1
R15 est	3	60	50	51,4	46,3	-8,6	-3,7
R15 est	4	60	50	53,1	47,9	-6,9	-2,1
R15 nord	1	60	50	52	47,1	-8	-2,9
R15 nord	2	60	50	52,6	47,6	-7,4	-2,4
R15 nord	3	60	50	53,1	48,1	-6,9	-1,9
R15 nord	4	60	50	54,2	49,1	-5,8	-0,9
R15 ovest	1	60	50	54,2	49,6	-5,8	-0,4
R15 ovest	2	60	50	54,5	49,9	-5,5	-0,1
R15 ovest	3	60	50	54,8	50	-5,2	0
R15 ovest	4	60	50	55,5	50,6	-4,5	0,6

Tabella 11c -- Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R15 sud	1	60	50	49,6	44,8	-10,4	-5,2
R15 sud	2	60	50	50,3	45,5	-9,7	-4,5
R15 sud	3	60	50	50,8	45,9	-9,2	-4,1
R15 sud	4	60	50	52,6	47,6	-7,4	-2,4
R16 est	1	60	50	49,4	44,3	-10,6	-5,7
R16 nord	1	60	50	51,1	46,3	-8,9	-3,7
R16 ovest	1	60	50	53,7	49,2	-6,3	-0,8
R16 sud	1	60	50	48,9	44,3	-11,1	-5,7
R17 est	1	60	50	43	37,9	-17	-12,1
R17 est	2	60	50	46,1	41	-13,9	-9
R17 est	3	60	50	46,5	41,4	-13,5	-8,6
R17 est	4	60	50	50,3	45	-9,7	-5
R17 nord	1	60	50	51,3	46,7	-8,7	-3,3
R17 nord	2	60	50	51,8	47,1	-8,2	-2,9
R17 nord	3	60	50	52	47,3	-8	-2,7
R17 nord	4	60	50	53	48,1	-7	-1,9
R17 ovest	1	60	50	52,9	48,4	-7,1	-1,6
R17 ovest	2	60	50	53,3	48,7	-6,7	-1,3
R17 ovest	3	60	50	53,5	48,9	-6,5	-1,1
R17 ovest	4	60	50	54,2	49,4	-5,8	-0,6
R17 sud	1	60	50	50,7	45,8	-9,3	-4,2
R17 sud	2	60	50	51,1	46,3	-8,9	-3,7
R17 sud	3	60	50	51,3	46,4	-8,7	-3,6
R17 sud	4	60	50	52,7	47,7	-7,3	-2,3
R18; est	1	60	50	60,1	54,5	0,1	4,5
R18 est	2	60	50	60,9	55,3	0,9	5,3
R18 est	3	60	50	61,1	55,5	1,1	5,5
R18 est	4	60	50	61,1	55,5	1,1	5,5
R18 nord	1	60	50	56,9	51,3	-3,1	1,3
R18 nord	2	60	50	58,1	52,5	-1,9	2,5
R18 nord	3	60	50	58,5	52,9	-1,5	2,9
R18 nord	4	60	50	58,7	53,1	-1,3	3,1
R18 ovest	1	60	50	43,2	37,8	-16,8	-12,2
R18 ovest	2	60	50	43,9	38,6	-16,1	-11,4
R18 ovest	3	60	50	45	39,6	-15	-10,4
R18 ovest	4	60	50	47,1	41,8	-12,9	-8,2
R18 sud	1	60	50	56,9	51,3	-3,1	1,3
R18 sud	2	60	50	58,5	52,9	-1,5	2,9
R18 sud	3	60	50	58,7	53,1	-1,3	3,1
R18 sud	4	60	50	58,6	53,1	-1,4	3,1
R19 nord-est	1	60	50	58,7	53,1	-1,3	3,1
R19 nord-est	2	60	50	60,1	54,5	0,1	4,5
R19 nord-est	3	60	50	60,3	54,7	0,3	4,7
R19 nord-est	4	60	50	60,3	54,8	0,3	4,8
R19 nord-ovest	1	60	50	44,3	38,9	-15,7	-11,1
R19 nord-ovest	2	60	50	44,8	39,5	-15,2	-10,5
R19 nord-ovest	3	60	50	45,3	40,1	-14,7	-9,9
R19 nord-ovest	4	60	50	46,8	41,6	-13,2	-8,4
R19 sud-est	1	60	50	60,5	54,9	0,5	4,9
R19 sud-est	2	60	50	61,2	55,6	1,2	5,6

Tabella 11d -- Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R19 sud-est	3	60	50	61,3	55,7	1,3	5,7
R19 sud-est	4	60	50	61,2	55,6	1,2	5,6
R19 sud-ovest	1	60	50	56	50,6	-4	0,6
R19 sud-ovest	2	60	50	57,2	51,8	-2,8	1,8
R19 sud-ovest	3	60	50	57,7	52,3	-2,3	2,3
R19 sud-ovest	4	60	50	58	52,6	-2	2,6
R2 est	1	65	55	42,2	38,1	-22,8	-16,9
R2 est	2	65	55	43,6	39,5	-21,4	-15,5
R2 est	3	65	55	44,6	40,4	-20,4	-14,6
R2 est	4	65	55	45,4	41,1	-19,6	-13,9
R20 est	1	60	50	39,7	35,2	-20,3	-14,8
R20 est	2	60	50	40,7	36,1	-19,3	-13,9
R20 est	3	60	50	42,1	37,4	-17,9	-12,6
R20 est	4	60	50	43,8	39	-16,2	-11
R21 est	1	60	50	44	38,6	-16	-11,4
R21 est	2	60	50	44,8	39,4	-15,2	-10,6
R21 est	3	60	50	45,8	40,4	-14,2	-9,6
R21 est	4	60	50	47,2	41,8	-12,8	-8,2
R21 nord	1	60	50	42,2	36,7	-17,8	-13,3
R21 nord	2	60	50	42,9	37,5	-17,1	-12,5
R21 nord	3	60	50	43,8	38,4	-16,2	-11,6
R21 nord	4	60	50	44,9	39,6	-15,1	-10,4
R22 est	1	60	50	45,8	40,3	-14,2	-9,7
R22 est	2	60	50	46,6	41	-13,4	-9
R22 est	3	60	50	47,5	42	-12,5	-8
R22 est	4	60	50	48,6	43,2	-11,4	-6,8
R22 nord-est	1	60	50	55,7	50,1	-4,3	0,1
R22 nord-est	2	60	50	56,6	51,1	-3,4	1,1
R22 nord-est	3	60	50	57,6	52	-2,4	2
R22 nord-est	4	60	50	58,1	52,5	-1,9	2,5
R22 nord-ovest	1	60	50	46,5	41	-13,5	-9
R22 nord-ovest	2	60	50	47,1	41,7	-12,9	-8,3
R22 nord-ovest	3	60	50	47,9	42,4	-12,1	-7,6
R22 nord-ovest	4	60	50	48,9	43,4	-11,1	-6,6
R23 est	1	60	50	43,2	37,9	-16,8	-12,1
R23 est	2	60	50	43,8	38,5	-16,2	-11,5
R23 est	3	60	50	44,5	39,2	-15,5	-10,8
R23 est	4	60	50	45,5	40,2	-14,5	-9,8
R23 nord	1	60	50	44,4	38,9	-15,6	-11,1
R23 nord	2	60	50	45,1	39,7	-14,9	-10,3
R23 nord	3	60	50	45,9	40,5	-14,1	-9,5
R23 nord	4	60	50	47	41,6	-13	-8,4
R24 sud-est	1	65	55	40,6	36,3	-24,4	-18,7
R24 sud-est	2	65	55	42,2	38	-22,8	-17
R24 est	1	65	55	39,7	35,2	-25,3	-19,8
R24 est	2	65	55	40,8	36,3	-24,2	-18,7
R25 est	1	65	55	38,1	33,7	-26,9	-21,3
R25 est	2	65	55	39,5	35,1	-25,5	-19,9
R25 sud-est	1	65	55	41,9	37,9	-23,1	-17,1
R25 sud-est	2	65	55	43	39	-22	-16

Tabella 11e – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R25 sud-ovest	1	65	55	40,6	36,6	-24,4	-18,4
R25 sud-ovest	2	65	55	42	38	-23	-17
R26 est	1	65	55	43	38,4	-22	-16,6
R26 est	2	65	55	43,4	38,9	-21,6	-16,1
R26 est	3	65	55	44,1	39,5	-20,9	-15,5
R26 est	4	65	55	44,9	40,3	-20,1	-14,7
R28 est	1	60	50	46,4	41	-13,6	-9
R28 est	2	60	50	47,6	42,2	-12,4	-7,8
R29 est	1	65	55	45	40,8	-20	-14,2
R29 est	2	65	55	46,2	42	-18,8	-13
R3 est	1	65	55	36,8	32,1	-28,2	-22,9
R3 est	2	65	55	38,2	33,4	-26,8	-21,6
R3 est	3	65	55	40,1	35,1	-24,9	-19,9
R3 est	4	65	55	42,7	37,6	-22,3	-17,4
R31 est	1	60	50	44,7	39,6	-15,3	-10,4
R31 est	2	60	50	45,5	40,5	-14,5	-9,5
R31 est	3	60	50	46,6	41,6	-13,4	-8,4
R31 est	4	60	50	48,2	43,3	-11,8	-6,7
R31 est	1	60	50	44,6	39,3	-15,4	-10,7
R31 est	2	60	50	45,3	40	-14,7	-10
R31 est	3	60	50	45,1	40	-14,9	-10
R31 est	4	60	50	46,5	41,5	-13,5	-8,5
R31 sud	1	60	50	53,6	49,7	-6,4	-0,3
R31 sud	2	60	50	54,8	51	-5,2	1
R31 sud	3	60	50	55,6	51,8	-4,4	1,8
R31 sud	4	60	50	55,8	52	-4,2	2
R32 est	1	60	50	54,9	49,5	-5,1	-0,5
R32 est	2	60	50	55,9	50,5	-4,1	0,5
R32 est	3	60	50	56,8	51,4	-3,2	1,4
R32 est	4	60	50	57,4	51,9	-2,6	1,9
R32 nord	1	60	50	44,5	39	-15,5	-11
R32 nord	2	60	50	44,8	39,4	-15,2	-10,6
R32 nord	3	60	50	44,5	39,1	-15,5	-10,9
R32 nord	4	60	50	45,9	40,6	-14,1	-9,4
R32 ovest	1	60	50	45,4	40,4	-14,6	-9,6
R32 ovest	2	60	50	46,1	41,2	-13,9	-8,8
R32 ovest	3	60	50	46,6	41,8	-13,4	-8,2
R32 ovest	4	60	50	48,2	43,5	-11,8	-6,5
R32 sud	1	60	50	56,5	51,5	-3,5	1,5
R32 sud	2	60	50	57,8	52,7	-2,2	2,7
R32 sud	3	60	50	58,5	53,5	-1,5	3,5
R32 sud	4	60	50	58,9	53,8	-1,1	3,8
R33 sud-est	1	65	55	55	51,3	-10	-3,7
R33 sud-est	2	65	55	55,5	51,8	-9,5	-3,2
R33 sud-est	3	65	55	55,6	51,9	-9,4	-3,1
R33 sud-est	4	65	55	55,6	51,9	-9,4	-3,1
R36 sud	1	65	55	58,7	55	-6,3	0
R36 sud	2	65	55	59,3	55,6	-5,7	0,6
R39 sud	1	65	55	60	56,2	-5	1,2
R39 sud	2	65	55	60,2	56,4	-4,8	1,4

Tabella 11f – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R4 est	1	65	55	51	46,8	-14	-8,2
R4 est	2	65	55	51,2	47	-13,8	-8
R4 est	3	65	55	51,3	47	-13,7	-8
R4 est	4	65	55	51,4	47	-13,6	-8
R40 est	1	60	50	57,1	52,2	-2,9	2,2
R40 est	2	60	50	58,1	53,2	-1,9	3,2
R40 est	3	60	50	58,8	53,8	-1,2	3,8
R40 est	4	60	50	59,1	54,1	-0,9	4,1
R40 nord	1	60	50	46,7	42,1	-13,3	-7,9
R40 nord	2	60	50	47,6	43	-12,4	-7
R40 nord	3	60	50	48,5	43,9	-11,5	-6,1
R40 nord	4	60	50	49,7	45,1	-10,3	-4,9
R40 ovest	1	60	50	54,6	50,8	-5,4	0,8
R40 ovest	2	60	50	55,6	51,8	-4,4	1,8
R40 ovest	3	60	50	56,1	52,3	-3,9	2,3
R40 ovest	4	60	50	56,2	52,5	-3,8	2,5
R40 sud	1	60	50	58,5	54,5	-1,5	4,5
R40 sud	2	60	50	59,2	55,1	-0,8	5,1
R40 sud	3	60	50	59,5	55,4	-0,5	5,4
R40 sud	4	60	50	59,5	55,4	-0,5	5,4
R41 ovest	1	60	50	49,9	44,7	-10,1	-5,3
R41 ovest	2	60	50	50,6	45,4	-9,4	-4,6
R41 ovest	1	60	50	51,1	46,2	-8,9	-3,8
R41 sud	1	60	50	47,8	42,4	-12,2	-7,6
R42 ovest	1	60	50	49,7	44,3	-10,3	-5,7
R42 ovest	2	60	50	50,3	45	-9,7	-5
R43 est	1	60	50	56,5	50,9	-3,5	0,9
R43 est	2	60	50	57,7	52,1	-2,3	2,1
R43 nord	1	60	50	61,2	55,6	1,2	5,6
R43 nord	2	60	50	61,7	56,1	1,7	6,1
R43 ovest	1	60	50	62,4	56,8	2,4	6,8
R43 ovest	2	60	50	62,9	57,4	2,9	7,4
R44 est	1	60	50	47	41,5	-13	-8,5
R44 est	2	60	50	49,9	44,4	-10,1	-5,6
R44 nord	1	60	50	58,6	53	-1,4	3
R44 nord	2	60	50	60	54,4	0	4,4
R44 ovest	1	60	50	59	53,4	-1	3,4
R44 ovest	2	60	50	60,5	54,9	0,5	4,9
R44 sud	1	60	50	53,9	48,4	-6,1	-1,6
R44 sud	2	60	50	55,5	50	-4,5	0
R45 est	1	60	50	51,5	46	-8,5	-4
R45 est	2	60	50	52,9	47,3	-7,1	-2,7
R45 nord	1	60	50	58,9	53,3	-1,1	3,3
R45 nord	2	60	50	60,2	54,6	0,2	4,6
R45 ovest	1	60	50	60,3	54,7	0,3	4,7
R45 ovest	2	60	50	61,4	55,8	1,4	5,8
R45 sud	1	60	50	56	50,6	-4	0,6
R45 sud	2	60	50	57,3	51,9	-2,7	1,9
R46 est	1	60	50	48,7	43,3	-11,3	-6,7
R46 est	2	60	50	50,5	45,1	-9,5	-4,9



Tabella 11g – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R46 nord	1	60	50	56,4	50,9	-3,6	0,9
R46 nord	2	60	50	57,9	52,4	-2,1	2,4
R46 nord	1	60	50	58,4	52,9	-1,6	2,9
R46 nord	2	60	50	59,9	54,4	-0,1	4,4
R46 ovest	1	60	50	59,1	53,6	-0,9	3,6
R46 ovest	2	60	50	60,5	54,9	0,5	4,9
R46 sud	1	60	50	55,4	50	-4,6	0
R46 sud	2	60	50	56,8	51,4	-3,2	1,4
R47 nord	1	60	50	53,2	47,6	-6,8	-2,4
R47 nord	2	60	50	54,5	48,9	-5,5	-1,1
R47 ovest	1	60	50	55,2	49,7	-4,8	-0,3
R47 ovest	2	60	50	56,9	51,3	-3,1	1,3
R47 sud	1	60	50	47,4	42	-12,6	-8
R47 sud	2	60	50	49,7	44,3	-10,3	-5,7
R47 nord	1	60	50	53,9	48,4	-6,1	-1,6
R47 nord	2	60	50	55	49,4	-5	-0,6
R48 nord	1	60	50	51,9	46,4	-8,1	-3,6
R48 nord	2	60	50	53,6	48,1	-6,4	-1,9
R48 ovest	1	60	50	53,9	48,6	-6,1	-1,4
R48 ovest	2	60	50	55,2	49,8	-4,8	-0,2
R49 nord	1	60	50	51,6	46,1	-8,4	-3,9
R49 nord	2	60	50	53,1	47,6	-6,9	-2,4
R49 ovest	1	60	50	51,7	46,2	-8,3	-3,8
R49 ovest	2	60	50	53	47,5	-7	-2,5
R49 sud	1	60	50	49,9	44,4	-10,1	-5,6
R49 sud	2	60	50	50,8	45,4	-9,2	-4,6
R5 est	1	65	55	40,9	36,4	-24,1	-18,6
R5 est	2	65	55	42	37,5	-23	-17,5
R5 est	3	65	55	43,4	38,8	-21,6	-16,2
R5 est	4	65	55	45,5	40,7	-19,5	-14,3
R5 nord	1	65	55	48,2	44	-16,8	-11
R5 nord	2	65	55	49,4	45,3	-15,6	-9,7
R5 nord	3	65	55	49,7	45,5	-15,3	-9,5
R5 nord	4	65	55	50	45,8	-15	-9,2
R50 nord	1	60	50	50,9	45,4	-9,1	-4,6
R50 nord	2	60	50	51,6	46,1	-8,4	-3,9
R50 ovest	1	60	50	50,7	45,2	-9,3	-4,8
R50 ovest	2	60	50	51,8	46,3	-8,2	-3,7
R51 nord	1	60	50	48,6	43,1	-11,4	-6,9
R51 nord	2	60	50	50,7	45,2	-9,3	-4,8
R51 ovest	1	60	50	50,3	44,8	-9,7	-5,2
R51 ovest	2	60	50	52,2	46,7	-7,8	-3,3
R51 sud	1	60	50	46,1	40,9	-13,9	-9,1
R51 sud	2	60	50	48,5	43,4	-11,5	-6,6
R52 nord	1	60	50	47,6	42,3	-12,4	-7,7
R52 nord	2	60	50	49,7	44,4	-10,3	-5,6
R52 ovest	1	60	50	49,2	43,7	-10,8	-6,3
R52 ovest	2	60	50	50,6	45,2	-9,4	-4,8
R52 sud	1	60	50	46,9	41,5	-13,1	-8,5
R52 sud	2	60	50	47,8	42,5	-12,2	-7,5

Tabella 11h – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R53 ovest	1	60	50	46,7	41,3	-13,3	-8,7
R53 ovest	2	60	50	49,7	44,3	-10,3	-5,7
R53 ovest	1	60	50	45,6	40,2	-14,4	-9,8
R53 ovest	2	60	50	48,6	43,3	-11,4	-6,7
R53 ovest	1	60	50	46,1	40,8	-13,9	-9,2
R53 ovest	2	60	50	48,7	43,4	-11,3	-6,6
R55 nord-ovest	1	60	50	44,4	39,1	-15,6	-10,9
R55 nord-ovest	2	60	50	46,3	41	-13,7	-9
R55 sud-est	1	60	50	37,9	32,7	-22,1	-17,3
R55 sud-est	2	60	50	39,5	34,3	-20,5	-15,7
R55 sud-ovest	1	60	50	44	38,7	-16	-11,3
R55 sud-ovest	2	60	50	46,1	40,8	-13,9	-9,2
R56 nord-est	1	65	55	49,9	46,2	-15,1	-8,8
R56 nord-est	2	65	55	51,1	47,3	-13,9	-7,7
R56 nord-est	3	65	55	52,1	48,4	-12,9	-6,6
R57 nord	1	65	55	61,2	57,5	-3,8	2,5
R57 nord	2	65	55	61	57,3	-4	2,3
R57 nord	3	65	55	60,5	56,8	-4,5	1,8
R57 nord	4	65	55	60	56,3	-5	1,3
R58 nord	1	65	55	61,2	57,4	-3,8	2,4
R58 nord	2	65	55	60,9	57,2	-4,1	2,2
R58 nord	3	65	55	60,4	56,7	-4,6	1,7
R59 nord	1	65	55	60,9	57,2	-4,1	2,2
R59 nord	2	65	55	60,8	57,1	-4,2	2,1
R59 nord	3	65	55	60,3	56,6	-4,7	1,6
R6 est	1	60	50	49,3	43,8	-10,7	-6,2
R6 est	2	60	50	49,9	44,4	-10,1	-5,6
R6 est	3	60	50	50,7	45,2	-9,3	-4,8
R6 est	4	60	50	51,8	46,3	-8,2	-3,7
R60 nord	1	65	55	61,1	57,4	-3,9	2,4
R60 nord	2	65	55	61	57,3	-4	2,3
R60 nord	3	65	55	60,6	56,9	-4,4	1,9
R61 est	1	65	55	62,4	58,6	-2,6	3,6
R61 est	2	65	55	62,3	58,4	-2,7	3,4
R61 est	3	65	55	61,8	58	-3,2	3
R61 nord	1	65	55	61,2	57,5	-3,8	2,5
R61 nord	2	65	55	61,1	57,4	-3,9	2,4
R61 nord	3	65	55	60,7	57	-4,3	2
R62 est	1	65	55	60,1	56,4	-4,9	1,4
R62 est	2	65	55	59,8	56,1	-5,2	1,1
R62 est	3	65	55	59,4	55,6	-5,6	0,6
R62 est	1	65	55	56,9	53,2	-8,1	-1,8
R62 est	2	65	55	57,5	53,8	-7,5	-1,2
R62 est	3	65	55	57,9	54,1	-7,1	-0,9
R62 nord	1	65	55	61,5	57,7	-3,5	2,7
R62 nord	2	65	55	61,3	57,5	-3,7	2,5
R62 nord	3	65	55	60,9	57,2	-4,1	2,2
R62 nord	1	65	55	61	57,3	-4	2,3
R62 nord	2	65	55	61	57,2	-4	2,2
R62 nord	3	65	55	60,7	56,9	-4,3	1,9

Tabella 11i – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R63 nord	1	60	50	61,2	57,3	1,2	7,3
R63 nord	2	60	50	61,1	57,3	1,1	7,3
R63 nord	3	60	50	60,8	56,9	0,8	6,9
R63 ovest	1	60	50	59,4	55,7	-0,6	5,7
R63 ovest	2	60	50	59,6	55,9	-0,4	5,9
R63 ovest	3	60	50	59,4	55,7	-0,6	5,7
R64 est	1	60	50	56,7	51,2	-3,3	1,2
R64 est	2	60	50	58,2	52,7	-1,8	2,7
R64 est	3	60	50	59	53,5	-1	3,5
R64 est	4	60	50	59,2	53,7	-0,8	3,7
R64 nord	1	60	50	61,7	57,7	1,7	7,7
R64 nord	2	60	50	61,8	57,7	1,8	7,7
R64 nord	3	60	50	61,5	57,3	1,5	7,3
R64 nord	4	60	50	61,1	56,8	1,1	6,8
R64 ovest	1	60	50	47,3	43,3	-12,7	-6,7
R64 ovest	2	60	50	48,7	44,6	-11,3	-5,4
R64 ovest	3	60	50	49,5	45,5	-10,5	-4,5
R64 ovest	4	60	50	50,2	46,2	-9,8	-3,8
R65 nord-est	1	65	55	55,4	51,6	-9,6	-3,4
R65 nord-est	2	65	55	56	52,2	-9	-2,8
R66 nord-est	1	65	55	48,9	45	-16,1	-10
R66 nord-est	2	65	55	50,2	46,3	-14,8	-8,7
R66 nord-est	3	65	55	50,4	46,6	-14,6	-8,4
R67 nord-est	1	65	55	54	50,1	-11	-4,9
R67 nord-est	2	65	55	54	50,1	-11	-4,9
R68 est	1	65	55	54,5	50,3	-10,5	-4,7
R68 est	2	65	55	53,8	49,7	-11,2	-5,3
R69 est	1	65	55	54,6	50,4	-10,4	-4,6
R69 est	2	65	55	53,9	49,8	-11,1	-5,2
R7 est	1	65	55	59,6	54	-5,4	-1
R7 est	2	65	55	60,3	54,7	-4,7	-0,3
R7 est	3	65	55	60,6	54,9	-4,4	-0,1
R7 est	4	65	55	60,6	55	-4,4	0
R7 nord	1	65	55	57,4	52,8	-7,6	-2,2
R7 nord	2	65	55	57,7	52,9	-7,3	-2,1
R7 nord	3	65	55	57,6	52,6	-7,4	-2,4
R7 nord	4	65	55	57,5	52,4	-7,5	-2,6
R70 est	1	65	55	43,2	39,2	-21,8	-15,8
R70 est	2	65	55	46,6	42,6	-18,4	-12,4
R70 nord	1	65	55	49,8	45,8	-15,2	-9,2
R70 nord	2	65	55	50,9	47	-14,1	-8
R70 ovest	1	65	55	54,4	50,3	-10,6	-4,7
R70 ovest	2	65	55	53,6	49,5	-11,4	-5,5
R71 est	1	65	55	59,1	55,2	-5,9	0,2
R71 est	2	65	55	59	55,1	-6	0,1
R71 nord	1	65	55	53,2	49,4	-11,8	-5,6
R71 nord	2	65	55	55,3	51,5	-9,7	-3,5
R72 ovest	1	65	55	59,2	55,3	-5,8	0,3
R72 ovest	2	65	55	59,1	55,2	-5,9	0,2
R73 est	1	65	55	62,4	58,5	-2,6	3,5

Tabella 111 -- Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R73 est	2	65	55	62,3	58,4	-2,7	3,4
R74 est	1	65	55	54,8	50,9	-10,2	-4,1
R74 est	2	65	55	56,2	52,4	-8,8	-2,6
R74 sud	1	65	55	54,5	50,6	-10,5	-4,4
R74 sud	2	65	55	55,8	52	-9,2	-3
R75 est	1	65	55	59,3	55,5	-5,7	0,5
R75 est	2	65	55	60	56,1	-5	1,1
R75 est	3	65	55	60,1	56,3	-4,9	1,3
R76 est	1	65	55	45,5	41,4	-19,5	-13,6
R76 est	2	65	55	47,2	43,2	-17,8	-11,8
R76 ovest	1	65	55	55,8	52	-9,2	-3
R76 ovest	2	65	55	56,8	53	-8,2	-2
R77 est	1	65	55	46,9	42,2	-18,1	-12,8
R77 est	2	65	55	49,2	44,7	-15,8	-10,3
R77 est	1	65	55	46,9	42,6	-18,1	-12,4
R77 est	2	65	55	48,6	44,3	-16,4	-10,7
R77 ovest	1	65	55	58	54,3	-7	-0,7
R77 ovest	2	65	55	58,2	54,5	-6,8	-0,5
R78 est	1	65	55	57,4	53,6	-7,6	-1,4
R78 est	2	65	55	57,5	53,7	-7,5	-1,3
R78 est	1	65	55	58,5	54,8	-6,5	-0,2
R78 est	2	65	55	58,5	54,7	-6,5	-0,3
R79 est	1	65	55	60,2	56,4	-4,8	1,4
R79 est	2	65	55	60,1	56,4	-4,9	1,4
R8 est	1	65	55	61,2	55,6	-3,8	0,6
R8 est	2	65	55	61,6	56	-3,4	1
R8 est	3	65	55	61,8	56,2	-3,2	1,2
R8 est	4	65	55	61,8	56,2	-3,2	1,2
R8 nord	1	65	55	58,4	52,8	-6,6	-2,2
R8 nord	2	65	55	59,4	53,7	-5,6	-1,3
R8 nord	3	65	55	59,6	54	-5,4	-1
R8 nord	4	65	55	59,6	54	-5,4	-1
R8 sud	1	65	55	56,9	51,3	-8,1	-3,7
R8 sud	2	65	55	58,2	52,5	-6,8	-2,5
R8 sud	3	65	55	58,5	52,9	-6,5	-2,1
R8 sud	4	65	55	58,7	53,1	-6,3	-1,9
R80 est	1	60	50	58,1	54,2	-1,9	4,2
R80 est	2	60	50	58,4	54,5	-1,6	4,5
R80 nord	1	60	50	50,2	46,1	-9,8	-3,9
R80 nord	2	60	50	52,5	48,3	-7,5	-1,7
R80 sud	1	60	50	61,3	57,6	1,3	7,6
R80 sud	2	60	50	61,3	57,5	1,3	7,5
R81 est	1	60	50	54,7	49,9	-5,3	-0,1
R81 est	2	60	50	56	51,2	-4	1,2
R81 est	1	60	50	56	51,6	-4	1,6
R81 est	2	60	50	56,9	52,5	-3,1	2,5
R81 nord	1	60	50	52,7	47,8	-7,3	-2,2
R81 nord	2	60	50	54,1	49,2	-5,9	-0,8
R81 sud	1	60	50	57,9	53,9	-2,1	3,9
R81 sud	2	60	50	58,4	54,4	-1,6	4,4

Tabella 11m – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R82 est	1	60	50	57,1	53,2	-2,9	3,2
R82 est	2	60	50	57,7	53,8	-2,3	3,8
R82 nord	1	60	50	62,1	58,4	2,1	8,4
R82 nord	2	60	50	61,9	58,1	1,9	8,1
R82 sud	1	60	50	55,2	51,2	-4,8	1,2
R82 sud	2	60	50	56	52	-4	2
R83 nord-est	1	60	50	56,6	52,2	-3,4	2,2
R83 nord-est	2	60	50	57,5	53,1	-2,5	3,1
R83 nord-ovest	1	60	50	52,9	48,9	-7,1	-1,1
R83 nord-ovest	2	60	50	54,5	50,4	-5,5	0,4
R83 sud-est	1	60	50	51,7	46,4	-8,3	-3,6
R83 sud-est	2	60	50	53,1	47,9	-6,9	-2,1
R83 sud-ovest	1	60	50	57	53	-3	3
R83 sud-ovest	2	60	50	56,9	52,9	-3,1	2,9
R83 nord-est	1	60	50	52,1	46,8	-7,9	-3,2
R83 nord-est	2	60	50	53,2	48	-6,8	-2
R83 sud-est	1	60	50	52,9	48,5	-7,1	-1,5
R83 sud-est	2	60	50	53,6	49,1	-6,4	-0,9
R84 est	1	60	50	46,4	42,3	-13,6	-7,7
R84 est	2	60	50	49,7	45,5	-10,3	-4,5
R85 est	1	65	55	60,6	56,9	-4,4	1,9
R85 nord	1	65	55	61,8	58,1	-3,2	3,1
R86 est	1	65	55	43,8	39,6	-21,2	-15,4
R86 est	2	65	55	46,5	42,1	-18,5	-12,9
R86 est	3	65	55	47,8	43,5	-17,2	-11,5
R86 sud-est	1	65	55	52	48,2	-13	-6,8
R86 sud-est	2	65	55	53,2	49,4	-11,8	-5,6
R86 sud-est	3	65	55	53,4	49,5	-11,6	-5,5
R86 est	1	65	55	57,7	54	-7,3	-1
R86 est	2	65	55	57,9	54,2	-7,1	-0,8
R86 est	1	65	55	57,9	54,2	-7,1	-0,8
R86 est	2	65	55	58,2	54,4	-6,8	-0,6
R87 est	1	65	55	60,2	56,4	-4,8	1,4
R87 est	2	65	55	60,2	56,3	-4,8	1,3
R88 est	1	65	55	63	59,1	-2	4,1
R88 est	2	65	55	62,7	58,9	-2,3	3,9
R88 est	3	65	55	62,3	58,4	-2,7	3,4
R88 nord	1	65	55	62,2	58,5	-2,8	3,5
R88 nord	2	65	55	62,1	58,3	-2,9	3,3
R88 nord	3	65	55	61,7	57,9	-3,3	2,9
R89 est	1	65	55	59,4	55,5	-5,6	0,5
R9 est	1	65	55	59	53,9	-6	-1,1
R9 est	2	65	55	59,6	54,5	-5,4	-0,5
R9 est	3	65	55	59,8	54,7	-5,2	-0,3
R9 nord	1	65	55	63,4	58,3	-1,6	3,3
R9 nord	2	65	55	63,7	58,5	-1,3	3,5
R9 nord	3	65	55	63,6	58,5	-1,4	3,5
R9 ovest	1	65	55	60,6	55,5	-4,4	0,5
R9 ovest	2	65	55	61,6	56,4	-3,4	1,4
R9 ovest	3	65	55	61,8	56,6	-3,2	1,6

Tabella 11n – Riepilogo valori in facciata recettori

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Differenza Liv. simulati con Limiti di legge	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Diff. Leq D	Diff. Leq N
R9 sud	1	65	55	53,2	48,1	-11,8	-6,9
R9 sud	2	65	55	53,9	48,8	-11,1	-6,2
R9 sud	3	65	55	54,8	49,6	-10,2	-5,4
R90 est	1	65	55	62,3	58,4	-2,7	3,4
R90 est	2	65	55	62,1	58,2	-2,9	3,2
R90 est	3	65	55	61,6	57,7	-3,4	2,7
R91 est	1	65	55	62	58,1	-3	3,1
R91 est	2	65	55	61,7	57,8	-3,3	2,8
R91 est	3	65	55	61,2	57,3	-3,8	2,3
R92 nord-est	1	60	50	51,8	46,5	-8,2	-3,5
R92 nord-est	2	60	50	52,8	47,6	-7,2	-2,4
R92 nord-ovest	1	60	50	53,8	49,4	-6,2	-0,6
R92 nord-ovest	2	60	50	54,3	49,9	-5,7	-0,1
R92 sud-est	1	60	50	52,2	47,5	-7,8	-2,5
R92 sud-est	2	60	50	53,1	48,4	-6,9	-1,6
R92 nord-est	1	60	50	55,1	49,7	-4,9	-0,3
R92 nord-est	2	60	50	56,4	51	-3,6	1
R92 sud	1	60	50	51,8	46,5	-8,2	-3,5
R92 sud	2	60	50	53,3	48	-6,7	-2
R93 nord-est	1	60	50	54,2	48,8	-5,8	-1,2
R93 nord-est	2	60	50	55,5	50,1	-4,5	0,1
R93 nord-ovest	1	60	50	51,7	46,6	-8,3	-3,4
R93 nord-ovest	2	60	50	53,2	48,1	-6,8	-1,9
R94 nord-est	1	60	50	58,2	52,6	-1,8	2,6
R94 nord-est	2	60	50	59,3	53,7	-0,7	3,7
R95 nord-est	1	60	50	59,3	53,7	-0,7	3,7
R95 nord-est	2	60	50	59,5	53,9	-0,5	3,9
R95 nord-ovest	1	60	50	63,5	57,9	3,5	7,9
R95 nord-ovest	2	60	50	63,1	57,6	3,1	7,6
R96	1	60	50	62	56,4	2	6,4
R96	2	60	50	62,2	56,6	2,2	6,6
R96	1	60	50	57,3	51,7	-2,7	1,7
R96	2	60	50	58,4	52,9	-1,6	2,9
R97 nord-ovest	1	60	50	53	47,5	-7	-2,5
R97 nord-ovest	2	60	50	54	48,5	-6	-1,5
R97 sud-ovest	1	60	50	51,5	46	-8,5	-4
R97 sud-ovest	2	60	50	52,4	46,9	-7,6	-3,1
R98 nord	1	60	50	51,2	45,7	-8,8	-4,3
R98 nord	2	60	50	52,2	46,7	-7,8	-3,3
R98 sud-ovest	1	60	50	52,5	47	-7,5	-3
R98 sud-ovest	2	60	50	53,3	47,8	-6,7	-2,2
R99 nord-est	1	60	50	56,8	52	-3,2	2
R99 nord-est	2	60	50	58,2	53,3	-1,8	3,3
R99 nord-ovest	1	60	50	49,7	45,4	-10,3	-4,6
R99 nord-ovest	2	60	50	51	46,6	-9	-3,4
R99 sud-est	1	60	50	51,4	46	-8,6	-4
R99 sud-est	2	60	50	52,9	47,5	-7,1	-2,5
R101 CLASSE 2	1	55	45	44	38,7	-11	-6,3
R102 CLASSE 2	2	55	45	44,5	39,2	-10,5	-5,8

I valori numerici riportati corrispondono ai massimi calcolati sulla facciata ad ogni singolo piano. Dal confronto di tali dati con i limiti di immissione prescritti dalla zonizzazione acustica del Comune di Pisa, si determinano i punti in cui il livello sonoro supera i valori massimi ammessi, le cui facciate

corrispondenti sono classificate come “facciate in conflitto” ed opportunamente evidenziate nelle cartografie. A questi ricettori critici, ed a tutti gli altri che verranno in futuro evidenziati mediante l’applicazione del piano di monitoraggio, dovrà essere rivolta l’attenzione per la mitigazione dell’impatto, mediante l’abbattimento dei livelli di rumore fino a valori compatibili con i limiti di legge. In particolare la simulazione, i cui risultati sono stati riportati analiticamente nelle tabelle, dimostra che il livello sonoro sui ricettori di seguito evidenziati superano i limiti ammessi dal DPR 142/2004 (Classi delle zonizzazione acustica).

### **5.3.6 Individuazione e dimensionamento di massima degli interventi di mitigazione**

Lo scopo del presente paragrafo è quello di fornire al proponente indicazioni e proposte teoriche circa la predisposizione di eventuali interventi di abbattimento del rumore, sulla base dei criteri tecnico-acustici individuati dalla normativa vigente. Pertanto il seguente studio è un naturale completamento tecnico-scientifico dell’analisi acustica condotta e non costituisce alcuna assunzione d’obbligo né, assume validità di progettazione, che resta a carico esclusivo delle società e degli enti gestori ed è regolata da specifiche disposizioni legislative.

Dall’analisi dei risultati descritti nel paragrafo precedente, viste la frequenza e l’entità dei superamenti dei limiti prescritti, emerge la necessità di contenere il livello di immissione sulle facciate in conflitto degli edifici critici, mediante l’individuazione di opere di mitigazione.

Nell’analisi dei possibili interventi strutturali per l’abbattimento del rumore, a seconda della fattibilità tecnica e dell’efficacia acustica, sono valutate le seguenti ipotesi:

- barriere antirumore (artificiali, naturali, integrate, ecc.);
- rilevati antirumore;
- pavimentazioni antirumore, giunti silenziosi e trattamenti antirumore delle strade in prossimità delle rotonde;
- altre tecniche da applicarsi direttamente sul ricettore (finestre antirumore, rivestimenti fonoassorbenti, ecc.), individuate secondo la seguente scala di priorità:
  - direttamente sulla sorgente rumorosa;
  - lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
  - direttamente sul ricettore.

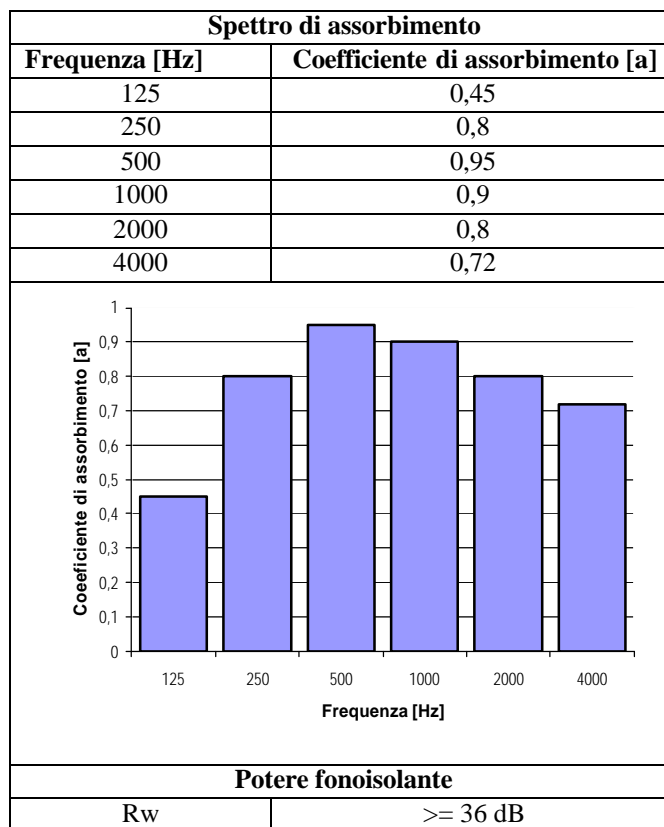
Sulla base di:

- considerazioni di carattere strutturale e funzionale delle opere in progetto;
- analisi sulle vie di propagazione del rumore dalla sorgente ai ricettori;
- valutazioni sui livelli previsionali calcolati e mappati.

Per un dimensionamento di massima delle barriere si utilizza un apposito codice di calcolo implementato nello stesso software SoundPLAN, in cui è stata effettuata tutta la modellazione acustica, che permette di ottimizzare l’intervento di mitigazione in funzione degli obiettivi da

raggiungere. Per effettuare tale ottimizzazione si impongono precise caratteristiche geometriche e fisiche alla barriera, che corrispondono a prodotti commercialmente diffusi e validati.

Data la natura teorica del presente studio, si tralascia l'analisi dei criteri tecnico-economici di selezione della barriera, ma si fa riferimento ad una comune barriera antirumore artificiale a segmenti, costituita da elementi modulari sovrapposti con le seguenti caratteristiche geometriche ed acustiche:



Il calcolo di ottimizzazione mira a determinare l'altezza di ogni segmento di barriera con l'obiettivo di contenere i livelli sonori sulle facciate in conflitto entro i limiti imposti, utilizzando la minima estensione superficiale della barriera.

La simulazione è effettuata considerando come obiettivo il contenimento dei massimi livelli per ciascuna facciata degli edifici critici e con i seguenti parametri di calcolo:

<b>Incremento angolare</b>	1°
<b>Numero di riflessioni</b>	3
<b>Massimo raggio di</b>	1000 m
<b>Diffrazione laterale</b>	abilitata
<b>Ponderazione</b>	dB(A)
<b>Standards</b>	RLS 90
<b>Ricettori obiettivo</b>	Massimo livello centro



<b>Distanza dalla facciata</b>	1 m
<b>Obiettivo</b>	Limiti di immissione
<b>Criterio</b>	Superficie minima

Il risultato calcolato rappresenta una situazione con il minimo numero di elementi modulari che costituiscono la barriera nella loro dislocazione ottimale, che garantisce il raggiungimento dei livelli obiettivo, ma che non tiene conto qualitativamente dell'aspetto complessivo della barriera risultante, degli eventuali problemi realizzativi e del relativo impatto visuale, e neanche dell'uniformità del campo sonoro conseguente all'introduzione di tale mitigazione.

Partendo da tale base non riducibile, si può definire un dimensionamento di massima della barriera che uniformi il più possibile le altezze dei segmenti contigui, garantendo contemporaneamente contenimento acustico puntuale sulle facciate degli edifici critici, ma anche una irrinunciabile uniformità del campo sonoro nelle relative aree esterne di pertinenza.

Sulla base di questo criterio si propongono le altezze dei vari tratti di barriera, così come riportate in nel prospetto seguente e per la localizzazione planimetrica si rimanda alla Tav. B.6.21 "Localizzazione degli interventi di mitigazione".

<b>Tratti</b>	<b>Recettore Protetto</b>	<b>Lato rispetto al verso di percorrenza della nuova SS224 direzione Pisa</b>	<b>Lunghezza [m]</b>	<b>Altezza [m]</b>
1	R10	Destro-Dx	28,5	4,50
2	R8-R18	Sinistra-Sx	153,5	3,00
3	R10-R11-R12-R13	Dx	150	3,00
4	R19	Sx	126	2,50
5	R43-R44-R45 R46	Dx	145	2,50

I livelli di immissione calcolati in presenza delle barriere acustiche sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 12a – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R1 nord-est	1	65	55	52,5	48,5	52,5	48,5
R1 nord-est	2	65	55	52,2	48,2	52,2	48,2
R30	1	65	55	47,2	42,8	47,1	42,8
R30 est	2	65	55	47,9	43,6	47,8	43,6
R30 est	3	65	55	48,8	44,5	48,7	44,5
R30 sud	1	65	55	44,5	40,3	44,5	40,3
R 30 sud	2	65	55	46,3	42,1	46,3	42,1
R 30 sud	3	65	55	48,9	44,7	48,9	44,6
R34 sud	1	65	55	59,3	55,6	59,3	55,6
R34 sud	2	65	55	59,6	55,9	59,6	55,9
R35 sud	1	65	55	58,5	54,8	58,5	54,8
R35 sud	2	65	55	59	55,2	59	55,2
R37 sud	1	65	55	59,2	55,5	59,2	55,5
R37 sud	2	65	55	59,5	55,8	59,5	55,8
R38 sud	1	65	55	58,9	55,1	58,8	55,1
R38 sud	2	65	55	59,5	55,7	59,5	55,7
R10 est	1	60	50	53,4	48,8	53,1	48,6
R10 est	2	60	50	53,9	49,3	53,6	49,1
R10 est	3	60	50	54,3	49,7	54,1	49,5
R10 est	4	60	50	54,8	50	54,7	49,9
R10 nord	1	60	50	61,3	55,7	56	50,6
R10 nord	2	60	50	61,7	56,1	60,5	55
R10 nord	3	60	50	61,7	56,2	61,3	55,8
R10 nord	4	60	50	61,7	56,2	61,5	55,9
R10 ovest	1	60	50	63,3	57,6	58,6	53
R10 ovest	2	60	50	63,4	57,8	63,2	57,5
R10 ovest	3	60	50	63,3	57,7	63	57,4
R10 ovest	4	60	50	63,1	57,4	62,8	57,2
R10 sud	1	60	50	57,5	52	53,3	48,1
R10 sud	2	60	50	58,6	53,1	56,8	51,4
R10 sud	3	60	50	58,8	53,3	58,6	53,1
R10 sud	4	60	50	58,9	53,4	58,7	53,2
R10 nord-est	1	60	50	46,3	41,1	46,3	41,1
R10 nord est	2	60	50	47,8	42,6	47,8	42,6
R10 nord ovest	1	60	50	48,8	43,4	48,8	43,4
R10 nord-ovest	2	60	50	50,4	45,1	50,4	45,1
R11 est	1	60	50	50,9	46,5	50,7	46,4
R11 est	2	60	50	51,4	47	51,2	46,8
R11 est	3	60	50	51,7	47,2	51,5	47,1
R11 est	4	60	50	52,3	47,7	52,1	47,5
R11 nord	1	60	50	59,4	53,8	54,6	49,2
R11 nord	2	60	50	59,9	54,4	58,9	53,4
R11 nord	3	60	50	60	54,4	59,7	54,2
R11 nord	4	60	50	60	54,4	59,7	54,1
R11 ovest	1	60	50	61,1	55,5	56,7	51,1
R11 ovest	2	60	50	61,7	56,1	60,9	55,3
R11 ovest	3	60	50	61,9	56,3	61,7	56,1
R11 ovest	4	60	50	62	56,4	61,8	56,2
R11 sud	1	60	50	55,6	50,1	52	46,8
R11 sud	2	60	50	56,8	51,4	54,6	49,2

Tabella 12b – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R11 sud	3	60	50	57,5	52	56,7	51,2
R11 sud	4	60	50	57,8	52,3	57,4	51,9
R12 est	1	60	50	55,3	51,2	55,1	51
R12 est	2	60	50	54,7	50,5	54,4	50,3
R12 est	3	60	50	54,1	49,8	53,8	49,5
R12 est	4	60	50	53,8	49,3	53,4	49,1
R12 nord	1	60	50	57,2	51,7	53	47,5
R12 nord	2	60	50	58,5	53	56,7	51,1
R12 nord	3	60	50	58,8	53,2	58,5	53
R12 nord	4	60	50	58,9	53,4	58,6	53,1
R12 ovest	1	60	50	63,6	58	59,2	53,6
R12 ovest	2	60	50	63,8	58,2	63,5	57,9
R12 ovest	3	60	50	63,7	58,1	63,5	57,9
R12 ovest	4	60	50	63,5	57,9	63,2	57,6
R12 sud	1	60	50	52,6	47,3	48,5	43,6
R12 sud	2	60	50	54	48,7	50,5	45,5
R12 sud	3	60	50	54,8	49,5	53	47,7
R12 sud	4	60	50	55,2	49,8	54,6	49,2
R13 est	1	60	50	48,7	44,4	48,3	44,1
R13 est	2	60	50	49,2	44,9	48,8	44,6
R13 est	3	60	50	49,4	45,1	49,1	44,9
R13 est	4	60	50	50	45,5	49,7	45,3
R13 nord	1	60	50	61,1	55,5	55,8	50,2
R13 nord	2	60	50	61,5	55,9	61,2	55,6
R13 nord	3	60	50	61,5	55,9	61,2	55,6
R13 nord	4	60	50	61,3	55,7	61	55,4
R13 ovest	1	60	50	64,7	59,2	63,1	57,5
R13 ovest	2	60	50	64,7	59,1	64,5	58,9
R13 ovest	3	60	50	64,3	58,7	64,1	58,6
R13 ovest	4	60	50	63,9	58,3	63,6	58,1
R13 sud	1	60	50	58,9	53,8	58,7	53,6
R13 sud	2	60	50	59	53,9	59	53,8
R13 sud	3	60	50	58,9	53,7	58,9	53,6
R13 sud	4	60	50	58,8	53,4	58,7	53,4
R14 est	1	60	50	52,3	47,2	52,3	47,2
R14 nord	1	60	50	55,1	50,1	54,2	49,4
R14 ovest	1	60	50	55	50,3	54,1	49,6
R14 sud	1	60	50	49,5	44,9	48,9	44,3
R15 est	1	60	50	50,4	45,3	50,4	45,3
R15 est	2	60	50	51	45,9	51	45,9
R15 est	3	60	50	51,4	46,3	51,4	46,3
R15 est	4	60	50	53,1	47,9	52,9	47,8
R15 nord	1	60	50	52	47,1	51	46,3
R15 nord	2	60	50	52,6	47,6	51,7	46,9
R15 nord	3	60	50	53,1	48,1	52,2	47,4
R15 nord	4	60	50	54,2	49,1	53,5	48,5
R15 ovest	1	60	50	54,2	49,6	53,4	49
R15 ovest	2	60	50	54,5	49,9	53,7	49,3
R15 ovest	3	60	50	54,8	50	54,1	49,5
R15 ovest	4	60	50	55,5	50,6	54,9	50,1

Tabella 12c – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R15 sud	1	60	50	49,6	44,8	48,5	44
R15 sud	2	60	50	50,3	45,5	49,2	44,7
R15 sud	3	60	50	50,8	45,9	49,8	45,1
R15 sud	4	60	50	52,6	47,6	52	47,1
R16 est	1	60	50	49,4	44,3	49,4	44,3
R16 nord	1	60	50	51,1	46,3	50,1	45,5
R16 ovest	1	60	50	53,7	49,2	52,9	48,6
R16 sud	1	60	50	48,9	44,3	48,2	43,8
R17 est	1	60	50	43	37,9	42,8	37,7
R17 est	2	60	50	46,1	41	46	40,9
R17 est	3	60	50	46,5	41,4	46,5	41,4
R17 est	4	60	50	50,3	45	50	44,7
R17 nord	1	60	50	51,3	46,7	50,3	45,9
R17 nord	2	60	50	51,8	47,1	50,8	46,4
R17 nord	3	60	50	52	47,3	51,1	46,5
R17 nord	4	60	50	53	48,1	52,2	47,5
R17 ovest	1	60	50	52,9	48,4	52,1	47,7
R17 ovest	2	60	50	53,3	48,7	52,5	48,1
R17 ovest	3	60	50	53,5	48,9	52,6	48,2
R17 ovest	4	60	50	54,2	49,4	53,5	48,9
R17 sud	1	60	50	50,7	45,8	49,9	45,2
R17 sud	2	60	50	51,1	46,3	50,4	45,6
R17 sud	3	60	50	51,3	46,4	50,6	45,8
R17 sud	4	60	50	52,7	47,7	52,1	47,1
R18; est	1	60	50	60,1	54,5	55	49
R18 est	2	60	50	60,9	55,3	55,9	50,3
R18 est	3	60	50	61,1	55,5	60	54,4
R18 est	4	60	50	61,1	55,5	60,9	55,3
R18 nord	1	60	50	56,9	51,3	52,6	47
R18 nord	2	60	50	58,1	52,5	55,7	50,1
R18 nord	3	60	50	58,5	52,9	56,4	50,8
R18 nord	4	60	50	58,7	53,1	58,1	52,5
R18 ovest	1	60	50	43,2	37,8	41,5	36,2
R18 ovest	2	60	50	43,9	38,6	42,4	37,1
R18 ovest	3	60	50	45	39,6	43,7	38,4
R18 ovest	4	60	50	47,1	41,8	46,3	41
R18 sud	1	60	50	56,9	51,3	52,3	46,8
R18 sud	2	60	50	58,5	52,9	55,4	49,8
R18 sud	3	60	50	58,7	53,1	57,7	52,1
R18 sud	4	60	50	58,6	53,1	58,1	52,6
R19 nord-est	1	60	50	58,7	53,1	51,4	45,9
R19 nord-est	2	60	50	60,1	54,5	56,9	51,4
R19 nord-est	3	60	50	60,3	54,7	58,5	52,9
R19 nord-est	4	60	50	60,3	54,8	59,4	53,8
R19 nord-ovest	1	60	50	44,3	38,9	43,8	38,5
R19 nord-ovest	2	60	50	44,8	39,5	44,4	39,1
R19 nord-ovest	3	60	50	45,3	40,1	45,1	39,9
R19 nord-ovest	4	60	50	46,8	41,6	46,6	41,4
R19 sud-est	1	60	50	60,5	54,9	58,6	53
R19 sud-est	2	60	50	61,2	55,6	61	55,4

Tabella 12d – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R19 sud-est	3	60	50	61,3	55,7	61,1	55,5
R19 sud-est	4	60	50	61,2	55,6	61	55,5
R19 sud-ovest	1	60	50	56	50,6	55,4	50
R19 sud-ovest	2	60	50	57,2	51,8	57,2	51,7
R19 sud-ovest	3	60	50	57,7	52,3	57,7	52,2
R19 sud-ovest	4	60	50	58	52,6	58	52,5
R2 est	1	65	55	42,2	38,1	42,1	38,1
R2 est	2	65	55	43,6	39,5	43,6	39,5
R2 est	3	65	55	44,6	40,4	44,6	40,4
R2 est	4	65	55	45,4	41,1	45,4	41,1
R20 est	1	60	50	39,7	35,2	39,5	35,1
R20 est	2	60	50	40,7	36,1	40,5	36
R20 est	3	60	50	42,1	37,4	41,9	37,3
R20 est	4	60	50	43,8	39	43,4	38,6
R21 est	1	60	50	44	38,6	41,9	36,6
R21 est	2	60	50	44,8	39,4	42,9	37,7
R21 est	3	60	50	45,8	40,4	44,2	38,9
R21 est	4	60	50	47,2	41,8	46	40,7
R21 nord	1	60	50	42,2	36,7	39,8	34,4
R21 nord	2	60	50	42,9	37,5	40,7	35,4
R21 nord	3	60	50	43,8	38,4	41,9	36,6
R21 nord	4	60	50	44,9	39,6	43,5	38,2
R22 est	1	60	50	45,8	40,3	42,2	36,8
R22 est	2	60	50	46,6	41	43,4	37,9
R22 est	3	60	50	47,5	42	44,9	39,5
R22 est	4	60	50	48,6	43,2	46,4	41,1
R22 nord-est	1	60	50	55,7	50,1	51,8	46,2
R22 nord-est	2	60	50	56,6	51,1	53,1	47,5
R22 nord-est	3	60	50	57,6	52	55,5	49,9
R22 nord-est	4	60	50	58,1	52,5	56,3	50,8
R22 nord-ovest	1	60	50	46,5	41	43,9	38,5
R22 nord-ovest	2	60	50	47,1	41,7	44,9	39,5
R22 nord-ovest	3	60	50	47,9	42,4	45,9	40,5
R22 nord-ovest	4	60	50	48,9	43,4	47,4	42
R23 est	1	60	50	43,2	37,9	42,6	37,4
R23 est	2	60	50	43,8	38,5	43,2	38
R23 est	3	60	50	44,5	39,2	43,9	38,7
R23 est	4	60	50	45,5	40,2	44,9	39,7
R23 nord	1	60	50	44,4	38,9	41,8	36,5
R23 nord	2	60	50	45,1	39,7	42,8	37,5
R23 nord	3	60	50	45,9	40,5	44	38,7
R23 nord	4	60	50	47	41,6	45,4	40,2
R24 sud-est	1	65	55	40,6	36,3	40,4	36,1
R24 sud-est	2	65	55	42,2	38	42,1	37,9
R24 est	1	65	55	39,7	35,2	39,1	34,7
R24 est	2	65	55	40,8	36,3	40,2	35,9
R25 est	1	65	55	38,1	33,7	37,8	33,4
R25 est	2	65	55	39,5	35,1	39,2	34,9
R25 sud-est	1	65	55	41,9	37,9	41,8	37,8
R25 sud-est	2	65	55	43	39	42,9	38,9

Tabella 12e – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R25 sud-ovest	1	65	55	40,6	36,6	40,5	36,6
R25 sud-ovest	2	65	55	42	38	41,9	38
R26 est	1	65	55	43	38,4	42,7	38,2
R26 est	2	65	55	43,4	38,9	43,1	38,6
R26 est	3	65	55	44,1	39,5	43,8	39,3
R26 est	4	65	55	44,9	40,3	44,6	40,1
R28 est	1	60	50	46,4	41	46,2	40,7
R28 est	2	60	50	47,6	42,2	47,4	42
R29 est	1	65	55	45	40,8	44,9	40,7
R29 est	2	65	55	46,2	42	46	41,9
R3 est	1	65	55	36,8	32,1	36,8	32
R3 est	2	65	55	38,2	33,4	38,1	33,3
R3 est	3	65	55	40,1	35,1	39,9	35
R3 est	4	65	55	42,7	37,6	42,4	37,4
R31 est	1	60	50	44,7	39,6	44,6	39,6
R31 est	2	60	50	45,5	40,5	45,5	40,4
R31 est	3	60	50	46,6	41,6	46,5	41,5
R31 est	4	60	50	48,2	43,3	48,1	43,1
R31 est	1	60	50	44,6	39,3	44,4	39,2
R31 est	2	60	50	45,3	40	45,1	39,9
R31 est	3	60	50	45,1	40	44,9	39,9
R31 est	4	60	50	46,5	41,5	46,4	41,3
R31 sud	1	60	50	53,6	49,7	53,5	49,7
R31 sud	2	60	50	54,8	51	54,8	51
R31 sud	3	60	50	55,6	51,8	55,6	51,8
R31 sud	4	60	50	55,8	52	55,8	52
R32 est	1	60	50	54,9	49,5	54,4	49
R32 est	2	60	50	55,9	50,5	55,6	50,2
R32 est	3	60	50	56,8	51,4	56,7	51,3
R32 est	4	60	50	57,4	51,9	57,3	51,9
R32 nord	1	60	50	44,5	39	44,3	38,9
R32 nord	2	60	50	44,8	39,4	44,6	39,2
R32 nord	3	60	50	44,5	39,1	44,2	38,8
R32 nord	4	60	50	45,9	40,6	45,6	40,4
R32 ovest	1	60	50	45,4	40,4	45,3	40,4
R32 ovest	2	60	50	46,1	41,2	46,1	41,1
R32 ovest	3	60	50	46,6	41,8	46,5	41,7
R32 ovest	4	60	50	48,2	43,5	48,2	43,5
R32 sud	1	60	50	56,5	51,5	56,5	51,5
R32 sud	2	60	50	57,8	52,7	57,7	52,7
R32 sud	3	60	50	58,5	53,5	58,5	53,5
R32 sud	4	60	50	58,9	53,8	58,9	53,8
R33 sud-est	1	65	55	55	51,3	55	51,3
R33 sud-est	2	65	55	55,5	51,8	55,5	51,8
R33 sud-est	3	65	55	55,6	51,9	55,6	51,9
R33 sud-est	4	65	55	55,6	51,9	55,6	51,9
R36 sud	1	65	55	58,7	55	58,7	55
R36 sud	2	65	55	59,3	55,6	59,3	55,6
R39 sud	1	65	55	60	56,2	60	56,2
R39 sud	2	65	55	60,2	56,4	60,2	56,4

Tabella 12f - Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R4 est	1	65	55	51	46,8	51	46,8
R4 est	2	65	55	51,2	47	51,2	47
R4 est	3	65	55	51,3	47	51,2	46,9
R4 est	4	65	55	51,4	47	51,3	46,9
R40 est	1	60	50	57,1	52,2	56,9	52
R40 est	2	60	50	58,1	53,2	58	53,2
R40 est	3	60	50	58,8	53,8	58,6	53,7
R40 est	4	60	50	59,1	54,1	59,1	54,1
R40 nord	1	60	50	46,7	42,1	46,6	42
R40 nord	2	60	50	47,6	43	47,5	42,9
R40 nord	3	60	50	48,5	43,9	48,4	43,8
R40 nord	4	60	50	49,7	45,1	49,6	45,1
R40 ovest	1	60	50	54,6	50,8	54,5	50,8
R40 ovest	2	60	50	55,6	51,8	55,6	51,8
R40 ovest	3	60	50	56,1	52,3	56,1	52,3
R40 ovest	4	60	50	56,2	52,5	56,2	52,5
R40 sud	1	60	50	58,5	54,5	58,5	54,5
R40 sud	2	60	50	59,2	55,1	59,1	55,1
R40 sud	3	60	50	59,5	55,4	59,5	55,4
R40 sud	4	60	50	59,5	55,4	59,5	55,4
R41 ovest	1	60	50	49,9	44,7	49	43,8
R41 ovest	2	60	50	50,6	45,4	49,8	44,7
R41 ovest	1	60	50	51,1	46,2	50,5	45,7
R41 sud	1	60	50	47,8	42,4	47,3	42
R42 ovest	1	60	50	49,7	44,3	48,7	43,4
R42 ovest	2	60	50	50,3	45	49,5	44,2
R43 est	1	60	50	56,5	50,9	55,4	49,8
R43 est	2	60	50	57,7	52,1	57,5	51,9
R43 nord	1	60	50	61,2	55,6	57,6	52
R43 nord	2	60	50	61,7	56,1	61,5	55,9
R43 ovest	1	60	50	62,4	56,8	59,3	53,7
R43 ovest	2	60	50	62,9	57,4	62,7	57,1
R44 est	1	60	50	47	41,5	46	40,5
R44 est	2	60	50	49,9	44,4	49,3	43,9
R44 nord	1	60	50	58,6	53	55,1	49,6
R44 nord	2	60	50	60	54,4	58,8	53,2
R44 ovest	1	60	50	59	53,4	55,9	50,4
R44 ovest	2	60	50	60,5	54,9	58,8	53,3
R44 sud	1	60	50	53,9	48,4	51,3	45,9
R44 sud	2	60	50	55,5	50	54	48,6
R45 est	1	60	50	51,5	46	50,2	44,6
R45 est	2	60	50	52,9	47,3	52	46,5
R45 nord	1	60	50	58,9	53,3	55,5	49,9
R45 nord	2	60	50	60,2	54,6	58,4	52,9
R45 ovest	1	60	50	60,3	54,7	57,3	51,8
R45 ovest	2	60	50	61,4	55,8	60,9	55,4
R45 sud	1	60	50	56	50,6	54,4	49,1
R45 sud	2	60	50	57,3	51,9	56,6	51,2
R46 est	1	60	50	48,7	43,3	48,4	43
R46 est	2	60	50	50,5	45,1	50,2	44,8

Tabella 12g – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R46 nord	1	60	50	56,4	50,9	54,3	48,9
R46 nord	2	60	50	57,9	52,4	56,9	51,5
R46 nord	1	60	50	58,4	52,9	56,3	51
R46 nord	2	60	50	59,9	54,4	59,2	53,7
R46 ovest	1	60	50	59,1	53,6	58	52,5
R46 ovest	2	60	50	60,5	54,9	60,1	54,6
R46 sud	1	60	50	55,4	50	55,2	49,8
R46 sud	2	60	50	56,8	51,4	56,7	51,3
R47 nord	1	60	50	53,2	47,6	52,1	46,5
R47 nord	2	60	50	54,5	48,9	53,8	48,2
R47 ovest	1	60	50	55,2	49,7	52,5	47
R47 ovest	2	60	50	56,9	51,3	55,3	49,8
R47 sud	1	60	50	47,4	42	46,1	40,7
R47 sud	2	60	50	49,7	44,3	48,7	43,4
R47 nord	1	60	50	53,9	48,4	52,6	47
R47 nord	2	60	50	55	49,4	54	48,4
R48 nord	1	60	50	51,9	46,4	49,5	44
R48 nord	2	60	50	53,6	48,1	51,8	46,4
R48 ovest	1	60	50	53,9	48,6	52,6	47,3
R48 ovest	2	60	50	55,2	49,8	54,2	48,8
R49 nord	1	60	50	51,6	46,1	49,8	44,4
R49 nord	2	60	50	53,1	47,6	51,7	46,4
R49 ovest	1	60	50	51,7	46,2	51	45,6
R49 ovest	2	60	50	53	47,5	52,4	46,9
R49 sud	1	60	50	49,9	44,4	49,9	44,4
R49 sud	2	60	50	50,8	45,4	50,8	45,4
R5 est	1	65	55	40,9	36,4	40,8	36,4
R5 est	2	65	55	42	37,5	42	37,5
R5 est	3	65	55	43,4	38,8	43,4	38,8
R5 est	4	65	55	45,5	40,7	45,4	40,6
R5 nord	1	65	55	48,2	44	48,2	44
R5 nord	2	65	55	49,4	45,3	49,4	45,3
R5 nord	3	65	55	49,7	45,5	49,7	45,5
R5 nord	4	65	55	50	45,8	50	45,8
R50 nord	1	60	50	50,9	45,4	49,7	44,3
R50 nord	2	60	50	51,6	46,1	50,6	45,1
R50 ovest	1	60	50	50,7	45,2	49,8	44,3
R50 ovest	2	60	50	51,8	46,3	50,9	45,4
R51 nord	1	60	50	48,6	43,1	46,7	41,3
R51 nord	2	60	50	50,7	45,2	49,2	43,8
R51 ovest	1	60	50	50,3	44,8	48,4	42,9
R51 ovest	2	60	50	52,2	46,7	50,8	45,3
R51 sud	1	60	50	46,1	40,9	45,4	40,2
R51 sud	2	60	50	48,5	43,4	47,9	42,8
R52 nord	1	60	50	47,6	42,3	46,4	41,1
R52 nord	2	60	50	49,7	44,4	48,8	43,6
R52 ovest	1	60	50	49,2	43,7	48,2	42,8
R52 ovest	2	60	50	50,6	45,2	49,8	44,5
R52 sud	1	60	50	46,9	41,5	46,9	41,5
R52 sud	2	60	50	47,8	42,5	47,8	42,5



Tabella 12h -Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R53 ovest	1	60	50	46,7	41,3	45,8	40,5
R53 ovest	2	60	50	49,7	44,3	49,1	43,7
R53 ovest	1	60	50	45,6	40,2	44,9	39,5
R53 ovest	2	60	50	48,6	43,3	48	42,7
R53 ovest	1	60	50	46,1	40,8	45,3	39,9
R53 ovest	2	60	50	48,7	43,4	48,1	42,8
R55 nord-ovest	1	60	50	44,4	39,1	43,8	38,6
R55 nord-ovest	2	60	50	46,3	41	45,8	40,5
R55 sud-est	1	60	50	37,9	32,7	37,9	32,7
R55 sud-est	2	60	50	39,5	34,3	39,5	34,3
R55 sud-ovest	1	60	50	44	38,7	43,7	38,4
R55 sud-ovest	2	60	50	46,1	40,8	45,8	40,5
R56 nord-est	1	65	55	49,9	46,2	49,9	46,2
R56 nord-est	2	65	55	51,1	47,3	51,1	47,3
R56 nord-est	3	65	55	52,1	48,4	52,1	48,4
R57 nord	1	65	55	61,2	57,5	61,2	57,5
R57 nord	2	65	55	61	57,3	61	57,3
R57 nord	3	65	55	60,5	56,8	60,5	56,8
R57 nord	4	65	55	60	56,3	60	56,3
R58 nord	1	65	55	61,2	57,4	61,2	57,4
R58 nord	2	65	55	60,9	57,2	60,9	57,2
R58 nord	3	65	55	60,4	56,7	60,4	56,7
R59 nord	1	65	55	60,9	57,2	60,9	57,2
R59 nord	2	65	55	60,8	57,1	60,8	57,1
R59 nord	3	65	55	60,3	56,6	60,3	56,6
R6 est	1	60	50	49,3	43,8	48,2	42,7
R6 est	2	60	50	49,9	44,4	49	43,5
R6 est	3	60	50	50,7	45,2	49,8	44,3
R6 est	4	60	50	51,8	46,3	51,2	45,7
R60 nord	1	65	55	61,1	57,4	61,1	57,4
R60 nord	2	65	55	61	57,3	61	57,3
R60 nord	3	65	55	60,6	56,9	60,6	56,9
R61 est	1	65	55	62,4	58,6	62,4	58,6
R61 est	2	65	55	62,3	58,4	62,3	58,4
R61 est	3	65	55	61,8	58	61,8	58
R61 nord	1	65	55	61,2	57,5	61,2	57,5
R61 nord	2	65	55	61,1	57,4	61,1	57,4
R61 nord	3	65	55	60,7	57	60,7	57
R62 est	1	65	55	60,1	56,4	60,1	56,4
R62 est	2	65	55	59,8	56,1	59,8	56,1
R62 est	3	65	55	59,4	55,6	59,3	55,6
R62 est	1	65	55	56,9	53,2	56,9	53,2
R62 est	2	65	55	57,5	53,8	57,5	53,8
R62 est	3	65	55	57,9	54,1	57,9	54,1
R62 nord	1	65	55	61,5	57,7	61,5	57,7
R62 nord	2	65	55	61,3	57,5	61,3	57,5
R62 nord	3	65	55	60,9	57,2	60,9	57,2
R62 nord	1	65	55	61	57,3	61	57,3
R62 nord	2	65	55	61	57,2	61	57,2
R62 nord	3	65	55	60,7	56,9	60,7	56,9

Tabella 12i – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R63 nord	1	60	50	61,2	57,3	61,1	57,3
R63 nord	2	60	50	61,1	57,3	61,1	57,3
R63 nord	3	60	50	60,8	56,9	60,7	56,9
R63 ovest	1	60	50	59,4	55,7	59,4	55,7
R63 ovest	2	60	50	59,6	55,9	59,6	55,9
R63 ovest	3	60	50	59,4	55,7	59,4	55,7
R64 est	1	60	50	56,7	51,2	56,7	51,2
R64 est	2	60	50	58,2	52,7	58,1	52,6
R64 est	3	60	50	59	53,5	58,9	53,4
R64 est	4	60	50	59,2	53,7	59,1	53,7
R64 nord	1	60	50	61,7	57,7	61,7	57,7
R64 nord	2	60	50	61,8	57,7	61,8	57,6
R64 nord	3	60	50	61,5	57,3	61,5	57,2
R64 nord	4	60	50	61,1	56,8	61,1	56,8
R64 ovest	1	60	50	47,3	43,3	47,3	43,3
R64 ovest	2	60	50	48,7	44,6	48,7	44,6
R64 ovest	3	60	50	49,5	45,5	49,5	45,5
R64 ovest	4	60	50	50,2	46,2	50,2	46,2
R65 nord-est	1	65	55	55,4	51,6	55,4	51,6
R65 nord-est	2	65	55	56	52,2	56	52,2
R66 nord-est	1	65	55	48,9	45	48,9	45
R66 nord-est	2	65	55	50,2	46,3	50,2	46,3
R66 nord-est	3	65	55	50,4	46,6	50,4	46,6
R67 nord-est	1	65	55	54	50,1	54	50,1
R67 nord-est	2	65	55	54	50,1	54	50,1
R68 est	1	65	55	54,5	50,3	54,5	50,3
R68 est	2	65	55	53,8	49,7	53,8	49,7
R69 est	1	65	55	54,6	50,4	54,6	50,4
R69 est	2	65	55	53,9	49,8	53,9	49,8
R7 est	1	65	55	59,6	54	58,8	53,2
R7 est	2	65	55	60,3	54,7	59,8	54,2
R7 est	3	65	55	60,6	54,9	60,3	54,6
R7 est	4	65	55	60,6	55	60,5	54,9
R7 nord	1	65	55	57,4	52,8	57,4	52,8
R7 nord	2	65	55	57,7	52,9	57,7	52,9
R7 nord	3	65	55	57,6	52,6	57,6	52,6
R7 nord	4	65	55	57,5	52,4	57,5	52,4
R70 est	1	65	55	43,2	39,2	43,2	39,2
R70 est	2	65	55	46,6	42,6	46,6	42,6
R70 nord	1	65	55	49,8	45,8	49,8	45,8
R70 nord	2	65	55	50,9	47	50,9	47
R70 ovest	1	65	55	54,4	50,3	54,4	50,3
R70 ovest	2	65	55	53,6	49,5	53,6	49,5
R71 est	1	65	55	59,1	55,2	59,1	55,2
R71 est	2	65	55	59	55,1	59	55,1
R71 nord	1	65	55	53,2	49,4	53,2	49,4
R71 nord	2	65	55	55,3	51,5	55,3	51,5
R72 ovest	1	65	55	59,2	55,3	59,2	55,3
R72 ovest	2	65	55	59,1	55,2	59,1	55,2
R73 est	1	65	55	62,4	58,5	62,4	58,5

Tabella 121 – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R73 est	2	65	55	62,3	58,4	62,3	58,4
R74 est	1	65	55	54,8	50,9	54,8	50,9
R74 est	2	65	55	56,2	52,4	56,2	52,4
R74 sud	1	65	55	54,5	50,6	54,5	50,6
R74 sud	2	65	55	55,8	52	55,8	52
R75 est	1	65	55	59,3	55,5	59,3	55,5
R75 est	2	65	55	60	56,1	60	56,1
R75 est	3	65	55	60,1	56,3	60,1	56,3
R76 est	1	65	55	45,5	41,4	45,5	41,4
R76 est	2	65	55	47,2	43,2	47,2	43,2
R76 ovest	1	65	55	55,8	52	55,8	52
R76 ovest	2	65	55	56,8	53	56,8	53
R77 est	1	65	55	46,9	42,2	46,9	42,2
R77 est	2	65	55	49,2	44,7	49,2	44,7
R77 est	1	65	55	46,9	42,6	46,9	42,6
R77 est	2	65	55	48,6	44,3	48,6	44,3
R77 ovest	1	65	55	58	54,3	58	54,3
R77 ovest	2	65	55	58,2	54,5	58,2	54,5
R78 est	1	65	55	57,4	53,6	57,4	53,6
R78 est	2	65	55	57,5	53,7	57,5	53,7
R78 est	1	65	55	58,5	54,8	58,5	54,8
R78 est	2	65	55	58,5	54,7	58,5	54,7
R79 est	1	65	55	60,2	56,4	60,2	56,4
R79 est	2	65	55	60,1	56,4	60,1	56,4
R8 est	1	65	55	61,2	55,6	57,5	51,8
R8 est	2	65	55	61,6	56	60	54,4
R8 est	3	65	55	61,8	56,2	61,6	56
R8 est	4	65	55	61,8	56,2	61,7	56,1
R8 nord	1	65	55	58,4	52,8	56,7	51,1
R8 nord	2	65	55	59,4	53,7	58,5	52,9
R8 nord	3	65	55	59,6	54	59,4	53,8
R8 nord	4	65	55	59,6	54	59,5	53,9
R8 sud	1	65	55	56,9	51,3	52	46,5
R8 sud	2	65	55	58,2	52,5	53,9	48,3
R8 sud	3	65	55	58,5	52,9	56,4	50,8
R8 sud	4	65	55	58,7	53,1	58,2	52,6
R80 est	1	60	50	58,1	54,2	58,1	54,2
R80 est	2	60	50	58,4	54,5	58,4	54,5
R80 nord	1	60	50	50,2	46,1	50,2	46,1
R80 nord	2	60	50	52,5	48,3	52,5	48,3
R80 sud	1	60	50	61,3	57,6	61,3	57,6
R80 sud	2	60	50	61,3	57,5	61,3	57,5
R81 est	1	60	50	54,7	49,9	54,7	49,8
R81 est	2	60	50	56	51,2	56	51,2
R81 est	1	60	50	56	51,6	56	51,6
R81 est	2	60	50	56,9	52,5	56,9	52,4
R81 nord	1	60	50	52,7	47,8	52,7	47,8
R81 nord	2	60	50	54,1	49,2	54,1	49,2
R81 sud	1	60	50	57,9	53,9	57,9	53,9
R81 sud	2	60	50	58,4	54,4	58,4	54,4

Tabella 12m – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R82 est	1	60	50	57,1	53,2	57,1	53,2
R82 est	2	60	50	57,7	53,8	57,7	53,7
R82 nord	1	60	50	62,1	58,4	62,1	58,4
R82 nord	2	60	50	61,9	58,1	61,9	58,1
R82 sud	1	60	50	55,2	51,2	55,2	51,2
R82 sud	2	60	50	56	52	56	52
R83 nord-est	1	60	50	56,6	52,2	56,6	52,2
R83 nord-est	2	60	50	57,5	53,1	57,5	53,1
R83 nord-ovest	1	60	50	52,9	48,9	52,9	48,9
R83 nord-ovest	2	60	50	54,5	50,4	54,5	50,4
R83 sud-est	1	60	50	51,7	46,4	51,7	46,4
R83 sud-est	2	60	50	53,1	47,9	53,1	47,9
R83 sud-ovest	1	60	50	57	53	57	53
R83 sud-ovest	2	60	50	56,9	52,9	56,9	52,9
R83 nord-est	1	60	50	52,1	46,8	52,1	46,8
R83 nord-est	2	60	50	53,2	48	53,1	48
R83 sud-est	1	60	50	52,9	48,5	52,9	48,5
R83 sud-est	2	60	50	53,6	49,1	53,6	49,1
R84 est	1	60	50	46,4	42,3	46,4	42,3
R84 est	2	60	50	49,7	45,5	49,6	45,5
R85 est	1	65	55	60,6	56,9	60,6	56,9
R85 nord	1	65	55	61,8	58,1	61,8	58,1
R86 est	1	65	55	43,8	39,6	43,8	39,6
R86 est	2	65	55	46,5	42,1	46,5	42,1
R86 est	3	65	55	47,8	43,5	47,7	43,4
R86 sud-est	1	65	55	52	48,2	52	48,2
R86 sud-est	2	65	55	53,2	49,4	53,2	49,4
R86 sud-est	3	65	55	53,4	49,5	53,4	49,5
R86 est	1	65	55	57,7	54	57,7	54
R86 est	2	65	55	57,9	54,2	57,9	54,2
R86 est	1	65	55	57,9	54,2	57,9	54,2
R86 est	2	65	55	58,2	54,4	58,2	54,4
R87 est	1	65	55	60,2	56,4	60,2	56,4
R87 est	2	65	55	60,2	56,3	60,2	56,3
R88 est	1	65	55	63	59,1	63	59,1
R88 est	2	65	55	62,7	58,9	62,7	58,9
R88 est	3	65	55	62,3	58,4	62,3	58,4
R88 nord	1	65	55	62,2	58,5	62,2	58,5
R88 nord	2	65	55	62,1	58,3	62,1	58,3
R88 nord	3	65	55	61,7	57,9	61,7	57,9
R89 est	1	65	55	59,4	55,5	59,4	55,5
R9 est	1	65	55	59	53,9	59	53,9
R9 est	2	65	55	59,6	54,5	59,6	54,5
R9 est	3	65	55	59,8	54,7	59,8	54,7
R9 nord	1	65	55	63,4	58,3	63,4	58,3
R9 nord	2	65	55	63,7	58,5	63,7	58,5
R9 nord	3	65	55	63,6	58,5	63,6	58,5
R9 ovest	1	65	55	60,6	55,5	60,2	55,1
R9 ovest	2	65	55	61,6	56,4	61,2	56
R9 ovest	3	65	55	61,8	56,6	61,5	56,2

Tabella 12n – Riepilogo livelli in facciata con mitigazione

Ricettore	Piano	Limiti assoluti di immissione		Livelli di immissione simulati		Livelli simulati con mitigazioni	
		Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
R9 sud	1	65	55	53,2	48,1	51,4	46,6
R9 sud	2	65	55	53,9	48,8	52,2	47,4
R9 sud	3	65	55	54,8	49,6	53,1	48,2
R90 est	1	65	55	62,3	58,4	62,3	58,4
R90 est	2	65	55	62,1	58,2	62,1	58,2
R90 est	3	65	55	61,6	57,7	61,6	57,7
R91 est	1	65	55	62	58,1	62	58,1
R91 est	2	65	55	61,7	57,8	61,7	57,8
R91 est	3	65	55	61,2	57,3	61,2	57,3
R92 nord-est	1	60	50	51,8	46,5	51,7	46,5
R92 nord-est	2	60	50	52,8	47,6	52,8	47,6
R92 nord-ovest	1	60	50	53,8	49,4	53,8	49,4
R92 nord-ovest	2	60	50	54,3	49,9	54,3	49,9
R92 sud-est	1	60	50	52,2	47,5	52,2	47,5
R92 sud-est	2	60	50	53,1	48,4	53,1	48,4
R92 nord-est	1	60	50	55,1	49,7	55,1	49,7
R92 nord-est	2	60	50	56,4	51	56,4	51
R92 sud	1	60	50	51,8	46,5	51,8	46,5
R92 sud	2	60	50	53,3	48	53,3	48
R93 nord-est	1	60	50	54,2	48,8	54,2	48,8
R93 nord-est	2	60	50	55,5	50,1	55,5	50
R93 nord-ovest	1	60	50	51,7	46,6	51,7	46,5
R93 nord-ovest	2	60	50	53,2	48,1	53,2	48,1
R94 nord-est	1	60	50	58,2	52,6	58,2	52,6
R94 nord-est	2	60	50	59,3	53,7	59,3	53,7
R95 nord-est	1	60	50	59,3	53,7	59,3	53,7
R95 nord-est	2	60	50	59,5	53,9	59,5	53,9
R95 nord-ovest	1	60	50	63,5	57,9	63,5	57,9
R95 nord-ovest	2	60	50	63,1	57,6	63,1	57,6
R96	1	60	50	62	56,4	62	56,4
R96	2	60	50	62,2	56,6	62,2	56,6
R96	1	60	50	57,3	51,7	57,3	51,7
R96	2	60	50	58,4	52,9	58,4	52,9
R97 nord-ovest	1	60	50	53	47,5	53	47,5
R97 nord-ovest	2	60	50	54	48,5	54	48,5
R97 sud-ovest	1	60	50	51,5	46	51,5	46
R97 sud-ovest	2	60	50	52,4	46,9	52,4	46,9
R98 nord	1	60	50	51,2	45,7	51,2	45,7
R98 nord	2	60	50	52,2	46,7	52,2	46,7
R98 sud-ovest	1	60	50	52,5	47	52,5	47
R98 sud-ovest	2	60	50	53,3	47,8	53,3	47,8
R99 nord-est	1	60	50	56,8	52	56,8	52
R99 nord-est	2	60	50	58,2	53,3	58,2	53,3
R99 nord-ovest	1	60	50	49,7	45,4	49,6	45,3
R99 nord-ovest	2	60	50	51	46,6	51	46,6
R99 sud-est	1	60	50	51,4	46	51,4	45,9
R99 sud-est	2	60	50	52,9	47,5	52,9	47,5
R101 CLASSE 2	1	55	45	44	38,7	43,9	38,6
R101 CLASSE 2	2	55	45	44,5	39,2	44,4	39,1

Dai risultati si evince che per alcuni punti, soprattutto nei piani superiori, la mitigazione alla sorgente non ha effetto o meglio diverrebbe anti-economica, quindi si preferisce indicare come eventuale scelta progettuale l'intervento diretto sui ricettori in modo da abbattere quei pochi dB in eccesso rispetto ai limiti.

Questo discorso vale per i (punti R10-R11-R12-R13-R18-R19-R43-R44-R45-R46).

Per avere anche un confronto visivo degli interventi di mitigazione abbiamo voluto rappresentare nella Tav. B.6.17 "Dettaglio interventi di mitigazione recettori livello di rumore diurno" e nella Tav. B.6.18 "Dettaglio interventi di mitigazione recettori livello di rumore notturno" quello che avviene graficamente prima e dopo l'immissione delle barriere.

Prima di procedere all'eventuale inserimento di tali opere occorre provvedere ad effettuare un monitoraggio del livello di rumore dei ricettori critici individuati a conferma delle stime previsionali. Successivamente, in fase di progettazione di tali opere di contenimento del rumore, va ripercorsa la procedura appena descritta valutando nel dettaglio la selezione del tipo di barriera, secondo opportuni criteri tecnico-economici, e l'ottimizzazione di tutti i ricettori effettivamente in conflitto, individuati sulla base dei rilievi strumentali previsti dal piano di monitoraggio.

## 6 VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

In questo paragrafo, per la stima del rumore, si farà genericamente riferimento al cantiere in cui si assume che siano contemporaneamente presenti, nel periodo diurno, numerosi mezzi d'opera e precisamente: 2 camion, 2 ruspe o pale meccaniche o caricatori ed un quinto mezzo d'opera "virtuale", in realtà rappresentativo di eventuali altre sorgenti rumorose, quali potrebbero essere il traffico leggero di alcuni addetti, una betoniera o altro. I mezzi d'opera utilizzati saranno, tranne rare eccezioni, gommati e non cingolati.

Il D.L. n. 262 del 04/09/2002, Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, impone per le macchine in oggetto nuovi limiti di emissione, espressi in termini di potenza sonora, validi a partire dal gennaio 2003 e 2006.

Rimandando a testi specialistici per la descrizione delle modalità di stima, sono quindi ipotizzate le seguenti potenze sonore di emissione.

Tabella 13 Potenze di emissione per tipologia di Macchina

Tipologia Macchina	Potenza [kW]	Potenza Sonora	
		limite dal 3 Gennaio 2003 [dB(A)]	limite dal 3 Gennaio 2006 [dB(A)]
Mezzo di Compattazione	150	111	108
Apripista Cingolato	220	113	110
Escavatore Cingolato	220	113	110
Escavatore Gommato	120	110	107
Caricatore Cingolato	150	110	107
Caricatore Gommato	150	109	106
Dumper	210	110	107
Gruppo Elettrogeno	50	99	97
Betoniera	-	105	105

I calcoli sono eseguiti ipotizzando, cautelativamente, il cantiere come una sorgente sostanzialmente puntiforme (ipotesi valida a partire da una certa distanza dal cantiere stesso, diciamo 100 metri) e in caso di assenza di assorbimento da parte dell'atmosfera, del suolo e di assenza di effetti schermanti e riflettenti. Nella Tabella seguente si riportano i risultati.

Tabella 14 Pressione Sonora a varie distanze dal cantiere

<b>Distanza [m]</b>	<b>Pressione Sonora con Macchine che rispettano lo standard del 3 Gennaio 2003 [dB(A)]</b>	<b>Pressione Sonora con Macchine che rispettano lo standard del 3 Gennaio 2006 [dB(A)]</b>
100	69	66
200	63	60
300	59	56
400	57	54
500	55	52
600	53	50
700	52	49
800	51	48
1.000	49	46

Confrontando i valori calcolati con i limiti stabiliti per i recettori i livelli di impatto previsti risultano eccedere in maniera diffusa i limiti legislativi validi per attività continue.

Tuttavia appare evidente come qualunque sia il limite da rispettare, ogni cantiere temporaneo e mobile che preveda l'esecuzione di opere di scavo, demolizione e simili, immette nell'ambiente circostante entità di rumore che non consentono il rispetto dei valori stessi.

Tale situazione comune alla quasi totalità dei cantieri è contemplata dalla legge che, dato il carattere temporaneo delle attività, in molti casi destinate a cessare con l'avanzamento progressivo dei lavori, prevede (ai sensi del DPCM 1/3/1991) la possibilità di ottenere una deroga a limiti legislativi validi per attività continue. Tale autorizzazione sarà richiesta al Comune di pertinenza ed ha, in genere, durata annuale.

Nonostante la possibilità di deroga, vengono comunque individuate le opere di mitigazione finalizzate ad interventi per la minimizzazione degli impatti dei cantieri mobili. Tali interventi vengono descritti nel capitolo successivo.



---

## 7 INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

### 7.1 In fase di cantiere

Le opere di mitigazione già individuate sono finalizzate ad interventi per la minimizzazione degli impatti dei cantieri mobili. In generale tali opere possono essere ricondotte a due categorie:

- interventi “attivi” finalizzati a ridurre le fonti di emissione del rumore;
- interventi passivi finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell’ambiente esterno.

In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL277 del 15 agosto 1991), è 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 recettori adiacenti alle aree di cantiere. E’ necessario dunque garantire, in fase di programmazione, attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, in fase di esercizio, è importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di verificare le eventuali criticità residue e di conseguenza selezionare le tecniche di mitigazioni più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente alla 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 quanto possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Viene di seguito fornita una lista di alcune azioni principali volte a limitare a monte la rumorosità di cantiere.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:

- Selezione delle macchine ed attrezzature omologate in conformità delle direttive della C.E. e ai successivi reperimenti nazionali;
- Impiego di macchine movimento terra gommate piuttosto che cingolate;
- Installazione, se non già previsti, di silenziatori allo scarico su macchine di una potenza rilevante;
- Utilizzo di impianti fissi schermati;
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- Eliminazione degli attriti tramite operazioni di lubrificazione;
- Sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- Controllo e serraggio delle giunzioni;
- Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;

- Svolgimento della manutenzione delle 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;
- Uso di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati ecc.);
- Divieto di uso scorretto di avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Gli interventi "passivi" consistono sostanzialmente nell'interporre tra sorgente e ricettore opportune schermature in grado di produrre, in corrispondenza del ricettore stesso, la perdita di pressione sonora richiesta. In termini realizzativi possono essere attuati principalmente nei seguenti modi:

- Realizzazione al perimetro delle aree di cantiere di barriere provvisorie ottenute con materiali di stoccaggio, terreno rimosso, attrezzature inutilizzate;
- Realizzazione di idonee barriere finalizzate a proteggere in modo stabile limitatamente al periodo di cantierizzazione, aree o ricettori critici presenti nelle immediate circostanze delle aree di cantiere.

## 7.2 In fase di esercizio

Lo scopo del presente paragrafo è quello di fornire al proponente indicazioni per la realizzazione delle opere di mitigazione precedentemente individuate e dimensionate.

Tra gli interventi ipotizzabili si segnalano le barriere antirumore: in ogni caso occorre tener presente che l'efficacia di una barriera è limitata ai soli edifici in ombra rispetto alla sorgente, ciò significa che l'efficacia delle barriere è limitata a quelle abitazioni alle quali lo schermo toglie la vista degli autoveicoli in transito. Le barriere antirumore rappresentano una soluzione di mitigazione degli impatti acustici ottimale in quei casi in cui la morfologia del terreno e l'altezza degli edifici consentono un buon mascheramento del tratto stradale.

Fra le tipologie di barriere più utilizzate si segnalano::

- Barriere in legno;
- Barriere fonoassorbenti e fonoisolanti trasparenti;
- Pareti a verde
- Barriere fonoisolanti trasparenti;
- Barriere naturali.

Altro intervento di abbattimento del rumore proponibile, soprattutto per i piani superiori dei ricettori R10-R11-R12-R13-R18-R19-R43-R44-R45-R46, è un intervento strutturale sul ricettore stesso, dotando le finestre, ovvero le aperture verso l'esterno, di opportuni sistemi di infissi, che hanno la capacità di abbattere dai 5-fino ai 6-7 dB(A) il livello di rumore percepibile all'interno dell'edificio.

Spesso è proprio l'utilizzo contemporaneo di più interventi mitigativi ad assicurare in modo sinergico l'abbattimento del livello di pressione sonora desiderato, garantendo un clima acustico accettabile e il raggiungimento dei livelli di immissione compatibili con la normativa vigente.

### 7.3 Conclusioni

In conclusione, dagli studi effettuati, sia nel periodo diurno che nel periodo notturno, e dal confronto con i limiti di legge si evince che:

- il clima acustico attuale risulta in parte compromesso specialmente nella SS224-Via D'Annunzio-Via Maiorca. I livelli rilevati sono superiori a quelli previsti dalla normativa vigente anche perché queste vie si possono considerare delle vere e proprie arterie caratterizzate da flusso veicolare di transito (in direzione Tirrenia Marina), i ricettori sicuramente più danneggiati dal traffico veicolare, risultano quelli situati in prossimità dell'infrastruttura stradale, a livello del piano strada;
- la realizzazione del Porto Turistico di Marina di Pisa, comporterà una nuova viabilità connessa al porto stesso e l'entrata in esercizio della nuova SS224. Si avrà una rimodulazione del traffico all'interno del centro urbano di Marina di Pisa dovuta alla tripla possibilità di innesto con la nuova rotonda di Via Barbolani e l'incrocio con Via Ivizza. Il traffico di attraversamento sarà dirottato verso il nuovo collegamento che ha una posizione defilata rispetto alla Via Maiorca e al centro urbano; quello di servizio al porto risulterà più regolare come del resto quello di accesso alle nuove aree residenziali;
- nelle condizioni operative post-operam, abbiamo visto dallo studio di previsione che in alcune aree il clima acustico è caratterizzato da criticità, sia nel periodo diurno che in quello notturno. In alcuni ricettori i livelli superano, anche se di pochi dB, i limiti stabiliti dalla zonizzazione acustica, in considerazione dell'elevato flusso di traffico circolante;
- è utile valutare la possibilità di progettare opportuni interventi mitigativi, per mezzo di barriere acustiche fonoassorbenti e fonoisolanti, talora accoppiati ad interventi strutturali sui ricettori con sistemi di infissi fonoisolanti specialmente per quei ricettori i cui livelli più elevati risultano essere quelli nei piani superiori. In questo modo sarà possibile garantire un miglioramento del clima acustico e la conformità con i limiti di legge stabiliti dalla zonizzazione acustica.

**In conclusione si può ritenere che, alla luce dei risultati delle simulazioni effettuate, per quanto concerne la componente rumore l'impatto arrecato dalla realizzazione del Porto Turistico può ritenersi di bassa entità.** L'impatto potrà ritenersi del tutto trascurabile qualora si provveda ad effettuare gli interventi di mitigazione evidenziati nell'ambito del presente studio e confermati da un eventuale piano di monitoraggio. Occorre inoltre precisare che per quanto concerne l'inserimento delle barriere, dalle simulazioni effettuate si evince che la riduzione di livello di rumore (diurno e notturno) risulta soddisfatta solo per altezze relative ai primi piani degli edifici. Per questo potrebbero risultare necessari interventi di tipo passivo negli edifici.

Per quanto concerne le fasi di cantiere e stato di avanzamento dei lavori l'impatto potrà essere ridotto provvedendo ad effettuare interventi "attivi" finalizzati a ridurre le fonti di emissione del rumore e

interventi passivi finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno. In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL277 del 15 agosto 1991), è 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 recettori adiacenti alle aree di cantiere. E' necessario dunque garantire, in fase di programmazione, attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

## 8 FASCICOLO DI MONITORAGGIO

Nel presente capitolo vengono illustrate le modalità di come potrà essere effettuato il monitoraggio del clima acustico all'interno dell'area di progetto sia in fase di esecuzione/avanzamento dei lavori e sia in fase di entrata in esercizio dell'opera in progetto.

Occorre precisare che le modalità e le indicazioni presenti si riferiscono a quanto previsto nell'ambito del Piano di Recupero. Nel caso in cui durante la progettazione esecutiva o durante l'esecuzione dei lavori si apportassero modifiche sostanziali (ubicazione aree di cantiere e altro) rispetto a quanto previsto in questa sede, occorrerà effettuare una eventuale revisione del presente studio.

Vengono evidenziati, altresì, i criteri per la scelta e definizione delle postazioni di rilievo e delle tecniche di misura, di analisi e di interpretazione dei dati raccolti.

### 8.1 Caratteristiche degli strumenti di misura

Per l'esecuzione della campagna di rilevamenti potrà essere utilizzata strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.03.98: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Le campagne di rilevamento, ai fini di una caratterizzazione completa del clima acustico, devono essere effettuate mediante 3 diverse tipologie di misure:

- misura di tipo S (settimanale), della durata di 7 giorni, con postazione fissa non assistita da operatore;
- misure di tipo L (giornaliere), della durata di 24 ore con postazioni fisse non assistite da operatore;
- misure di tipo B (breve), di breve periodo (da 15 a 20 minuti) con postazione mobile assistita da operatore.

Le postazioni fisse sono generalmente composte da:

- un microfono per esterni;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati.
- ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico, eventualmente dotato di "boom" regolabile, sul quale fissare il supporto del microfono per esterni.
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.

Le postazioni mobili per rilievi di breve durata sono fisicamente composte da:

- fonometro integratore real time con memoria e funzioni statistiche; in alternativa, microfono collegato a DAT (Digital Audio Tape) per la registrazione del rumore e successive analisi in laboratorio;
- un cavalletto o stativo telescopico, eventualmente dotato di “boom” regolabile, sul quale fissare il supporto del microfono;
- un cavo di connessione tra il fonometro (il DAT) e il microfono.

Tutta la strumentazione utilizzata dovrà essere certificata, in relazione alla taratura, da laboratori accreditati e con frequenza biennale.

Durante l'esecuzione delle misure sulle postazioni fisse e mobili dovranno essere rilevati: livelli equivalenti, livelli statistici, livelli di pressione sonora, livelli di picco, livelli max, livelli min.

Dovranno altresì essere acquisiti il time history per tutto il tempo di misura, la distribuzione dei livelli statistici ed eventualmente le distribuzioni spettrali in 1/3 ottava.

E' inoltre necessario acquisire dati climatici facendo riferimento alla stazione meteorologica Bocca d'Arno del Centro Funzionale meteorologico della Regione Toscana o mediante capannina meteorologica installata durante il monitoraggio relativo all'atmosfera di dati meteorologici, quali: temperatura, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione del vento, precipitazioni.

Durante l'esecuzione delle misure in campo devono essere rilevate una serie di informazioni complementari relative al sistema insediativo ed emissivo:

- denominazione del recettore e indirizzo ;
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio;
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- traffico su infrastrutture stradali (flussi veicoli pesanti e leggeri, velocità di transito, ecc.) e ferroviarie (programma di esercizio, numero e composizione dei treni transitati, ecc.);
- riconoscere i transiti di mezzi pesanti correlati ai lavori per la realizzazione della tratta, annotandone l'ora di passaggio e il tipo di mezzo (nel caso di postazioni destinate al traffico);
- lavorazioni effettuate in cantieri ed eventuali anomalie.

## **8.2 Piano di monitoraggio in fase di costruzione**

La fase di costruzione delle opere in progetto si configura come una attività di tipo continuativa pluriennale, con fasi di lavoro ed emissioni di rumore ampiamente differenziate e associate ad un rilevante potenziale di interazione con i recettori.

Le conseguenze in termini alterazione del clima acustico sul sistema insediativo e di confronto con i soggetti competenti al controllo sono impegnative e possono determinare ripercussioni sulla pianificazione dei lavori.

A tal proposito sono stati individuati i punti in cui si potrà svolgere l'attività di monitoraggio dell'immissione acustica prodotta dalle aree di cantiere sia fisse e sia mobili (stato di avanzamento dei lavori). Per la localizzazione di tali punti si rimanda alla Tav.B.6.22 Ubicazione punti di misura e monitoraggio in fase di cantiere e in esercizio.

Il sistema di monitoraggio dovrà avere le caratteristiche di tipo dinamico, ossia in grado di contemplare le criticità del territorio e di capitalizzare i risultati e le conoscenze che derivano dalle campagne di monitoraggio precedenti.

Per le aree di cantiere che manifestano maggiori criticità potenziali, ossia nelle vicinanze dei recettori significativi, sono previste attività di monitoraggio con cadenza costante. In questo modo si potranno controllare le dinamiche ambientali conseguenti alle varie condizioni di funzionamento dei cantieri e gli effetti degli interventi di mitigazione previste.

Nel caso in cui i dati relativi ai recettori esposti dimostrino una situazione stabile e rientrino nei limiti stabiliti dalla normativa vigente, potranno essere modificati i punti o la di frequenza del monitoraggio.

Il monitoraggio dei recettori esposti alle emissioni di rumore del fronte di avanzamento dei lavori dovrà essere attivato in concomitanza delle lavorazioni più rumorose e solo quando le medesime giungono ad interessare il punto prescelto per le verifiche di campo. Per questa tipologia di ricettori è prevista una sola campagna di monitoraggio da programmare in stretta correlazione con i responsabili di cantiere. Tale attività si protrarrà anche durante le operazioni di ripristino dell'area interessata dal cantiere stesso.

Il monitoraggio in corso d'opera per i ricettori in corrispondenza dei cantieri potrà essere ripetuto con cadenza semestrale per tutto il periodo di funzionamento del cantiere stesso.

Per quanto concerne le emissioni dovute al traffico dei mezzi cantiere in prossimità dei recettori significativi, si ritiene più opportuno l'allestimento di postazioni mobili durante il periodo di attività dei mezzi di trasporto, con tempi di misura minimi di 10' estendibili fino a un'ora, ripetuti più volte nell'arco della giornata, accompagnati da valutazioni dirette svolte dall'operatore in merito alle portate veicolari, alla tipologia dei flussi di traffico e al riconoscimento dei mezzi pesanti correlati alle attività di demolizione nel primo anno e di realizzazione negli anni successivi.

La campagna di misura in fase di costruzione dovrà essere effettuata in corrispondenza dei periodi di massimo traffico soprattutto durante le fasi di scavo e stoccaggio di inerte per la realizzazione del fondale del porto.

Per quanto possibile si dovranno localizzare i punti di monitoraggio del rumore, in prossimità delle postazioni di monitoraggio atmosferico, in modo da poter acquisire contemporaneamente sia le informazioni meteorologiche sia le informazioni sul traffico.



La postazione per il monitoraggio del rumore deve in ogni caso essere distanziata da altre sorgenti rumorose al fine di evitare che il rumore emesso da queste sia confutato con il rumore emesso dal cantiere stesso e quindi interferire sulle misure.

### **8.3 Piano di monitoraggio in fase di esercizio**

Nelle attività di monitoraggio nella fase di esercizio è prevista l'applicazione della metodica con postazione fissa soprattutto in corrispondenza dei recettori di Via G. da Verazzano e dei nuovi insediamenti residenziali prospicienti la nuova viabilità principale (Variante alla SS224), ossia i recettori per i quali sono consigliati gli interventi di mitigazione.

I punti di monitoraggio hanno la finalità di verificare il rispetto dei limiti di rumore sul territorio secondo quanto stabilito dalla zonizzazione acustica adottata dal comune di Pisa.

Inoltre appare necessario oltre all'impatto arrecato dal nuovo assetto viario, prendere in considerazione l'incremento di traffico dovuto al nuovo intervento, quindi provvedendo al monitoraggio dei recettori in corrispondenza di Via Ivizza, dove terminano le opere in progetto.

L'ubicazione di tali punti è riportata nella Tav.B.6.22 Ubicazione punti di misura e monitoraggio in fase di cantiere e in esercizio.

La postazione microfonica dovrà essere collocata ad una distanza di 1 m dalle facciate degli edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m. come prescritto dal DM del 16/3/1998.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura continua del rumore per 7 giorni consecutivi, con memorizzazione della time history e delle eccedenze rispetto a parametri preimpostati. Il rilievo della time history viene effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione dei  $L_{eq}$  e  $L_{picco}$  ogni 10'. La memorizzazione dei livelli statistici viene svolta ogni 60'. Il rilievo delle eccedenze viene effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione della durata, del livello massimo  $L_{max}$ , del SEL e del decorso temporale dei  $L_{eq}$  ogni secondo. I parametri acustici rilevati sono in sintesi rappresentati da:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,10min}$ ,
- livello massimo  $L_{max}$ ,
- livello minimo  $L_{min}$ ,
- principali livelli statistici  $L_1$ ,  $L_5$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$  ad intervalli di 60',
- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1sec}$  delle eccedenze,
- livello massimo, SEL e durata delle eccedenze.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

Deve essere previsto il rilievo continuo dei principali dati meteorologici, come già indicato per le postazioni fisse.

Unitamente a tali misure si ritiene opportuno disporre di misure di traffico, eventualmente effettuate nell'ambito della stessa campagna di monitoraggio.

Nel caso dovessero riscontrarsi criticità si provvederà ad un monitoraggio specifico all'interno degli ambienti abitativi, come prescritto dall'art. 6 comma 3 del DPR 142 del 30/4/2004.

Il monitoraggio in fase di esercizio si configura come attività compresa all'interno dei primi cinque anni di funzionamento delle opere in progetto, mediante postazioni fisse con cadenza annuale.

## 8.4 Finalità del monitoraggio

I dati relativi a ciascuna delle postazioni di monitoraggio dovranno essere raccolti ed elaborati. Gli indicatori rilevati saranno messi in relazione, a seconda della durata delle misure effettuate e dei punti di monitoraggio indagati, ai valori di legge ed in particolare ai limiti di emissione e di immissione, valori di attenzione e qualità, come di seguito riportato:

- assoluti di emissione, immissione e di attenzione per postazioni fisse;
- assoluti di emissione, immissione e, nei casi in cui il periodo di misura possa essere ritenuto rappresentativo delle variazioni dei livelli di rumore sul lungo termine, di attenzione, per postazioni mobili;
- assoluti di immissione in ambiente abitativo per postazioni mobili;

Dovrà essere creato un database informatizzato in cui si indicheranno:

- dati di sintesi: indicatore/i rilevato/i e/o misurato/i ( $L_{eq}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ , SEL, livelli statistici, ecc.), riferito/i al periodo diurno e notturno o all'intervallo di misura, presentati in forma grafica e/o tabellare;
- dati di dettaglio: time history, distribuzioni spettrali e statistiche dei livelli di rumore misurati e presentati in forma grafica e/o tabellare;
- altre informazioni: dati meteo, presenza e tipologia di sorgenti di rumore, traffico presente su infrastrutture stradali e/o ferroviarie, ecc.

Tutte queste informazioni saranno riportate anche su opportune schede di presentazione dei risultati, elaborate in modo tale da contenere tutti i dati e le elaborazioni ed in un rapporto di prova.

I risultati delle attività di monitoraggio confluiscono in bollettini periodici contenenti:

- schede di monitoraggio in campo debitamente compilate;
- schede di presentazione dei risultati;
- commento riassuntivo dei risultati.

Infine saranno prodotte le relazioni periodiche che sintetizzano i risultati conseguiti e gli eventuali interventi di mitigazione supplementari da adottare.

Durante lo svolgimento del monitoraggio è prevista la preparazione di un rapporto annuale in fase di realizzazione dell'opera e di un rapporto post-operam dove vengono indicate le modalità di monitoraggio e la caratterizzazione del clima acustico in corrispondenza dei recettori.

## 9 ALLEGATI GRAFICI DI RIFERIMENTO

Nell'allegato R7d si riportano le seguenti tavole grafiche:

- Tav. B.6.1. – Inquadramento dell'area nella situazione attuale
- Tav. B.6.2. – Inquadramento dell'area nella situazione in progetto
- Tav. B.6.3. – Planimetria con punti di vista fotografici situazione attuale
- Tav. B.6.4. – Carta dei recettori acustici ed atmosferici
- Tav. B.6.12 – Carta della zonizzazione acustica del Comune di Pisa
- Tav. B.6.13 - Carta della localizzazione delle misure fonometriche ante-operam
- Tav. B.6.14 - Planimetria di validazione del modello di calcolo previsionale
- Tav. B.6.15 – Mappa livello di rumore diurno situazione in progetto
- Tav. B.6.16 - Mappa livello di rumore notturno situazione in progetto
- Tav. B.6.17 - Dettaglio interventi di mitigazione recettori livello di rumore diurno
- Tav. B.6.18 – Dettaglio interventi di mitigazione recettori livello di rumore notturno
- Tav. B.6.19 - Mappa livello di rumore diurno situazione in progetto con mitigazioni
- Tav. B.6.20 - Mappa livello di rumore notturno situazione in progetto con barriere
- Tav. B.6.21 – Localizzazione degli interventi di mitigazione
- Tav. B.6.22 - Ubicazione punti di misura e monitoraggio in fase di cantiere e in esercizio

**10 APPENDICE A – SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO**

<b>MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO</b>		
<b>PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa</b>		
<b>TIPOLOGIA RECETTORE</b>	<b>INDIRIZZO</b>	<b>CODICE</b>
Caratterizzazione del recettore e dell'ambiente insediativo:		
Caratterizzazione della sorgente di rumore principale:		
Caratterizzazione di sorgenti di rumore secondarie (rumore di fondo):		
PAG. 1 DI 4		

<b>MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO</b>		
<b>PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa</b>		
<b>TIPOLOGIA RECETTORE</b>	<b>INDIRIZZO</b>	<b>CODICE</b>
<b>FOTO RECETTORE</b>	<b>FOTO SORGENTE PRINCIPALE</b>	
<b>STRALCIO PLANIMETRICO</b>		
PAG. 2 DI 4		

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO									
PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa									
TIPOLOGIA RECETTORE			INDIRIZZO					CODICE	
Caratterizzazione del clima acustico al momento del misure:									
Descrizione dell'attività di cantiere:									
Tipologia di strumentazione adottata:									
MISURE EFFETTUATE									
PERIODO	TR	DURATA	DATA	$L_{A,eqTR}$ [dBA]	K [dBA] <sub>l</sub>	$K_T$ [dBA]	$K_B$ [dBA]	$L_{AeqTRC}$ [dBA]	Llim [dBA]
DIURNO	6-22	10'							65
NOTT.	22-6	10'							55
FOTO POSTAZIONE									
PAG. 3 DI 4									

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO										
PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa										
TIPOLOGIA RECETTORE		INDIRIZZO					CODICE			
PARAMETRI DI MISURA	DIURNO (TR 6 -22)					NOTTURNO (TR 22 -6)				
	D1	D2	D3	D4	D5	N1	N2	N3	N4	N5
DATA INIZIO										
ORA INIZIO										
DURATA										
$L_{A,eqTR}$										
$L_{10}$										
$L_{90}$										
$L_{I,max}$										
$L_{F,max}$										
$L_{S,max}$										
$K_I$										
$K_T$										
$K_B$										
$L_{AeqTRC}$										
$L_{Aeq,TMC}$										
$L_{Aeq,TRC}$										
NOTE:										
COMMENTO DEL CLIMA ACUSTICO:										



<b>MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI</b>		
<b>PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa</b>		
<b>TIPOLOGIA RECETTORE</b>	<b>INDIRIZZO</b>	<b>CODICE</b>
Caratterizzazione del recettore e dell'ambiente insediativo:		
Caratterizzazione della sorgente di rumore principale:		
Caratterizzazione di sorgenti di rumore secondarie (rumore di fondo):		
PAG. 1 DI 6		

<b>MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI</b>		
<b>PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa</b>		
<b>TIPOLOGIA RECETTORE</b>	<b>INDIRIZZO</b>	<b>CODICE</b>
<b>FOTO RECETTORE</b>	<b>FOTO SORGENTE PRINCIPALE</b>	
<b>STRALCIO PLANIMETRICO</b>		
<b>PAG. 2 DI 6</b>		

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI								
PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa								
TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO						CODICE	
Caratterizzazione delle sorgenti di rumore al momento dell'esecuzione delle misure:								
Strumentazione adottata e modalità di installazione:								
SINTESI DELLE MISURE								
	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
LAeq 6-22 (GIORNO) [dBA]								
LAeq 22- 6 (NOTTE) [dBA]								
Note:								
PAG. 3 DI 6								

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI								
PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa								
TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO							CODICE
DETTAGLIO DEI RISULTATI PERIODO DIURNO [6 -22 h]								
GRANDEZZE	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Leq,TM [dBA]								
L <sub>1</sub> [dBA]								
L <sub>5</sub> [dBA]								
L <sub>10</sub> [dBA]								
L <sub>50</sub> [dBA]								
L <sub>90</sub> [dBA]								
L <sub>95</sub> [dBA]								
L <sub>Fmax</sub> [dBA]								
L <sub>Fmin</sub> [dBA]								
K <sub>1</sub> [dBA]								
K <sub>T</sub> [dBA]								
K <sub>B</sub> [dBA]								
L <sub>Aeq,TRC</sub> [dBA]								
TRAFFICO STRADALE SORGENTE DI RIFERIMENTO								
	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Veicoli leggeri [veic/h]								
Veicoli pesanti [veic/h]								
Motocicli [veic/h]								
MISURE METEOROLOGICHE								
	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
CIELO								
PRECIPITAZIONI [mm]								
TEMPERATURA [°C]								
UMIDITA' REL.[%]								
DIREZIONE VENTO								
VELOCITA' VENTO[m/s]								
NOTE								

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI								
PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa								
TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO							CODICE
DETTAGLIO DEI RISULTATI PERIODO NOTTURNO [22-6 h]								
GRANDEZZE	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Leq,TM [dBA]								
L <sub>1</sub> [dBA]								
L <sub>5</sub> [dBA]								
L <sub>10</sub> [dBA]								
L <sub>50</sub> [dBA]								
L <sub>90</sub> [dBA]								
L <sub>95</sub> [dBA]								
L <sub>Fmax</sub> [dBA]								
L <sub>Fmin</sub> [dBA]								
K <sub>1</sub> [dBA]								
K <sub>T</sub> [dBA]								
K <sub>B</sub> [dBA]								
L <sub>Aeq,TRC</sub> [dBA]								
TRAFFICO STRADALE SORGENTE DI RIFERIMENTO								
	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Veicoli leggeri [veic/h]								
Veicoli pesanti [veic/h]								
Motocicli [veic/h]								
MISURE METEOROLOGICHE								
	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
CIELO								
PRECIPITAZIONI [mm]								
TEMPERATURA [°C]								
UMIDITA' REL.[%]								
DIREZIONE VENTO								
VELOCITA' VENTO[m/s]								
NOTE								

<b>MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI</b>		
<b>PROGETTO: Piano di Recupero area ex Motofides in località Marina di Pisa</b>		
<b>TIPOLOGIA RECETTORE</b>	<b>INDIRIZZO</b>	<b>CODICE</b>
<b>FOTO EDIFICIO E POSTAZIONE</b>	<b>FOTO POSTAZIONE</b>	
<b>STRALCIO PLANIMETRICO – POSTAZIONE E MISURE DI TRAFFICO E METEOROLOGICHE</b>		
<b>PAG. 6 DI 6</b>		

## 11 APPENDICE B – RAPPORTO MISURE FONOMETRICHE

Il presente rapporto di misura è redatto ai sensi dell'Allegato B del D.M. del 16.03.98, è parte integrante della previsione di impatto acustico oggetto del Capitolo 5.

### 11.1 Rilievi fonometrici

Il giorno 5 Luglio 2005 sono stati eseguiti n. 4 rilievi fonometrici in tutto, nei tempi di riferimento diurno e notturno nei 5 punti di misura di seguito descritti, con lo scopo di misurare il livello di rumore ambientale in ambiente esterno.

Ricettori	Descrizione	Ubicazione (Gauss-Boaga Roma40 Fuso OVEST)			Livelli di rumore	
		X(m)	Y(m)	Z(m)	Leq dB(A) N	Leq dB(A) N
M1	SS 224-Incrocio G.Verazzano	1603026,11	4837045,97	3,50	76,0	68,5
M2	Via Maiorca	1602712,11	4836821,87	4,00	75,5	67,5

Per la localizzazione dei punti di misura si rimanda alla Tav. B.6.13 - Carta della localizzazione delle misure fonometriche ante-operam.

All'inizio e alla fine dei cicli di misure è stata effettuata l'operazione di calibrazione dello strumento che ha fornito una deviazione massima inferiore al valore 0.5 dB, limite stabilito dalla normativa vigente.

Il microfono munito di cuffia antivento è stato collocato su un cavalletto a 1,5 metri dal suolo.

Il tempo di misura per ciascuna acquisizione è stato di 15 minuti, ragionevolmente sufficienti a caratterizzare il rumore ambientale per lo scopo della presente applicazione.

I rilievi sono stati eseguiti dall'Ing. Terenzio Alio (tecnico competente in acustica ambientale inserito nell'elenco dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia ai sensi della L. 447/95 con Prot. 42693 del 28/06/2004 pubblicata sul G.U.R.S. n. 8 del 25/02/2004) e dagli Ingg. Giovanni Vara e Giovanni Lopreiato.

### 11.2 Strumentazione di misura

Per i rilievi fonometrici è stata utilizzata la seguente strumentazione, conforme all'articolo 2 del D.M. 16/03/98:

- Analizzatore in tempo reale, con funzioni di fonometro integratore di classe 1, tipo SYMPHONIE di costruzione "01 dB" con capsula microfonica tipo Rion matr. 89463 (ultima taratura presso il laboratorio SIT 76/E di Torino n° 13/05 del 09/02/2005 .)
- Fonometro integratore di classe 1 Rion tipo NL15 con capsula microfonica Bruel & Kjaer (ultima taratura presso il laboratorio SIT 76/E di Torino n° 12/05 del 09/02/2005.)

Prima e dopo ogni ciclo di misura è stata eseguita la calibrazione della strumentazione (mediante calibratore Aclan in classe 1, secondo la norma IEC 942/88), e gli scostamenti riscontrati in nessun caso hanno superato 0,5 dB. (ultima taratura del calibratore presso il laboratorio SIT 76/E di Torino: 12/11/2004 ). Il grado di incertezza della strumentazione, con intervallo di confidenza del 95%, è di  $\pm 0.25$  dB.

### 11.3 Strumentazione di misura

In questo paragrafo sono riportati i principali risultati dei rilievi fonometrici, unitamente alla data di esecuzione, alle condizioni meteorologiche ed ai tempi di riferimento, osservazione e misura.

Per ciascuna misura sono riportati il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A rilevato strumentalmente (LAeq misurato), l'eventuale presenza di componenti impulsive e/o di componenti tonali.

Il rilevamento dell'evento sonoro impulsivo è effettuato automaticamente anche se non necessita in base alle indicazioni del punto 15 dell'Allegato A del D.M. del 16.03.98.

Il riconoscimento di componenti tonali è effettuato dal software di elaborazione delle misure mediante la procedura riportata al punto 10 dell'Allegato B del D.M. del 16.03.98. In nessuna delle misure effettuate si è riscontrata la presenza di componenti tonali anche se come per le componenti impulsive non necessita in quanto *“fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti”* 15 dell'Allegato A del D.M. del 16.03.98.

Punto	Data	Vento	Condizioni Meteorologiche	Tempo di rif.	Tempo di oss.	Tempo di misura	Leq(A)	Componenti Tonalì	Componenti impulsive
M1	05/07/2005	Assente	Sereno	(06:00-22:00)	10:30	10:45	76,0	No	No
M2	05/07/2005	Assente	Sereno	(06:00-22:00)	09:40	09:55	75,5	No	No

Punto	Data	Vento	Condizioni Meteorologiche	Tempo di rif.	Tempo di oss.	Tempo di misura	Leq(A)	Componenti Tonalì	Componenti impulsive
M1	05/07/2005	Assente	Sereno	(22:00-06:00)	00:15	00:30	68,50	No	No
M2	05/07/2005	Assente	Sereno	(22:00-06:00)	1:15	1:30	67,5	No	No