

**PROVINCIA DI PISA**

**VIABILITA' NORD DI PISA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Lotto 3-5**

**Aggiornamento del 15 settembre 2020**

**Relazione Tecnico-illustrativa**

**Componente acustica e studio delle mitigazioni**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
2.1	Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95 .....	6
2.2	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 Novembre 1997 .....	6
2.3	Decreto del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004, n. 142 .....	9
2.4	Decreto del Presidente della Repubblica 18 Novembre 1998, n. 459 .....	11
2.5	Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 Marzo 1998 .....	11
2.6	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 Marzo 1998 .....	14
2.7	Disposizioni della Regione Toscana - Legge Regionale 89/1998 e relative Norme attuative .....	15
<b>3</b>	<b>ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI PREVISIONALE E STUDIO DELLE MITIGAZIONI .....</b>	<b>19</b>
4.1	Metodologia di studio .....	19
4.2	Il modello matematico .....	20
4.3	Taratura dello scenario di simulazione sullo stato attuale (ante operam) .....	22
4.3.1	<i>Misure sperimentali di riferimento allo stato attuale .....</i>	<i>22</i>
4.3.2	<i>Modello concettuale per lo scenario allo stato attuale (ante operam) .....</i>	<i>26</i>
4.3.3	<i>Verifica di accuratezza del codice di calcolo .....</i>	<i>33</i>
4.3.4	<i>Simulazioni acustiche per lo scenario attuale .....</i>	<i>34</i>
4.4	Simulazioni per lo scenario di progetto (post operam) .....	37
4.4.1	<i>Modello concettuale per lo scenario di progetto (post operam) .....</i>	<i>37</i>
4.4.2	<i>Previsione degli effetti generati dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale .....</i>	<i>45</i>
4.5	Individuazione ed ottimizzazione degli interventi di mitigazione .....	49
4.6	Previsione degli effetti generati dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale in configurazione mitigata .....	59
4.7	Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione .....	65
4.8	Verifica supplementare del rispetto dei limiti per l'area dell'edificio <i>cohousing</i> attualmente in fase di realizzazione presso il quartiere I Passi .....	69
4.9	Scenario transitorio .....	72
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONI ACUSTICHE PRELIMINARI PER LA FASE DI CANTIERE .....</b>	<b>78</b>
5.1	Misure di mitigazione acustica per la fase di cantiere .....	84
	<b>ALLEGATO 1 .....</b>	<b>87</b>
	<b>ALLEGATO 2 .....</b>	<b>92</b>
	<b>ALLEGATO 3 .....</b>	<b>113</b>
	<b>ALLEGATO 4 .....</b>	<b>123</b>
	<b>ALLEGATO 5 .....</b>	<b>133</b>

## 1 PREMESSA

Come noto, ogni nuovo impianto o opera ed ogni loro eventuale modifica, necessita di una valutazione dell'impatto acustico che esso/a può produrre sui recettori eventualmente interessati dalle emissioni prodotte. In particolare, per il progetto stradale di cui si tratta, è necessario procedere ad una stima previsionale delle potenziali emissioni acustiche generate dalla futura infrastruttura in reali condizioni di esercizio a regime, ovvero prodotte dai volumi di traffico che potranno interessare la nuova infrastruttura stessa, come previsti/proiettati al necessario orizzonte temporale, fissato all'anno 2038. L'obiettivo finale del procedimento di studio previsionale delle emissioni acustiche generate dall'esercizio a regime della nuova infrastruttura è ovviamente quello di garantire il rispetto dei limiti di emissione/immissione fissati dalla vigente legislazione e, in particolare, dalle locali classificazioni acustiche comunali, strumento urbanistico di base per la salvaguardia dell'ambiente dall'agente fisico rumore.

La stima previsionale delle emissioni/immissioni viene normalmente effettuata utilizzando codici numerici di simulazione, che tuttavia possono garantire la necessaria affidabilità solo previo un procedimento di taratura su uno scenario reale: le previsioni generate da un codice di simulazione non possono infatti essere considerate attendibili, o comunque sufficientemente accurate, se non si dimostra preventivamente che lo stesso codice è in grado, mediante un opportuno procedimento di taratura, di ricostruire correttamente, ovvero con una accuratezza entro certi limiti, uno scenario caratterizzato sperimentalmente, generalmente costituito dallo stato acustico attuale (ante operam) dell'area di interesse. Il primo punto da affrontare è quindi l'esecuzione di una campagna sperimentale per la caratterizzazione del clima acustico presente, allo stato attuale, entro il territorio limitrofo a quello interessato dal progetto: le misure dovranno essere effettuate in riferimento ad una caratterizzazione allo stato attuale sia delle emissioni prodotte dalla sorgente, nel caso specifico, stradale (misure sorgente-orientate), sia delle immissioni indotte dalla stessa sorgente ai recettori (misure recettore-orientate). I dati ottenuti dovranno quindi poter essere ricostruiti dal codice di calcolo, mediante un opportuno procedimento di taratura, entro adeguati livelli di accuratezza, per i quali si fa normalmente riferimento a quanto indicato nella norma UNI 11143-1:2005 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità".

Nel caso in cui le previsioni dovessero mostrare superamenti dei valori limite, è infine necessario procedere allo studio delle mitigazioni acustiche che permettano di ridurre a conformità tali superamenti, in modo tale da garantire ai recettori esposti un clima acustico adeguato allo specifico utilizzo degli spazi presenti presso i recettori stessi (residenziale, commerciale, ecc.).

Il presente documento è stato redatto, come previsto dalla vigente normativa (L. 447/95 e D.P.C.M. 31/03/1998), da Dott. Giuseppe Quaglia in qualità di Tecnico Competente in Acustica Ambientale riconosciuto dalla Regione Piemonte con Determinazione Dirigenziale n. 231 del 24 Aprile 2001 ed iscritto all'Elenco Nazionale dei TECnici Competenti in Acustica, ENTECA. In Allegato 1 si riporta la Determinazione Dirigenziale di cui sopra e l'estratto dell'iscrizione all'ENTECA.

Nel seguito di questo documento, data per scontata la conoscenza sia dell'area geografica complessivamente interessata dal progetto in esame, sia del progetto stesso della nuova infrastruttura stradale di cui si tratta, per i quali si può fare riferimento ad altra parte della documentazione di progetto, si provvederà quindi ad illustrare preliminarmente i vincoli legislativi di interesse per la componente acustica dello studio di impatto/mitigazione (§ capitolo 2), comprendendo in essa anche l'analisi degli strumenti urbanistici comunali pertinenti e, in particolare, delle zonizzazioni acustiche dei Comuni interessati al progetto (Pisa e San Giuliano Terme) (§ capitolo 3). Successivamente, nell'ambito delle attività previsionali e di studio delle mitigazioni vere e proprie (§ capitolo 4), dopo una breve presentazione della metodologia di studio adottata (§ paragrafo 4.1) e degli strumenti previsionali utilizzati (codice di simulazione, § paragrafo 4.2), verrà illustrata dapprima una breve sintesi dei risultati dei rilievi sperimentali condotti allo stato attuale (§ paragrafo 4.3.1) e poi la discretizzazione matematica del dominio di interesse, finalizzata alla fase di taratura delle simulazioni sullo stato attuale, come caratterizzato sperimentalmente (modello concettuale allo stato ante operam, § paragrafo 4.3.2), per giungere alla fine alla presentazione sia dei risultati, in termini di accuratezza di simulazione, derivanti da tale fase di taratura (§ paragrafo 4.3.3), sia dei livelli previsti per lo scenario ante operam presso tutti i recettori individuati (§ paragrafo 4.3.4); infine si provvederà ad illustrare la discretizzazione del dominio in esame nella futura configurazione di esercizio del nuovo tratto viario in progetto (modello concettuale allo stato post operam, § paragrafo 4.4.1), ed i risultati inerenti la previsione dei livelli di pressione acustica in condizioni di esercizio della nuova infrastruttura (flussi di traffico previsto al 2038 per l'ora di punta) senza (§ paragrafo 4.4.2) e con (§ paragrafo 4.6) i sistemi di mitigazione acustica che si ritiene necessario porre in opera (§ paragrafo 4.5) al fine di prevenire non conformità ai limiti di legge

ed essenzialmente costituiti da barriere acustiche posizionate a bordo strada. Tali barriere saranno poi sottoposte ad un procedimento di ingegnerizzazione (§ paragrafo 4.7) per ottimizzarne la realizzazione, eventualmente evitando di porre in opera sistemi potenzialmente eccessivi e/o ridondanti ai fini della protezione acustica dei recettori ed evitare quindi inopportune discontinuità sia planimetriche che in altezza dei vari elementi di barriera.

Particolare riguardo verrà posto nella previsione dei livelli di pressione acustica per lo scenario post operam in riferimento all'area interessata dal progetto di *cohousing* residenziale di Via Belli, presso il quartiere I Passi, attualmente in avanzata fase di realizzazione; per quest'area saranno sviluppate specifiche simulazioni di dettaglio (§ paragrafo 4.8).

Tenuto inoltre conto del fatto che il lotto 3-5 di cui si tratta comprende un nodo terminale dell'intera infrastruttura stradale in progetto (nodo 5), e che la prosecuzione della progettazione della tangenziale di Pisa ad Est di tale nodo terminale, per gli eventuali lotti 5-10 di cui al progetto preliminare, sarà oggetto di altra procedura ed altra attività progettuale, si ritiene opportuno studiare anche uno scenario previsionale supplementare relativo ad uno stato transitorio (§ paragrafo 4.9), ovvero alla situazione trasportistica con completa realizzazione dei lotti infrastrutturali dal nodo 1 al nodo 5, ma senza la prosecuzione dell'opera oltre tale nodo terminale, prevista per un distinto appalto progettuale; in tale situazione transitoria, i flussi di traffico che andrebbero complessivamente ad interessare il nodo 5 della futura nuova tangenziale di Pisa sarebbero chiaramente differenti, ovvero inferiori, rispetto a quelli prevedibili per la fase a regime finale, con l'intera infrastruttura realizzata; inoltre i flussi in uscita dal nodo 5 verso Est e lungo i lotti 5-10, non ancora effettivamente realizzati e/o progettati, verrebbero ridiretti verso la città di Pisa, lungo altre direttrici.



## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Qui di seguito si fornisce un riepilogo schematico della normativa in campo acustico ad oggi vigente a scala nazionale e regionale, mentre nei paragrafi successivi si approfondirà la trattazione di quelle norme di legge che si reputano maggiormente significative per il caso in esame.

### La normativa nazionale

#### *Legge quadro*

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"

#### *Limiti massimi di esposizione al rumore*

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

#### *Valori limite delle sorgenti sonore*

- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

#### *Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico*

- D.M. 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

#### *Rumore da traffico ferroviario*

- D.P.R. 18/11/1998, n. 459 "Regolamento recante norme in esecuzione dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"

#### *Infrastrutture di trasporto*

- D.M. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- D.M. 23/11/2001 "Modifiche all'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, in G.U. n. 288 del 12/12/2001."

#### *Rumore da traffico veicolare*

- D.P.R. 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare, a norma dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"

#### *Rumore aeroportuale*

- D.M. 31/10/1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
- D.P.R. 11/12/1997, n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili"
- D.M. 20/5/1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico"
- D.P.R. 9/11/99, n. 476 "Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n.496, concernente il divieto di voli notturni"
- D.M. 3/12/99 "Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti"

#### *Luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo*

- D.P.C.M. 18/9/1997 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
- D.P.C.M. 19/12/1997 "Proroga dei termini per l'acquisizione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 settembre 1997"
- D.P.C.M. 16/4/1999, n. 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"

#### *Impianti a ciclo continuo*

- D.M. 11/12/1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo"

#### *Requisiti acustici passivi degli edifici*

- D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

#### *Tecnico competente in acustica*

- D.P.C.M. 31/3/1998 "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"

### La normativa regionale

- Legge Regionale 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Delibera C.R. 22 febbraio 2000, n. 77 "Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'art. 2, della L.R. n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67 "Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"
- Legge Regionale 5 agosto 2011, n. 39 "Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) e alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 88 (Attribuzione agli Enti locali e disciplina generale delle funzioni amministrative e dei compiti in materia di urbanistica e pianificazione territoriale, protezione della natura e dell'ambiente, tutela dell'ambiente dagli inquinamenti e gestione dei rifiuti, risorse idriche e difesa del suolo, energia e risorse geotermiche, opere pubbliche, viabilità e trasporti conferite alla Regione dal D. Lgs. 31 marzo 1998, n. 112)"
- Deliberazione della Giunta Regionale 21 ottobre 2013, n. 856 "Individuazione delle attività di competenza delle Aziende unità sanitarie locali e dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT) in materia di tutela dall'inquinamento acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, lettera b), della Legge Regionale n. 98/98"
- Deliberazione della Giunta Regionale 21 ottobre 2013, n. 857 "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 Legge Regionale n. 89/98"
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"

## 2.1 Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95

La "Legge quadro sull'inquinamento acustico" del 26/10/1995 n° 447, pubblicata in Gazzetta Ufficiale del 30/10/1995, n. 254, stabilisce (art.1, comma 1) "i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico", e definisce le competenze, gli impegni e le risorse dell'amministrazione centrale e periferica dello Stato relativamente alla materia in questione.

In particolare, fra gli aspetti esaminati dalla legge quadro e relativi decreti attuativi, quelli di maggiore interesse nel caso presente sono i seguenti:

- 1 L'obbligo di produrre la **documentazione di previsione di impatto acustico**, redatta secondo le indicazioni contenute in apposite leggi regionali, in sede di presentazione delle domande per il rilascio di concessione edilizia e di licenza o autorizzazione all'esercizio per nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive/ricreative e commerciali polifunzionali.
- 2 La determinazione, nel **D.P.C.M. 14/11/1997**, "**Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore**", pubblicato in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n° 280 del 1/12/1997, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera a) della legge 26 ottobre 1995, n. 447, dei valori limite di **emissione**, dei valori limite di **immissione**, dei valori di **attenzione** e dei valori di **qualità**, di cui all'art. 2, comma 1, lettere e), f), g) ed h); comma 2; comma 3, lettere a) e b), della stessa legge.

## 2.2 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 Novembre 1997

Nel **D.P.C.M. 14/11/1997**, "**Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore**", pubblicato in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n° 280 del 1 Dicembre 1997, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera a) della legge 26 ottobre 1995, n. 447, vengono fissati i valori limite di **emissione**, i valori limite di **immissione** (distinti in: a) valori limite **assoluti**, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale; b) valori limite **differenziali**, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo), i valori di **attenzione** ed i valori di **qualità**, di cui all'art. 2, comma 1, lettere e), f), g) ed h); comma 2; comma 3, lettere a) e b), della stessa legge quadro. I valori di cui sopra sono riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella **Tabella A** allegata al D.P.C.M. 14/11/1997 ed

adottate dai comuni ai sensi e per gli effetti dell'art. 4, comma 1, lettera a) e dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

**TABELLA A: classificazione del territorio comunale**

<p>CLASSE I - aree particolarmente protette: 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.</p> <p>CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: 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</p> <p>CLASSE III - aree di tipo misto: 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</p> <p>CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p> <p>CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p> <p>CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</p>
--

I **valori limite di emissione**, definiti all'art. 2, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono riferiti alle sorgenti fisse ed alle sorgenti mobili. I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse di cui all'art. 2, comma 1, lettera c), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono quelli indicati nella Tabella B allegata al D.P.C.M. 14/11/1997 e si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone. I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità. I valori limite di emissione del rumore delle sorgenti sonore mobili di cui all'art. 2, comma 1, lettera d), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, e dei singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono altresì regolamentati dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse.

**TABELLA B: valori limite di emissione - Leq in dB(A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (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

I **valori limite assoluti di immissione** come definiti all'art. 2, comma 3, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n. 447 riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, sono quelli indicati nella Tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997.

**TABELLA C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	notturno (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

I **valori limite differenziali di immissione**, definiti all'art. 2, comma 3, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono: 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI della Tabella A allegata al decreto. Le disposizioni di cui sopra non si applicano inoltre nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- a. se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- b. se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Le disposizioni di cui sopra **non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime**; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

I **valori di attenzione**, espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL), sono:

- se riferiti ad un'ora, i valori della Tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997, aumentati di 10 dB(A) per il periodo diurno e di 5 dB(A) per il periodo notturno;
- se relativi ai tempi di riferimento, i valori di cui alla Tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997.

Il tempo a lungo termine (TL) rappresenta il tempo all'interno del quale si vuole avere la caratterizzazione del territorio dal punto di vista della rumorosità ambientale. La lunghezza di questo intervallo di tempo è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano tale rumorosità nel lungo termine. Il valore TL, multiplo intero del periodo di riferimento, è un periodo di tempo prestabilito riguardante i periodi che consentono la valutazione di realtà specifiche locali. Per l'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, è sufficiente il superamento di uno dei due valori di cui ai punti a) o b) precedenti, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali in cui i piani di risanamento devono essere adottati in caso di superamento dei valori di cui alla lettera b) precedente.

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

I **valori di qualità** di cui all'art. 2, comma 1, lettera h), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono indicati nella Tabella D allegata al D.P.C.M. 14/11/1997 (Tabella D).

#### TABELLA D: valori di qualità - Leq in dB (A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (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

In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla Tabella A del D.P.C.M. 14/11/1997, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità (D.P.C.M. 1/03/91, Art. 6):

Zonizzazione	tempi di riferimento	
	Limite diurno $L_{eq}(A)$	Limite notturno $L_{eq}(A)$
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM n.1444/68) (*)	65	55
Zona B (DM n.1444/68) (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

(\*) zone di cui all'art.2 del D.M. n.1444/68

### 2.3 Decreto del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004, n. 142

In presenza di infrastrutture viarie è inoltre necessario tener presente quanto previsto dal **D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142**, recante **“Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447”**, pubblicato in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n° 127 del 1 Giugno 2004. In esso vengono fissate le ampiezze delle “fasce territoriali di pertinenza acustica” dell'infrastruttura viaria, come determinate all'art. 3, comma 1 e dall'Allegato 1, tabelle 1 e 2. Inoltre, in deroga a quanto previsto dal D.P.C.M. 14/11/1997, si fissano i “Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione” (art. 4, comma 3 ed Allegato 1, tabella 1) ed i “Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti” (art. 5, comma 5 ed Allegato 1, tabella 2).

**TABELLA 1 STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE**

Allegato 1 (previsto dall'art. 3 comma 1)

Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo D.M. 5.11.2001 – 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 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				

**TABELLA 2 STRADE ESISTENTI ED ASSIMILABILI (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)**

Allegato 1 (previsto dall'art. 3 comma 1)

Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo Norma CNR 1980 e direttive PUT)	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		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – Extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – Urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E – Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				



## 2.4 Decreto del Presidente della Repubblica 18 Novembre 1998, n. 459

Come per le infrastrutture stradali, anche per quelle ferroviarie esiste una specifica norma di legge, il **Decreto del Presidente della Repubblica 18 Novembre 1998, n. 459**, recante **"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale, Serie generale n. 2, del 4 gennaio 1999. Come per infrastrutture stradali, anche per quelle ferroviarie vengono definite "fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture" (art. 3, comma 1), differenti per tipologia di infrastruttura e velocità di percorrenza dei convogli. La larghezza delle fasce di pertinenza è:

- m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a) (ovvero per infrastrutture esistenti, loro varianti ed infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a quelle esistenti) e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b) (ovvero infrastrutture di nuova realizzazione), con velocità di progetto non superiore a 200 km/h. Tale fascia viene suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B
- m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b) (ovvero infrastrutture di nuova realizzazione), con velocità di progetto superiore a 200 km/h

Per quanto riguarda le **"Infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h"** (art. 4), all'interno della fascia di 250 m, cui all'articolo 3, comma 1, lettera b), i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto da tali infrastrutture sono i seguenti:

- a. 50 dB(A)  $L_{eq}$  diurno, 40 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale il solo limite diurno
- b. 65 dB(A)  $L_{eq}$  diurno, 55 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per gli altri ricettori

Invece per le **"Infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h"** (art. 5), incluse le varianti e le nuove realizzazioni in affiancamento alle esistenti, all'interno della fascia di 250 m di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a), i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura sono i seguenti:

- a. 50 dB(A)  $L_{eq}$  diurno, 40 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale il solo limite diurno
- b. 70 dB(A)  $L_{eq}$  diurno, 60 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A (ampiezza 100 m) di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a)
- c. 65 dB(A)  $L_{eq}$  diurno, 55 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B (ampiezza 150 m) di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a)

I valori sopra indicati risultano in deroga a quanto stabilito dal D.P.C.M. 14/11/1997 (art. 2, comma 3), ma, al di fuori delle fasce di pertinenza, restano vincolanti i limiti di immissione fissati dallo stesso D.P.C.M. 14/11/1997 alla Tabella C.

Si tenga tuttavia presente che (art. 4, comma 5 ed art 6, comma 3), qualora i valori fissati dall'art. 4, comma 3 (per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h) o dall'art. 5, comma 1 (per le infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h), o, al di fuori delle fasce di pertinenza, i valori stabiliti nella tabella C del D.P.C.M. 14/11/1997, non siano tecnicamente conseguibili, è possibile, qualora se ne evidenzino l'opportunità, procedere ad interventi diretti sui ricettori esposti in modo tale da garantire loro il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per ospedali, case di cura e case di riposo
- 40 dB(A)  $L_{eq}$  notturno per tutti gli altri ricettori
- 45 dB(A)  $L_{eq}$  diurno per le scuole

## 2.5 Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 Marzo 1998

L'esecuzione delle misure e dei rilievi sperimentali è regolata dal **Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 Marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"**, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n° 76 del 1 Aprile 1998. Esso, in attuazione dell'art. 3, comma 1 lettera c) della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore definendo le caratteristiche tecniche e tecnologiche della strumentazione da utilizzare per i rilievi (Articolo 2 – Strumentazione di misura) ed i criteri di esecuzione delle misure (Articolo 3 – Modalità di misura del rumore). In particolare, **all'art. 2, comma 1**, si sancisce che il sistema di misura deve soddisfare le specifiche di cui alla **classe 1** delle norme **EN 60651/1994** e **EN 60804/1994**, ivi compresi i vincoli per la determinazione del livello equivalente. La catena di registrazione deve inoltre avere una risposta in

frequenza conforme a quella richiesta per la classe 1 della EN 60651/1994 e una dinamica adeguata al rilievo del fenomeno in esame. Al **comma 2 dell'art.3** del D.M. 16 Marzo 1998, si fissano le caratteristiche di filtri e di microfoni, che devono essere conformi rispettivamente, alle norme **EN 61260/1995** (IEC 1260) e **EN 61094-1/1994**, **EN 61094-2/1993**, **EN 61094-3/1995**, **EN 61094-4/1995**. Prima e dopo ogni ciclo di misura (art. 3, comma 3), la risposta della catena strumentale deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma **IEC 942/1988**; il rilievo sperimentale è valido solo se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di **0,5 dB**. Infine (**art. 3, comma 4**), gli strumenti ed i sistemi di misura devono essere provvisti di **certificato di taratura** e controllati almeno **ogni due anni** per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273. All'**art. 3, comma 1** del D.M. 16 Marzo 1998, rimandando all'**Allegato B**, si definiscono i **criteri e le modalità di esecuzione delle misure**: nell'Allegato si sancisce anzitutto la possibilità di rilevare i livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento ( $L_{Aeq,TR}$ ) (definito in Allegato A, punto 8) secondo due metodologie distinte:

- per integrazione continua, ovvero ottenendo il valore di  $L_{Aeq,TR}$  misurando il rumore ambientale durante l'intero periodo di riferimento (definito in Allegato A, punto 3), con l'eventuale esclusione degli intervalli in cui si verificano condizioni anomale non rappresentative del clima acustico dell'area in esame;
- con tecnica di campionamento, ovvero calcolando il valore  $L_{Aeq,TR}$  come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo agli intervalli del tempo di osservazione ( $T_O$ ); (definito in Allegato A, punto 4). Il valore di  $L_{Aeq,TR}$  è quindi dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_R} \sum_{i=1}^n (T_O)_i 10^{\frac{L_{Aeq,(T_O)_i}}{10}} \right] dB(A)$$

La metodologia di misura deve essere orientata alla rilevazione dei valori di  $L_{Aeq,TR}$  rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. Tutte le misure devono infine essere **arrotondate a 0.5 dB**.

Per quanto riguarda il microfono, esso deve essere del tipo da campo libero ed orientato quindi verso la sorgente di rumore; nel caso in cui la specifica sorgente non sia localizzabile o siano presenti più sorgenti disturbanti deve essere usato un microfono per incidenza casuale. Comunque il microfono deve essere montato su apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

Il posizionamento del microfono deve essere tale che eventuali strutture non mobile non interferiscano con il campo acustico che si intende caratterizzare, ovvero mantenendo una distanza di almeno 1 metro dagli edifici più vicini. Inoltre i rilievi vanno effettuati **collocando il microfono negli spazi fruibili da persone o comunità** ad un'altezza scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione dell'eventuale recettore.

Le misurazioni devono essere eseguite, a norma del punto 7 dell'Allegato B, in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento.

Nel corso dei rilievi deve essere verificata anche la presenza di specifiche componenti, ovvero:

- ✓ **Componenti impulsive.** Ai fini del riconoscimento dell'impulsività di un evento, devono essere eseguiti i rilevamenti dei livelli  $L_{Almax}$  e  $L_{ASmax}$  per un tempo di misura adeguato. Il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le seguenti condizioni:
  - l'evento è ripetitivo;
  - la differenza tra  $L_{Almax}$  ed  $L_{ASmax}$  è superiore a 6 dB;
  - la durata dell'evento a -10 dB dal valore  $L_{AFmax}$  è inferiore a 1 s.

L'evento sonoro impulsivo si considera inoltre ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. L'accertata presenza di componenti impulsive nel rumore implica che il valore rilevato di  $L_{Aeq,TR}$  debba essere incrementato di un fattore correttivo  $K_1$  così come definito al punto 15 dell'allegato A.

- ✓ **Componenti tonali.** L'individuazione delle componenti tonali (CT) nel rumore va effettuata mediante analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. La CT, per essere considerata tale, deve avere caratteristiche di stazionarietà sia nel dominio del tempo che in quello delle frequenze. Se la misura viene effettuata mediante filtri sequenziali, deve essere determinato il minimo di ciascuna banda con costante di tempo Fast, mentre se si utilizzano filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per evidenziare CT che si trovano



alla frequenza di incrocio di due filtri ad 1/3 di ottava, possono essere usati filtri con maggiore potere selettivo o frequenze di incrocio alternative. L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB. Il fattore di correzione  $K_T$  da applicare al valore rilevato di  $L_{Aeq,TR}$  come definito al punto 15 dell'allegato A, va sommato soltanto nel caso in cui la CT tocchi una isofonica eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro. In questo caso si fa riferimento alla normativa tecnica ISO 226:1987.

- ✓ **Componenti spettrali in bassa frequenza.** Se l'analisi in frequenza svolta con le modalità di cui al punto precedente, rivela la presenza di CT tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo  $K_T$  nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche l'ulteriore correzione  $K_B$  così come definita al punto 15 dell'allegato A, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

Si tenga presente che i fattori correttivi introdotti per tener conto della presenza di componenti impulsive, tonali o in bassa frequenza sono definiti dall'Allegato A, punto 15 come di seguito illustrato:

- Per la presenza di componenti impulsive  $K_I = 3$  dB
- Per la presenza di componenti tonali  $K_T = 3$  dB
- Per la presenza di componenti in bassa frequenza  $K_B = 3$  dB

Tali correzioni non devono essere applicate al rumore prodotto dalle infrastrutture dei trasporti

A seguito della definizione dei fattori correttivi  $K_I$ ,  $K_T$  e  $K_B$ , il **Livello di rumore corretto ( $L_C$ )** (definito in Allegato A, punto 17) viene determinato, a partire dal livello di rumore ambientale ( $L_A$ ) (definito in Allegato A, punto 11), secondo la seguente relazione:

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

I criteri e le modalità di misura del **rumore stradale** e del **rumore ferroviario** sono invece indicati nell'**Allegato C** del D.M. 16 Marzo 1998, cui rimanda l'**art. 3, comma 2**.

- **Rilievo del rumore ferroviario.** Oltre che nelle condizioni meteorologiche adeguate (Allegato B, punto 7), le misure devono essere eseguite in condizioni di normale circolazione del traffico ferroviario, con il microfono dotato di cuffia antivento (Allegato B, punto 7), orientato verso la sorgente di rumore (Allegato B, punto 4), posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli sonori più elevati (Allegato B, punto 6) e ad una quota da terra pari a 4 m. Il misuratore di livello sonoro deve essere predisposto per l'acquisizione dei livelli di pressione sonora con costante di tempo "**Fast**" e consentire la determinazione dell'orario di inizio, del valore del livello di esposizione sonora  $L_{AE}$  e del profilo temporale  $L_{AF}(t)$  dei singoli transiti dei convogli. Per una corretta determinazione dei livelli di esposizione, occorre che i valori di  $L_{AFmax}$  **siano almeno 10 dB(A)** superiori al **livello sonoro residuo**. Il tempo di misura  $T_M$  deve essere **non inferiore a 24 ore**. La determinazione dei valori  $L_{Aeq,TR}$  deve essere effettuata in base alla relazione seguente:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \sum_{i=1}^n (T_O) 10^{\frac{(L_{AE})_i}{10}} - k$$

- dove
- |       |  |
|-------|--|
| $T_R$ | è il periodo di riferimento diurno o notturno      |
| $n$   | è il numero di transiti avvenuti nel periodo $T_R$ |
| $k$   | = 47.6 dB(A) nel periodo diurno (6.00 – 22.00)     |
|       | = 44.6 dB(A) nel periodo notturno (22.00 – 6.00)   |

Dall'analisi dei profili temporali dei transiti si determinano gli eventi anomali, ovvero caratterizzati dalla presenza di fenomeni accidentali, e si sostituiscono con il valore medio aritmetico di  $L_{AE}$  calcolato su tutti i restanti transiti. Il dato di  $L_{Aeq,TR}$  determinato a partire dai vari  $L_{AE}$  validati, per mezzo della precedente relazione, viene considerato valido solo se il numero di eventi scartati **non supera il 10 %** del totale  $n$  dei transiti rilevati. Qualora il rumore residuo non consenta la corretta determinazione dei valori di  $L_{AE}$  nel punto di misurazione, ovvero se il numero di transiti invalidati è superiore al 10% del numero totale  $n$ , si deve applicare una metodologia basata sulla misurazione in un punto di riferimento  $P_R$  posto in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria e in condizioni di campo sonoro libero. Nel punto  $P_R$  le misurazioni devono avvenire su un tempo  $T_M$  **non inferiore a 24 ore** ed i valori di  $L_{AE}$  misurati in  $P_R$  devono essere correlati ai corrispondenti valori misurati nel punto di ricezione per almeno 10 transiti per ognuno dei binari presenti. Per ciascun binario sarà determinata la media aritmetica delle differenze dei valori  $L_{AE}$  misurati in  $P_R$  e nel punto di ricezione. Tale valore medio, per ottenere il corrispondente valore nel punto di ricezione, deve essere sottratto al valore  $L_{Aeq,TR}$  determinato nel punto  $P_R$ . Il livello equivalente continuo complessivo nel punto di ricezione si determina quindi mediante la relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_R} \sum_{k=1}^m 10^{\frac{(L_{Aeq,TR})_k}{10}} \right] dB(A)$$

essendo m il numero dei binari

- **Rilievo del rumore stradale.** Essendo il traffico stradale un fenomeno avente carattere di casualità o pseudocasualità, il monitoraggio del rumore da esso prodotto deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad **una settimana**. In tale periodo deve essere rilevato il **livello continuo equivalente ponderato "A" per ogni ora** su tutto l'arco delle 24 ore. Dai singoli dati di livello continuo orario equivalente ponderato "A" ottenuti, si calcola quindi:
  - a) per ogni giorno della settimana i **livelli equivalenti diurni e notturni**;
  - b) i **valori medi** settimanali diurni e notturni.

Il microfono deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a **4 m**. In assenza di edifici il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai recettori. I valori di cui al punto b) devono essere confrontati con i livelli massimi di immissione stabiliti con il regolamento di esecuzione previsto dall'art. 11, comma 1 della Legge 26 ottobre 1997 n. 447, ovvero secondo il **D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142**, recante **"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447"** di cui al precedente paragrafo 3.4.

Infine, l'**art. 3, comma 3** del D.M. 16 Marzo 1998 richiama l'**Allegato D** per quanto riguarda le **modalità di presentazione dei risultati** delle misure ed i contenuti minimi della relazione di presentazione.

## 2.6 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 Marzo 1998

A norma dell'art. 2, comma 6 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico, "... la figura professionale idonea ad effettuare le misurazioni, verificare l'ottemperanza ai valori definiti dalle vigenti norme, redigere i piani di risanamento acustico, svolgere le relative attività di controllo ..." è il **Tecnico Competente in Acustica Ambientale**. La sua attività ed il riconoscimento della qualifica di Tecnico Competente in Acustica Ambientale viene normato dal **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 Marzo 1998**, pubblicato in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n° 120 del 26 Maggio 1998, recante **"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"."**

Appurato che le misure e le verifiche nel campo dell'acustica ambientale devono essere effettuate da un Tecnico Competente, come sancito dalla stessa Legge Quadro 447/95 (art. 2, comma 6), il citato D.P.C.M. 31/03/1998, fissa (art. 1, comma 1), per i soggetti in possesso dei requisiti previsti dall'art. 2, commi 6, 7 e 8 della Legge 447/95, i metodi di presentazione della domanda per lo svolgimento dell'attività di Tecnico Competente ed i soggetti preposti al riconoscimento di tale qualifica, individuati negli **Assessorati preposti all'ambiente delle Regioni** di residenza del richiedente. Le specifiche modalità di presentazione della domanda di riconoscimento (art. 1, comma 2), sono determinate mediante appositi provvedimenti regionali. Gli Assessorati preposti all'ambiente esaminano le richieste avanzate secondo quanto prescritto dall'art. 2 - Esame delle domande del D.P.C.M. 31/03/1998 e rilasciano un'**attestazione** del riconoscimento **valida e riconosciuta da ogni altra Amministrazione Regione** (art. 2, comma 6). Il Tecnico Competente in Acustica Ambientale può quindi operare con pieno titolo anche in Regioni diverse da quella in cui il suo titolo è stato riconosciuto. L'art. 3 del D.P.C.M. 31/03/1998 riconosce inoltre Tecnici Competenti gli operatori presso le strutture pubbliche solo nell'ambito della struttura di appartenenza: se essi volessero esercitare l'attività al di fuori della struttura istituzionale di appartenenza, devono comunque rispettare gli obblighi previsti dall'art. 2, commi 6 e 7 della Legge 447/95 e del D.P.C.M. 31/03/1998. Infine è necessario che l'aspirante Tecnico Competente segua uno specifico percorso formativo di **due** (per laureati) o **quattro** (per diplomati) **anni** presso un altro Tecnico Competente già riconosciuto (art. 4, comma 1) e che quest'ultimo certifichi le capacità acquisite dall'aspirante Tecnico Competente (art. 4, comma 2).

## 2.7 Disposizioni della Regione Toscana - Legge Regionale 89/1998 e relative Norme attuative

In Italia la disciplina dell'inquinamento acustico ambientale fa capo alla Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" ed ai relativi regolamenti attuativi. Tale legge definisce le competenze statali, regionali e degli Enti Locali. La Regione Toscana con la Legge Regionale 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico", e ss.mm.ii., ha dato attuazione ai disposti della Legge Quadro e con il Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 2/R dell' 8 gennaio 2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)" ha recentemente aggiornato e innovato i criteri e gli indirizzi della pianificazione degli Enti Locali, definiti nella precedente Delibera del Consiglio Regionale n°77 del 22 ottobre 2000, sostituendola ai fini dell'applicazione della stessa legge.

Tra le principali competenze della Regione Toscana, rientrano quelle di definire i criteri tecnici e gli indirizzi ai quali i comuni sono tenuti ad attenersi per la redazione dei Piani Comunali di Classificazione Acustica (PCCA) e Piani Comunali di Risanamento Acustico (PCRA), identificare le priorità temporali degli interventi di bonifica acustica, definire le modalità di redazione della documentazione di valutazione d'impatto acustico e di clima acustico, le modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali in deroga per attività temporanee e/o all'aperto. Tale obbligo è stato portato ad adempimento dalla regione con l'emanazione del già citato Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 2/R dell' 8 gennaio 2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)" e della Deliberazione della Giunta Regionale 21 ottobre 2013, n. 857 "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 Legge Regionale n. 89/98"

La Regione ha inoltre competenza sui seguenti argomenti:

- approvare, anche per stralci, piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte dalle infrastrutture di trasporto: ferrovie, metropolitane, autostrade e strade statali, regionali e provinciali.
- rilasciare le osservazioni sulla conformità dei PCCA e dei PCRA ai criteri regionali;
- intervenire con proprio atto in caso di conflitto di PCCA tra comuni diversi;
- esercitare i poteri sostitutivi qualora i comuni non provvedano all'approvazione dei PCCA o dei PCRA necessari;
- approvare un programma triennale di intervento per la bonifica acustica dei PCRA presentati dai comuni e dei piani di azione presentati dalle province con concessione di contributi sia per attuare l'intervento stesso che per effettuare il monitoraggio;
- verifica dei piani territoriali di coordinamento (PTC), indicando e coordinando gli obiettivi da perseguire nell'ambito del territorio ai fini della tutela ambientale e della prevenzione dall'inquinamento acustico;
- predisporre piani di interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del D.M. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" per le strade di propria competenza;
- caratterizzare i dati degli assi stradali principali con traffico medio annuale superiore ai 3 milioni di veicoli e elaborare la mappatura acustica e il relativo piano di azione ai sensi e nei tempi del Decreto Legislativo 194/2005 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale";
- istituire e gestire l'elenco regionale dei tecnici competenti in acustica ambientale sulla base di quanto dispone la vigente normativa, attuando le procedure per il riconoscimento della figura del tecnico competente;
- individuare gli agglomerati urbani con più di 100.000 abitanti ai sensi del Decreto Legislativo 194/2005;
- rilasciare il contributo istruttorio per verifiche e valutazioni di impatto ambientale;
- svolgere attività di controllo.

La L.R. 89/1998 definisce le competenze in materia di inquinamento acustico anche per gli altri enti pubblici. I Comuni, in particolare, hanno il compito di:

- predisporre, adottare e approvare il piano di classificazione acustica del proprio territorio;
- comunicare alla Giunta Regionale e Provinciale la classificazione acustica già approvata ai sensi del DPCM 1 marzo 1991 adeguandola se non risponde ai nuovi criteri;

- adeguare gli strumenti urbanistici con il piano di classificazione acustica;
- predisporre la relazione biennale sullo stato di inquinamento acustico per i Comuni con più di 50.000 abitanti;
- individuare, approvare e realizzare i piani di risanamento acustico;
- predisporre i piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del D.M. 29/11/2000 per le strade di propria competenza (tale compito rientra in quello di cui al punto precedente);
- per i soli Comuni classificati dalla Regione come agglomerati urbani con più di 100.000 abitanti (Firenze, Livorno e Prato), deve essere effettuata e trasmessa alla Regione la mappa acustica strategica e il relativo piano di azione ai sensi del Decreto Legislativo 194/2005;
- svolgere le attività di controllo.

L' ARPAT ha invece il compito di:

- supporto a Comuni e Regione per i controlli;
- trasmettere i dati delle attività di rilevamento e controllo alle Amministrazioni interessate e alle AUSL competenti per territorio;
- inviare annualmente alla Giunta Regionale una relazione contenente il resoconto delle attività svolte e il quadro conoscitivo del clima acustico rilevato;
- segnalare tempestivamente al Comune, alle Province e alla Giunta Regionale, la presenza di condizioni che determinano l'obbligo di predisposizione del piano comunale di risanamento acustico;
- trasmettere alle Autorità competenti le segnalazioni per l'adozione di eventuali ordinanze contingibili e urgenti;
- rilasciare al comune il parere sui PCCA e sui PCRA (L.R. n. 89/98 art. 5, comma 9).

L' AUSL, da parte sua, ha poi il compito di:

- rilasciare al comune il parere sui PCCA e sui PCRA (L.R. n. 89/98 art. 5, comma 9);
- rilasciare al comune il parere sulle deroghe ai limiti acustici (D.P.G.R. n. 2/R/2014);
- fornire supporto ai Comuni per i controlli.

Vengono infine fissati anche gli obblighi a carico dei soggetti non pubblici. Le imprese esercenti attività produttive o commerciali rumorose al fine del graduale raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dal piano di classificazione acustica, dovranno presentare l'eventuale piano di risanamento acustico entro 6 mesi dalla approvazione del PCCA da parte del Comune.

Le società e gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture devono:

- predisporre e inviare alla regione i piani di interventi di contenimento e abbattimento del rumore per quanto di competenza ai sensi e nei tempi del D.M. 29/11/2000.
- elaborare predisporre e inviare alla Regione la mappatura acustica e i relativi piani di azione ai sensi e nei tempi del decreto legislativo 194/2005.

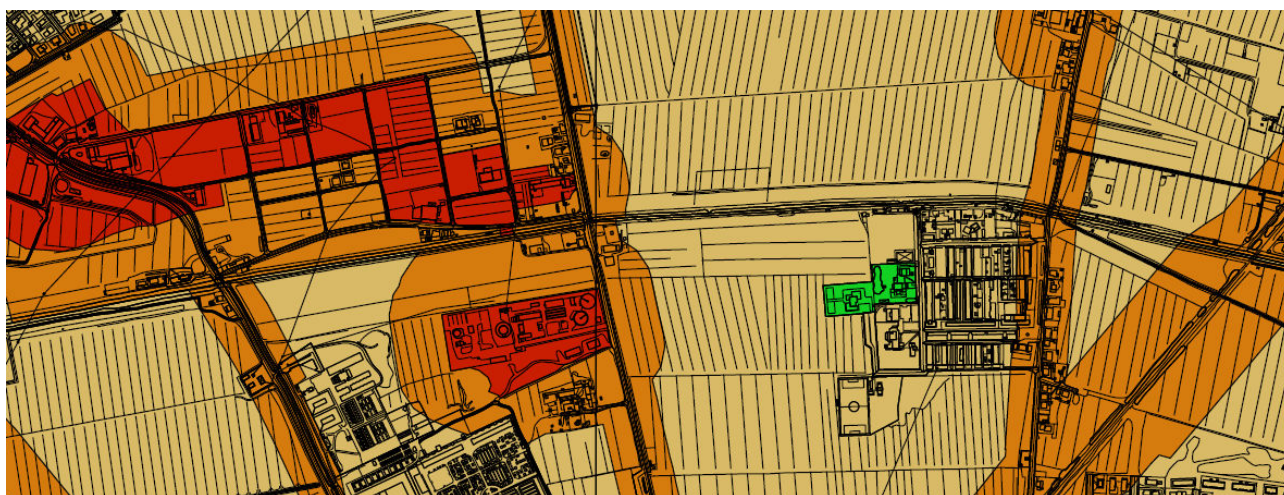


### 3 ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

In attuazione dell'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge 447/95, e dell'art. 4 della Legge Regionale Toscana 1 Dicembre 1998, n. 89, ciascun Comune del territorio toscano deve provvedere all'approvazione della classificazione acustica del territorio di sua competenza secondo le procedure previste nella stessa L.R. 89/98 agli artt. 5, 6 e 7. Secondo quanto sancito dall'art. 2, comma 1 della L.R. 89/98, la Giunta Regionale provvede all'emanazione di un documento recante i criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica comunale; tale impegno è stato ottemperato con la pubblicazione del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R, recante "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"

Senza entrare nei dettagli delle metodologie e dei criteri tecnici che ogni Comune deve rispettare per la redazione della classificazione acustica comunale, in questa sede basta sottolineare che la classificazione acustica comunale deve provvedere a suddividere il territorio in zone acustiche omogenee così come individuate dalla tabella A allegata al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 (Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore) (§ precedente paragrafo 2.2). Inoltre, a ciascuna zona acusticamente omogenea in cui è stato suddiviso il territorio comunale devono essere assegnati i valori limite di emissione, di immissione, i valori di attenzione, i valori di qualità stabiliti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 e dalle disposizioni statali emanate in attuazione della legge 447/95 (§ precedente paragrafo 2.2).

Nel caso dei Comuni di Pisa e di San Giuliano Terme, interessati dal progetto in esame, le zonizzazioni acustiche del territorio di loro competenza sono già state predisposte, adottate ed approvate definitivamente con le Deliberazioni del Consiglio Comunale n. 66 del 8 Settembre 2004 (Comune di Pisa) e n. 65 del 1 Agosto 2005 (Comune di San Giuliano Terme). La redazione delle zonizzazioni è stata condotta facendo riferimento alla normativa nazionale, ai criteri individuati dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R, alle norme generali della L.R. 1 Dicembre 1998, n. 89 ed alle linee guida pubblicate dall'A.N.P.A.. La seguente Figura 1 mostra un estratto delle zonizzazioni acustiche di Pisa e di San Giuliano Terme relative all'area immediatamente circostante quella di interesse. La mappa è stata prodotta utilizzando le coperture GIS distribuite pubblicamente e gratuitamente dalla Regione Toscana, disponibili all'indirizzo <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>, presso il portale cartografico regionale denominato "Geoscopio".



**Figura 1 Estratto delle zonizzazioni acustiche comunali di Pisa e di San Giuliano Terme per l'area immediatamente circostante quella di interesse**

Per le aree che saranno impegnate per la realizzazione del nuovo tracciato stradale che costituisce il secondo lotto dal nodo 3 al nodo 5 della circonvallazione Nord di Pisa, le due vigenti zonizzazioni acustiche comunali di Pisa e di San Giuliano Terme prevedono l'assegnazione in classe IV (aree di intensa attività umana) e III (aree miste) rispettivamente per i due tratti compresi tra le rotonde 3 e 4 e tra le rotonde 4 e 5. In alcuni casi (appena ad Ovest della rotonda 4 ed a Nord del Fiume Morto) si rileva anche l'interessamento da parte del nuovo tracciato stradale di aree prevalentemente industriali (classe V). Per la tipologia di aree

citare i limiti assoluti di immissione acustica risultano fissati, rispettivamente per i periodi diurno e notturno, a 70/65/60 dB(A) (rispettivamente classe V, IV e III) e 60/55/50 dB(A) (rispettivamente classe V, IV e III). I limiti di emissione sono 5 dB(A) inferiori a quelli di emissione.

Si osserva che, appena all'esterno della fascia di pertinenza stradale della nuova infrastruttura, circa a metà tra le rotonde 4 e 5, nella zona a Sud del Fiume Morto si rileva la presenza di un'area classificata come prevalentemente residenziale, in realtà occupata da un plesso scolastico. Per essa i limiti di zonizzazione hanno ovviamente validità per il solo periodo diurno e, per aree di classe II, possono essere quindi fissati in 55 dB(A).

In prossimità del tracciato della nuova infrastruttura stradale di cui si tratta, non sono presenti ulteriori aree soggette ad elevata protezione acustica (classe I).

A norma del D.P.R. 142/2004 (§ precedente paragrafo 2.3), i limiti fissati dalle vigenti zonizzazioni acustiche comunali devono essere ritenuti applicabili solo per sorgenti non connesse alle infrastrutture stradali: secondo quanto riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 1, relativa a strade di nuova realizzazione, per infrastrutture di tipo C1 – strade extraurbane secondarie (secondo D.M. 5.11.2001), come appunto quella in progetto, entro una fascia di 250 m dal ciglio stradale i limiti assoluti di immissione per il solo rumore di origine stradale, in assenza di recettori sensibili, possono infatti essere fissati, rispettivamente per i periodi diurno e notturno, a 65 e 55 dB(A). Nel caso fossero invece presenti recettori sensibili, si dovrebbero rispettare limiti pari a 50 e 40 dB(A), sempre per i due periodi di riferimento diurno e notturno. In pratica i limiti di immissione per il rumore derivante dall'esercizio di infrastrutture stradali coincidono numericamente con quanto fissato dalle norme di zonizzazione per le aree di classe IV che, come visto, circondano in buona parte il futuro sedime del tronco stradale in progetto.

Per quanto riguarda invece i tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, che intersecano la nuova infrastruttura in progetto rispettivamente ai nodi 3, 4 e 5, esse possono certamente essere classificate come strade esistenti di tipo Cb (strada extraurbana secondaria a carreggiate non separate) o E (strada urbana di quartiere), a seconda del tratto considerato. Per comodità, ed a maggior tutela dei possibili recettori, i limiti assoluti di immissione da sorgenti stradali entro le relative fasce di pertinenza, fissati dal D.P.R. 142/2004, saranno individuati nei valori più restrittivi tra quelli riferiti alle due citate tipologie, ovvero quelli riferiti a strade urbane di quartiere (tipo E): in questo caso, in assenza di recettori sensibili, entro una fascia di pertinenza acustica di ampiezza pari a 30 m, i limiti di legge risultano definiti conformemente a quanto previsto dalla vigente zonizzazione acustica comunale, ovvero, per le zone inserite in classe III (aree miste), 50/60 dB(A), rispettivamente per il periodo notturno e diurno, e per quelle inserite in classe IV (aree di intensa attività umana), 55/65 dB(A), sempre per i periodi notturno/diurno.

Lo studio condotto tiene nella debita considerazione i vincoli fissati dalle vigenti classificazioni acustiche comunali, in quanto, a seguito della loro approvazione definitiva, avvenuta con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 66 del 8 Settembre 2004 (Comune di Pisa) e n. 65 del 1 Agosto 2005 (Comune di San Giuliano Terme), esse costituiscono vigenti strumenti urbanistici.

## 4 ANALISI PREVISIONALE E STUDIO DELLE MITIGAZIONI

Una volta chiarito il contesto legislativo generale in cui ci si trova ad operare nell'ambito del progetto in esame e, in particolare, i vincoli fissati dalle vigenti zonizzazioni acustiche comunali di Pisa e di San Giuliano Terme e dai relativi apparati legislativi accessori (D.P.R. 142/2004), è possibile passare all'analisi vera e propria dell'impatto che si prevede produca la nuova infrastruttura stradale in progetto sui recettori ad essa limitrofi e le eventuali variazioni del clima acustico indotte dalla realizzazione dell'opera sui recettori originariamente interessati dalle emissioni degli attuali tracciati di Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio, in prossimità delle intersezioni con la nuova viabilità rispettivamente ai nodi 3, 4 e 5.

Nel seguito si presenterà quindi inizialmente la metodologia generale di analisi adottata per il presente studio (§ successivo paragrafo 4.1), con la successiva descrizione degli strumenti previsionali utilizzati, essenzialmente costituiti da un codice numerico di simulazione (§ seguente paragrafo 4.2); a seguire (§ paragrafo 4.3) verranno presentati i risultati del procedimento di taratura delle simulazioni sugli attuali tracciati di Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio, in configurazione ante operam, per poi passare (§ paragrafo 4.4 (scenario non mitigato) e 4.6 (scenario mitigato)) ai risultati ottenuti per la configurazione post operam della nuova viabilità entro l'intera area in esame, anche in termini di ottimizzazione dei sistemi di mitigazione acustica (barriere a bordo strada) che si dovesse rendere necessario adottare (§ paragrafo 4.5). Infine, si procederà a perfezionare la progettazione planimetrica e di altezza dei singoli elementi di barriera precedentemente ottimizzati (§ paragrafo 4.7) al fine di evitare la realizzazione di sistemi di mitigazione eccessivamente ridondanti per la protezione di recettori solo lievemente/marginalmente esposti e, contemporaneamente, evitare possibili inutili discontinuità planimetriche nel posizionamento delle barriere stesse, che certamente possono ridurre l'efficacia complessiva del progetto di mitigazione. Da ultimo, si verificherà in dettaglio il rispetto dei limiti di legge per l'area interessata dal progetto, attualmente in avanzata fase di realizzazione, di *cohousing* residenziale di Via Belli (§ paragrafo 4.8) e per lo scenario realizzativo transitorio della tangenziale Nord-Est di Pisa (§ paragrafo 4.9), ovvero per la configurazione viabilistica in assenza dei lotti 5-10, previsti nell'ambito di una prossima fase progettuale.

### 4.1 Metodologia di studio

Per permettere un'ottimizzazione degli interventi di mitigazione che si dovessero rendere necessari per ridurre a conformità eventuali superamenti dei limiti di legge, è necessario preliminarmente individuare, se ne sono, quelle aree dove si prevede possano avvenire tali superamenti. Questo obiettivo è reso possibile utilizzando procedimenti di simulazione matematica con opportuni codici numerici di calcolo, che tuttavia devono essere preliminarmente tarati su di uno scenario reale, meglio se caratterizzato sperimentalmente. Di conseguenza, la prima operazione da effettuare è lo sviluppo di uno scenario di simulazione, ante operam, per il quale siano stati sperimentalmente caratterizzati sia i livelli di pressione acustica indotti in specifici punti di monitoraggio (punti sorgente-orientati, in prossimità delle sorgenti emmissive, e recettore-orientati, in corrispondenza dei recettori interessati dalle emissioni), sia le caratteristiche emmissive generali delle sorgenti che influenzano il clima acustico nei punti monitorati (nel caso in esame, per i tracciati di Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio, i passaggi di automezzi leggeri e pesanti). Il codice di calcolo previsionale, sulla base dei dati emissivi generali delle sorgenti utilizzate (strutture stradali), dovrà essere tarato in modo tale da poter ricostruire i livelli misurati mediante tuning dei parametri di simulazione, ovvero dei parametri di caratterizzazione specifica della sorgente simulata (ricostruzione dei livelli ai punti di monitoraggio sorgente-orientati) e di propagazione delle emissioni verso i recettori (ricostruzione dei livelli ai punti di monitoraggio recettore-orientati). Questa procedura preliminare e la conseguente valutazione dell'accuratezza delle simulazioni, verrà presentata nel paragrafo 4.3.3, a valle della fase di discretizzazione del dominio allo stato attuale, ovvero ante operam, con i tracciati originari della viabilità che intersecherà la futura tangenziale Nord-Est di Pisa ai nodi 3, 4 e 5 (§ paragrafo 4.3.2). Infine, nel paragrafo 4.3.4, saranno presentati i risultati della previsione dei livelli di pressione acustica in configurazione ante operam per tutto il dominio di interesse.

Utilizzando, per il codice di simulazione, le stesse impostazioni di taratura precedentemente messe a punto per la viabilità attuale, a parte la predisposizione del modello concettuale per la configurazione post operam (§ paragrafo 4.4.1), si provvederà poi alla realizzazione della mappatura previsionale dei livelli di pressione acustica generati, entro tutta l'area limitrofa all'opera in progetto, dalle emissioni prodotte dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale nelle sue effettive future condizioni di carico di traffico autoveicolare, come



previsto, per l'ora di punta del mattino (tra le 7.00 e le 9.00), all'orizzonte temporale di riferimento del 2038 (§ paragrafo 4.4.2). Contestualmente sarà anche possibile valutare le variazioni dei livelli di pressione acustica indotti sui recettori posti lungo le intersecanti Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio.

Una volta chiarito il quadro immissivo complessivo dell'area di interesse, si potrà quindi passare alla definizione preliminare dei punti ove risulta necessario prevedere interventi di mitigazione (§ paragrafo 4.5). In questa fase si provvederà al virtuale posizionamento preliminare (traccia al suolo) delle barriere acustiche a protezione dei recettori ove, nella precedente fase, si sono rilevati superamenti dei limiti di legge, per passare poi alla progettazione effettiva delle barriere stesse ed alla loro ottimizzazione, in termini di posizionamento ed altezze specifiche tratto per tratto. Alla fine di questo procedimento sarà possibile definire in dettaglio i tronchi ove tali barriere devono essere posizionate e le relative altezze tratto per tratto, per raggiungere i prefissati obiettivi di protezione dei recettori, espressi in termini di massimo livello di pressione acustica da raggiungere.

Infine si procederà alla discretizzazione ed all'inserimento nel modello concettuale per lo scenario di simulazione post operam delle strutture di mitigazione (barriere acustiche a bordo strada e/o ulteriori altri interventi) al fine di permettere una successiva nuova esecuzione del calcolo previsionale di mappatura dei livelli previsti in configurazione mitigata dell'infrastruttura stradale in progetto, in modo da verificare la reale efficacia ed ottimizzazione dei previsti interventi di mitigazione (§ paragrafo 4.6).

Particolare attenzione sarà inoltre posta nella verifica del rispetto dei limiti di legge, in configurazione post operam, entro l'intera area interessata dal progetto di *cohousing* residenziale di Via Belli, presso il quartiere I Passi, attualmente in avanzata fase di realizzazione (§ paragrafo 4.8).

Sempre con la stessa configurazione, sarà poi anche necessario sviluppare un ulteriore scenario di simulazione per la cosiddetta "fase transitoria" (§ paragrafo 4.9), ovvero quella di esercizio della tangenziale Nord-Est di Pisa in configurazione parziale, senza i lotti di collegamento tra il nodo 5 ed il nodo 10, che saranno oggetto di una progettazione distinta da quella degli attuali lotti. Per tale scenario, i flussi di traffico che andrebbero complessivamente ad interessare il nodo 5 della futura nuova tangenziale di Pisa sarebbero chiaramente differenti, ovvero inferiori, rispetto a quelli prevedibili per la fase a regime finale, con l'intera infrastruttura realizzata; inoltre i flussi in uscita dal nodo 5 verso Est e lungo i lotti 5-10, non ancora effettivamente realizzati e/o progettati, verrebbero ridiretti verso la città di Pisa, lungo altre direttrici e, in particolare Via XXIV Maggio, per la quale si rende quindi necessaria una verifica previsionale del clima acustico anche in tale configurazione viabilistica.

Tutto il procedimento avverrà attraverso l'utilizzo di un codice matematico di tipo Ray-Tracing per la simulazione previsionale dei livelli di pressione acustica che utilizza in input i livelli emissivi delle sorgenti di interesse, determinati a loro volta sulla base dei flussi di traffico attuali, per i tracciati di Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio, nello scenario ante operam, e previsti al 2038, nell'ora di punta, per la nuova configurazione viabilistica dell'intera area di interesse (scenario post operam).

## 4.2 Il modello matematico

Il modello matematico di calcolo utilizzato per l'analisi previsionale è SoundPlan versione 8.2. Tale modello implementa diversi standard di calcolo per i vari settori dell'acustica (stradale, ferroviaria, industriale, ecc.). Per gli scopi del presente studio si è fatto riferimento agli standard internazionali per la trattazione del rumore generato da sorgenti stradali, ovvero la norma NMPB 96 e successive modifiche ed integrazioni. Tale norma è adottata ad interim anche in riferimento al territorio dello stato italiano. L'implementazione in SoundPlan 8.2 di tale norma è basata sulla formulazione descritta nel seguito.

Il livello di pressione acustica al recettore  $L_{eq}$  risulta dalla somma delle varie componenti spettrali che lo compongono, oppure può essere considerato significativo utilizzare un'unica frequenza giudicata caratteristica per le specifiche sorgenti considerate (generalmente 500 Hz).

Per la singola frequenza (o per la frequenza di 500 Hz) il livello di pressione acustica al recettore viene calcolato secondo la seguente formulazione:

$$L_s = [ L_w + D_1 + K_0 ] - [ D_s + \Sigma D ]$$

dove:

- $L_s$  è il livello di pressione acustica per singola frequenza
- $L_w$  è il livello di potenza acustica emessa dalla sorgente
- $D_1$  è il fattore di direzionalità della sorgente
- $K_0$  è il modello sferico, determinato dalla seguente relazione

$$K_0 = 10 * \text{Log} (4 * \pi / \Omega) \quad \text{espresso in dB(A)}$$



Si tenga presente che:  $K_0 = 0 \text{ dB(A)}$  nel caso di propagazione sferica  
 $K_0 = + 3 \text{ dB(A)}$  nel caso di propagazione emisferica su piano  
 $K_0 = + 6 \text{ dB(A)}$  nel caso di propagazione su quarto di sfera  
 $K_0 = + 9 \text{ dB(A)}$  nel caso di propagazione su ottavo di sfera

- $D_s$  rende conto della dispersione acustica delle sorgenti puntuali in funzione della distanza ed è determinato secondo la seguente formulazione:

$$D_s = 20 * \text{Log} ( r ) + 11 \text{ dB(A)}$$

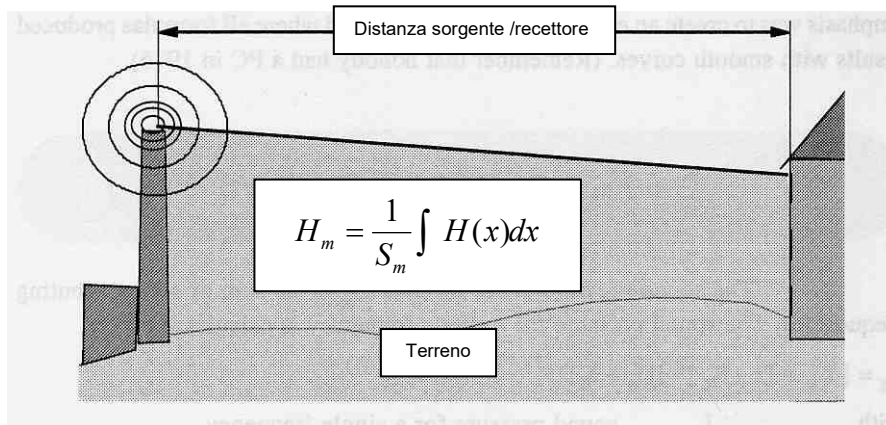
con  $r$  = distanza dalla sorgente al recettore

- $\Sigma D$  è la somma dei seguenti contributi:
  - Assorbimento dell'aria in accordo con la norma ISO 9613 o ISO 1913 parte 1
  - Assorbimento del terreno ed effetti meteorologici  $D_{BM}$  (vedi oltre)
  - Assorbimento dovuto al tipo di volume (vedi oltre)
  - Contributo di schermatura  $C_{screening}$  (vedi oltre)

Il coefficiente di attenuazione meteorologico e del terreno  $D_{BM}$  a sua volta dipende dall'altezza media sul terreno della linea visiva che congiunge sorgente e recettore ( $H_m$ ) e dalla distanza dalla sorgente al recettore ( $S_m$ ), secondo la seguente formulazione:

$$D_{BM} = [ 4.8 - 2 * H_m/S_m * ( 17 + 300/S_m ) ] \quad \text{espresso in dB (} > 0 \text{ dB)}$$

La seguente Figura 2 aiuta a meglio visualizzare i due parametri che compaiono nella precedente formula.



**Figura 2 Definizione dell'altezza media della linea di vista sorgente-recettore**

L'altezza media  $H_m$  della linea visiva tra sorgente e recettore è in pratica l'integrale dell'altezza puntuale della linea visiva stessa tra i due estremi costituiti dalla sorgente e dal recettore, diviso la distanza tra sorgente e recettore ( $S_m$ ).

L'assorbimento dovuto al tipo di volume rende conto del fatto che un'onda sonora che passa attraverso una serie di ostacoli fisici, subisce una certa attenuazione per assorbimento, indipendentemente dal tipo di ostacolo; più è lungo il tragitto tra sorgente e recettore, maggiore può essere la perdita per attenuazione dovuta ad ostacoli, perchè maggiori possono essere gli ostacoli. Dato che la propagazione del suono in ambiente reale avviene non in linea esattamente rettilinea, ma curva, l'attenuazione del suono dipenderà dalla rettificazione del percorso acustico nell'area di propagazione. Se, lungo la sua propagazione, l'onda acustica trova un ostacolo solido, l'arco che descrive la propagazione viene modificato per tener conto dell'altezza dell'ostacolo e solo la parte di tragitto acustico che passa attraverso l'ostacolo viene attenuata. Il coefficiente di attenuazione viene determinato in funzione dell'attenuazione specifica (dB/m) dei singoli ostacoli, inserita in fase di discretizzazione del dominio di calcolo da utilizzare nel codice di simulazione.

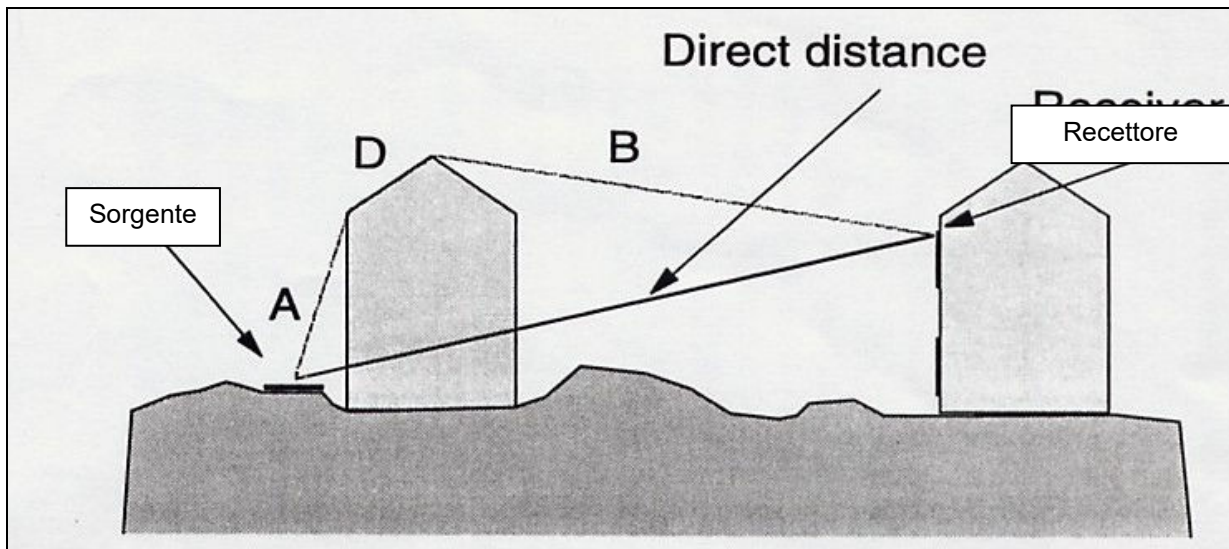
Infine il contributo di schermatura viene determinato in funzione del percorso supplementare che l'onda acustica deve compiere per raggiungere il recettore. La formulazione utilizzata dal SoundPlan 7.4 è la seguente:

$$C_{screening} = 10 \log(3 + 80 (A + B + D - (direct\ distance))) C_{met}$$

con:  $A$ ,  $B$ ,  $D$  e (*direct distance*) come riportato nella seguente Figura 3

$C_{met}$  è il termine di correzione meteorologica dato dalla relazione:

$$C_{met} = \exp\{-1 / 2000 [(A B (direct\ distance)) / (2 (A + B + D - (direct\ distance)))]\}$$



**Figura 3** Definizione di “direct distance”

In aggiunta a quanto sopra descritto in riferimento alla previsione del rumore prodotto da sorgenti stradali, il modello di calcolo SoundPlan 8.2 consente, noti valori di potenza acustica  $L_w$ , di simulare sorgenti di tipo areale e lineare, tra cui anche sorgenti industriali.

### 4.3 Taratura dello scenario di simulazione sullo stato attuale (ante operam)

In questo paragrafo, dopo la presentazione dei risultati delle misure sperimentali in termini di livello di pressione acustica essenzialmente solo nei punti sorgente-orientati e dei contestuali conteggi di passaggi autoveicolari (leggeri e pesanti) lungo gli attuali tracciati viabilistici considerati (§ seguente paragrafo 4.3.1), sulla base del modello concettuale per lo stato ante operam illustrato nel successivo paragrafo 4.3.2, si presenteranno i risultati del procedimento di taratura del codice di simulazione utilizzato (§ paragrafo 4.3.3), valutandone, nel contempo, la relativa accuratezza in termini di capacità di ricostruzione del dato sperimentale reale. Per la configurazione ante operam, si procederà poi anche alla simulazione, sia in termini di livelli di pressione acustica ai recettori individuati, sia con una rappresentazione in forma di mappa delle linee di isolivello, del clima acustico che interessa l'area immediatamente limitrofa agli attuali tracciati stradali di penetrazione urbana in Pisa (Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio) che intersecheranno ai nodi 3, 4 e 5 la nuova viabilità tangenziale (§ paragrafo 4.3.4).

#### 4.3.1 Misure sperimentali di riferimento allo stato attuale

Ottemperando alla prescrizione contenuta al punto 18, capitolo 5.7 - Rumore del Rapporto istruttorio che costituisce l'Allegato A della Determinazione Dirigenziale del Servizio Ambiente della Provincia di Pisa, n. 4037 del 21.08.2013, avente ad oggetto “L.R. 79.98 e L.R. 10.10 Esclusione dalla procedura di VIA Progetto Viabilità nord comuni Pisa e S.G.T. Proponente Provincia di Pisa Servizio Viabilità”, che prevedeva l'esclusione del progetto in esame dalla procedura di VIA con alcune prescrizioni, nel seguito si illustrano i risultati della campagna sperimentale condotta con lo scopo di raccogliere i dati necessari alla conduzione della fase di taratura delle simulazioni per lo scenario attuale (ante operam), ovvero per la ricostruzione dei livelli di pressione acustica cui possono essere interessati i recettori presenti lungo le Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio come indotti dalle emissioni generate dal traffico autoveicolare (leggero e pesante) contestualmente in transito su di esse, nella loro attuale configurazione viabilistica.

Le misure sono state effettuate nei giorni 22, 25 e 26 Maggio 2020 provvedendo alla registrazione sia dei dati acustici (essenzialmente livello equivalente in ponderazione A) che dei contestuali flussi di traffico in transito lungo l'attuale viabilità prospiciente i punti di misura. Le misure sono state effettuate dal TCA Agr. Dott.ssa Irene Menichini, Iscritta al Collegio Nazionale degli Agrotecnici e degli Agr. Laureati al numero 393 dal 03/09/2018, Iscritta nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al numero 8368 dal 10/12/2018 (provvedimento: Decreto Regione Toscana n. 2261 del 24 febbraio 2017). In Allegato 2 si riporta integralmente la relazione di misura, con tutti dati raccolti ed il dettaglio del posizionamento dei punti di

misura utilizzati per la caratterizzazione sperimentale delle aree lungo tutto il tracciato della viabilità Nord-Est della tangenziale di Pisa (lotti funzionali 1-2, 2-3, 3-5 e 10-12).

Le seguenti immagini (Figura 4) mostrano il posizionamento dei punti di misura utilizzati nel corso della campagna di monitoraggio per il lotto 3-5 della tangenziale Nord-Est di Pisa. La successiva Tabella 1 presenta invece una sintesi dei dati rilevati sperimentalmente in termini di livelli acustici equivalenti e di contestuali flussi di traffico, distinti per tipologia di mezzi leggeri e pesanti.

Come si può notare, i punti di misura sono stati individuati in modo tale da permettere una precisa caratterizzazione delle emissioni della specifica sorgente stradale in esame (tracciati storici delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio).

Il TGM allo stato attuale, sulla base dei dati rilevati sperimentalmente e considerando semplicemente i movimenti autoveicolari complessivi bidirezionali (mezzi leggeri e pesanti equiparati, senza pesatura), può essere stimato in circa 8500 passaggi al giorno lungo Via Pietrasantina, 8000 lungo Via San Jacopo e 4700 lungo Via XXIV Maggio.





**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

**SMART  
ENGINEERING**



**CREALINK** Srl  
INGEGNERIA & CONSULENZA

**ARCHEO  
SISTEMI**

Nuova viabilità nord di Pisa  
Progetto Definitivo  
Lotto 3-5

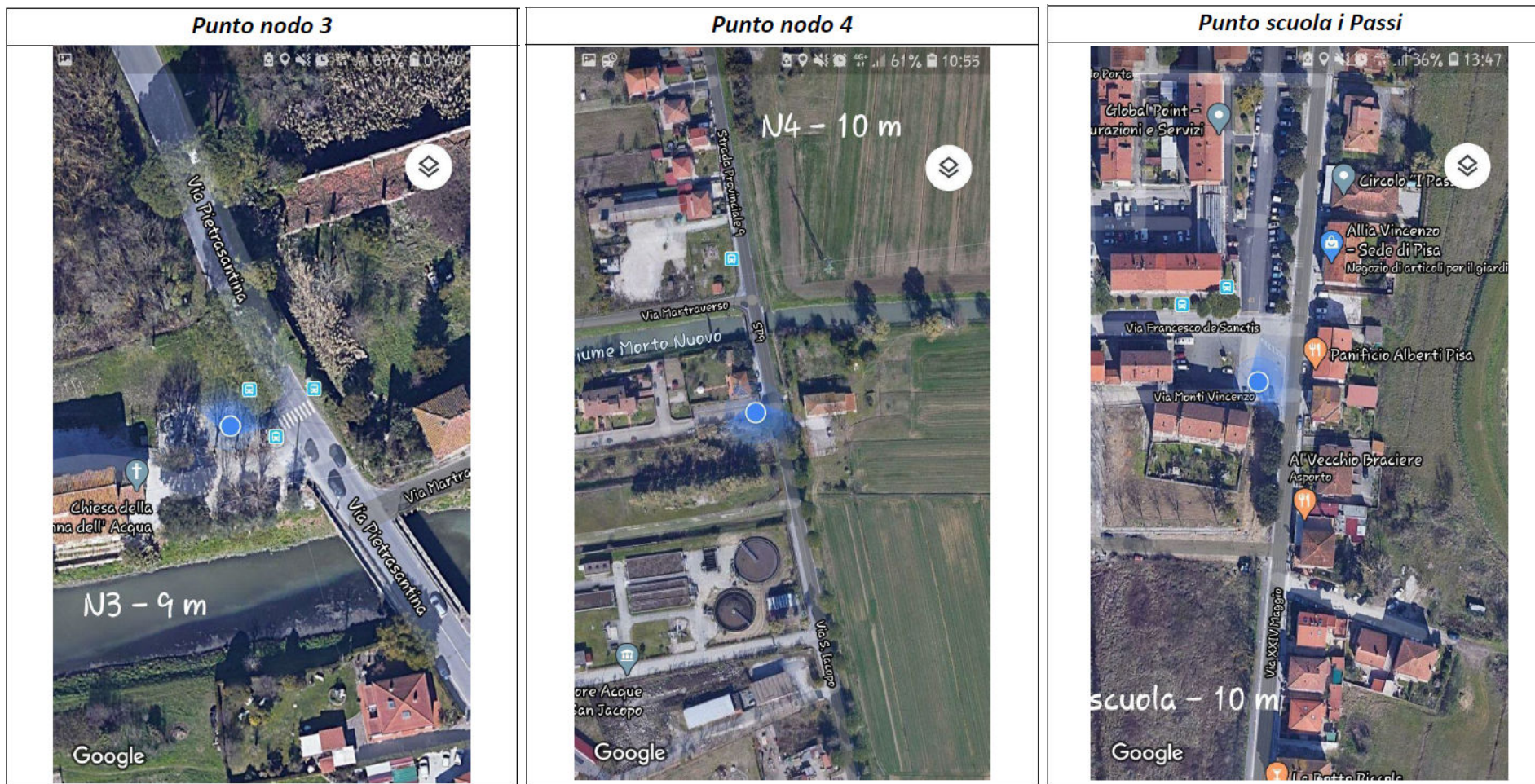


Figura 4 Localizzazione di dettaglio dei punti di misura utilizzati per la caratterizzazione sperimentale allo stato attuale (ante operam) lungo i tracciati storici delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio

**Tabella 1 Riepilogo dei risultati della campagna sperimentale per la caratterizzazione allo stato attuale (ante operam) del clima acustico e dei contestuali flussi di traffico lungo i tracciati storici delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio**

Punto di misura	Ora inizio rilievi	Durata rilievi	Flussi di traffico				Leq(A) misurato dB(A)
			Mezzi leggeri	Mezzi pesanti	Mezzi a 2 ruote	% mezzi pesanti	
Punto nodo 3 (1)	09:33	64 min	447	17	59	3.3	62.3
Punto nodo 4 (2)	10:51	74 min	485	11	72	1.9	61.0
Punto scuola I Passi (3)	13:54	108 min	387	10	92	2.0	59.5

- (1) Via Pietrasantina
- (2) Via San Jacopo
- (3) Via XXIV Maggio

#### 4.3.2 Modello concettuale per lo scenario allo stato attuale (ante operam)

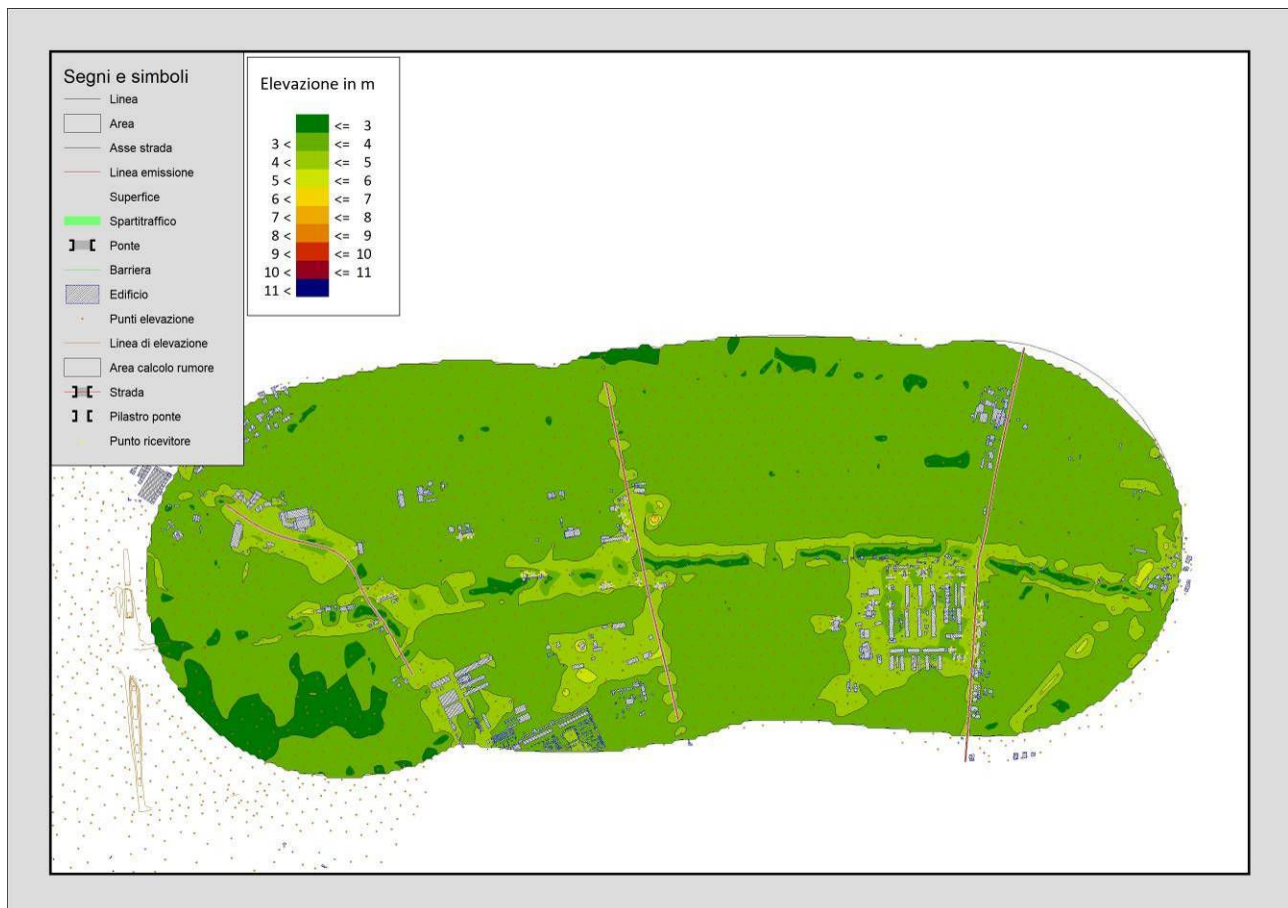
Per la messa a punto dello scenario tarato di simulazione sullo stato attuale è stato predisposto il modello concettuale di seguito illustrato.

##### Orografia

La definizione del modello digitale di elevazione del terreno è stata condotta utilizzando la cartografia liberamente disponibile on line nel sito della Regione Toscana, all'indirizzo <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>, presso il portale cartografico regionale denominato "Geoscopio". In particolare sono state utilizzate le coperture, in formato shape file, delle curve di livello e dei punti quotati, che hanno permesso di descrivere in estremo dettaglio le variazioni altimetriche dell'area di interesse. Le curve di livello sono rappresentate ad intervalli altimetrici di 2 m una dall'altra, mentre per ciascun punto quotato il livello è espresso in metri, con precisione alla seconda cifra decimale (centimetri).

Per il dominio di interesse, le coperture delle curve di livello e dei punti quotati sono state poi convertite in formato di interscambio di AutoCAD (file .DXF) per permetterne l'importazione diretta nel modulo cartografico del codice di calcolo.

La seguente Figura 5 (non riportata in scala) mostra la ricostruzione del modello digitale del terreno effettuata utilizzando appunto il modulo cartografico del codice di simulazione SoundPlan 8.2.



**Figura 5 Ricostruzione dell'orografia del dominio di calcolo allo stato attuale**

Come si può immediatamente notare, i dislivelli altimetrici che interessano l'area in esame sono limitati a pochi metri (2-4 m), benchè siano chiaramente identificabili la lieve sopraelevazione dei tracciati stradali attuali ed un livello altimetrico generale lievemente depresso rispetto alla media dell'alveo del Fiume Morto.

Alla luce dei limitati dislivelli altimetrici rilevati entro l'area di interesse, si possono già ritenere pressoché trascurabili eventuali fenomeni di schermatura da parte dell'orografia.



In Figura 5 sono evidenziate anche le tracce dei principali edifici presenti entro l'area di interesse che invece possono costituire potenziali schermature acustiche.

### Edifici

Anche in riferimento alla discretizzazione degli edifici presenti entro l'area di interesse, già illustrati nella precedente Figura 5, si è fatto ricorso alla cartografia on line disponibile, sempre in formato shape file, presso il sito web della Regione Toscana, al già citato portale cartografico ("Geoscopio"). Dalle coperture originarie scaricate dal sito regionale, sono stati selezionati, ed inseriti nel modello concettuale di simulazione, tutti gli edifici presenti entro una distanza di 500 m, da ambo i lati, del tracciato della nuova infrastruttura stradale in progetto. Nel DataBase associato alle coperture degli edifici sono inoltre presenti le informazioni relative alla quota altimetrica della base e del colmo di ciascuna feature della copertura: da tali informazioni è stato possibile ricavare, per semplice differenza, la reale altezza dei singoli edifici. Come per la traccia al suolo, anche il dato di altezza degli edifici è stato poi convertito in formato di interscambio di AutoCAD per la successiva importazione nel modulo cartografico del codice di simulazione (SoundPlan 8.2). In definitiva tutti gli edifici presenti entro l'area di interesse sono stati quindi discretizzati, con le relative altezze reali, ed inseriti nel modello concettuale utilizzato dal codice di simulazione.

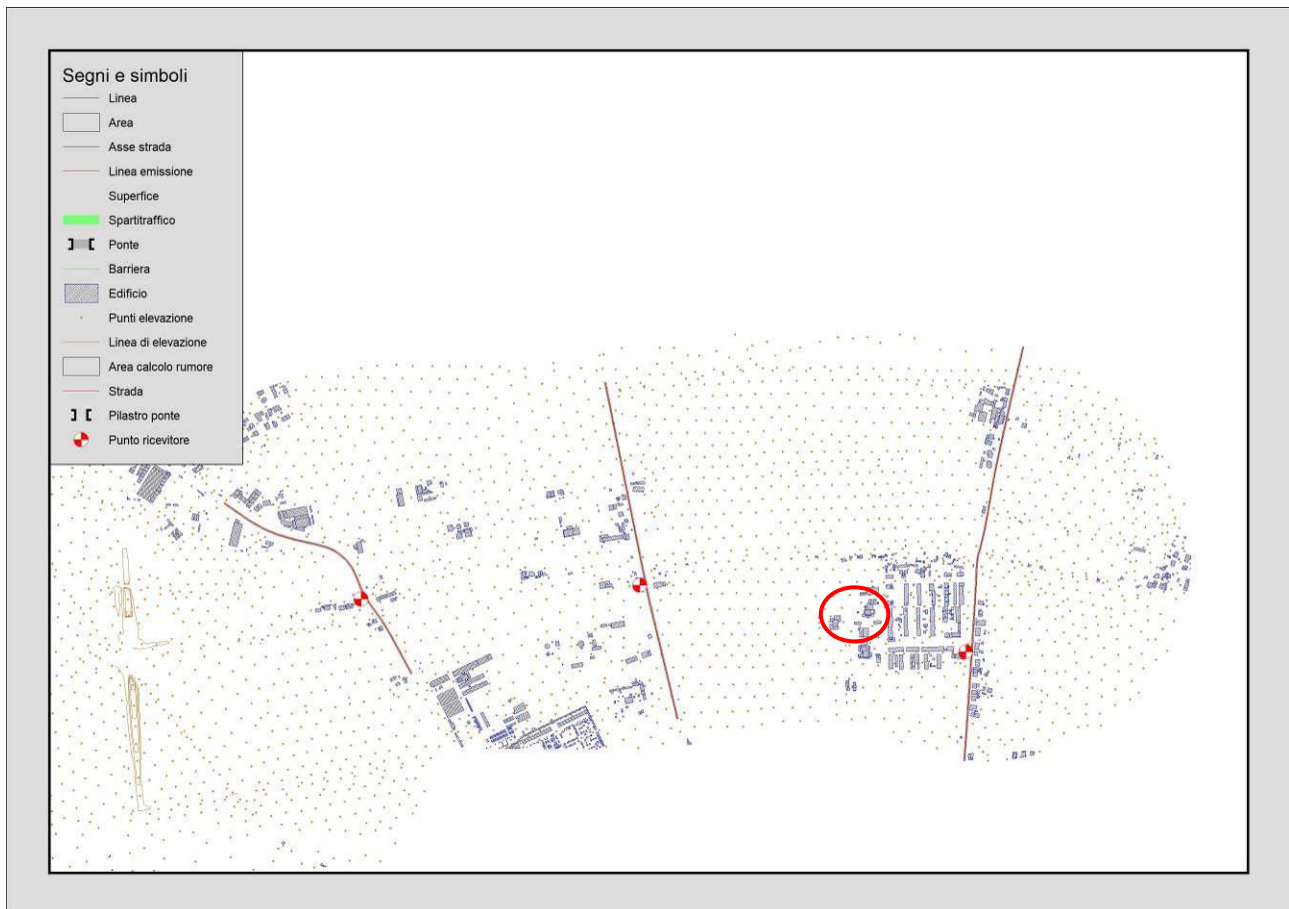
Onde evitare eventuali incoerenze e/o disallineamenti, le informazioni sull'edificato locale e sulle relative altezze, derivanti dalla cartografia ufficiale scaricata dal portale regionale, aggiornata al 2002, sono state infine verificate sulla base delle immagini più recenti rese disponibili dagli applicativi web cartografici (GoogleEarth/map, BingMaps e Ortofoto disponibili presso il portale cartografico della Regione Toscana in forma di WMS Server).

### Recettori

Il posizionamento dei recettori puntuali di calcolo è stato eseguito con una duplice finalità: alcuni recettori sono stati infatti posizionati esattamente in corrispondenza dei punti di monitoraggio sperimentale, al fine di permettere lo svolgimento, nel modo più accurato possibile, della fase di taratura del modello di simulazione, ovvero della fase di ricostruzione del dato sperimentalmente rilevato mediante tuning dei parametri di simulazione. I run modellistici di taratura per la ricostruzione dello stato attuale hanno utilizzato solo questi primi recettori di misura, mentre per la previsione dei livelli puntuali per tutta l'area immediatamente limitrofa ai tracciati di Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio, sulle quali si realizzeranno rispettivamente i nodi 3, 4 e 5 del tracciato della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa, sono stati posizionati ulteriori complessivi 360 recettori puntuali sulle diverse facciate ed ai diversi piani di tutti gli edifici prospicienti i tracciati stradali in esame. Di questi 360 recettori, 240 sono stati posizionati presso il quartiere I Passi, includendo in essi anche un sottoinsieme di 10 che possa essere rappresentativo dell'esposizione delle varie facciate della scuola materna e dell'infanzia di Via Galiani. Questa serie di recettori ha permesso di valutare i livelli di pressione acustica indotti dall'esercizio della corrente rete stradale nelle attuali condizioni viabilistiche, ovvero gravata dei flussi di traffico caratterizzati sperimentalmente in occasione dei rilievi acustici effettuati.

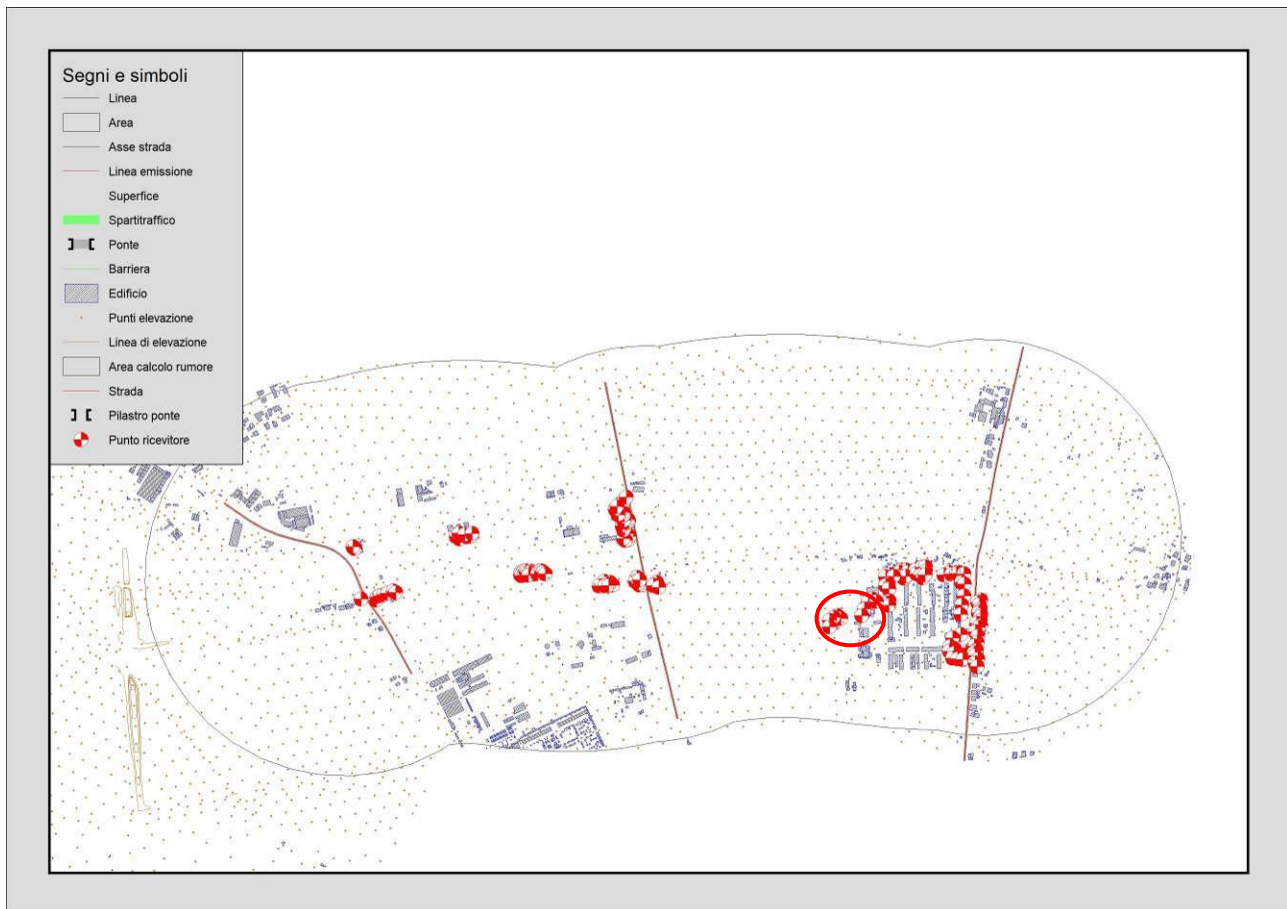
La seguente Figura 6 mostra il posizionamento dei recettori utilizzati per la fase di taratura delle simulazioni, mentre la successiva Figura 7 presenta la disposizione dei recettori puntuali di facciata che sono stati utilizzati per la verifica del rispetto dei limiti di legge per lo scenario ante operam, entro tutto il dominio di interesse.

Come già accennato, tra i recettori individuati è presente anche un sito da considerare come sensibile, costituito dall'edificio adibito a scuola materna e dell'infanzia, sito in Via Galiani. Questo recettore sensibile è individuato nelle seguenti Figura 6 e Figura 7 dal contorno in rosso.



**Figura 6 Posizionamento dei recettori per la fase di taratura delle simulazioni**





**Figura 7 Posizionamenti dei recettori di facciata per la previsione del clima acustico attuale**

### **Sorgenti acustiche allo stato attuale**

Uno dei punti maggiormente delicati per l'esecuzione di simulazioni acustiche è la corretta impostazione delle sorgenti emissive e, in particolare, del livello di pressione/potenza acustica caratteristico delle singole sorgenti. Nel caso in esame, le sorgenti utilizzate sono tutte di tipo stradale e la loro caratterizzazione emissiva può quindi avvenire per mezzo dell'impostazione dei flussi di traffico leggero/pesante che interessano i singoli tronchi stradali nei due periodi di riferimento (diurno e notturno) e delle relative velocità di percorrenza. Sulla base di tali dati di input il codice di calcolo SoundPlan 8.2 è in grado di determinare i livelli di potenza acustica emissiva dei singoli tronchi stradali utilizzando il metodo ufficiale francese "NMPB-Routes-96" (CERTU, Bruit des infrastructures routières – Méthode de calcul incluant les effets météorologiques – NMPB – Routes – 96 – Janvier 1997), espressamente previsto "ad interim" per i paesi, come l'Italia, sprovvisti di un proprio metodo nazionale (a meno del protocollo Cnossos, per il quale tuttavia è ancora in corso la fase di sperimentazione). Il metodo implementato in SoundPlan 8.2 deduce poi il dato di pendenza stradale, anch'esso richiesto in input dalla normativa di riferimento (NMPB Route 96), sulla base della discretizzazione orografica preliminarmente implementata. Ovviamente il metodo deve essere oggetto di taratura per la verifica della corretta ricostruzione di uno scenario reale caratterizzato sperimentalmente mediante tuning dei parametri di calcolo; non sarebbe certamente accettabile che un codice di simulazione possa infatti essere utilizzato per la previsione degli effetti acustici indotti da uno scenario futuro se non è già almeno in grado di ricostruire correttamente, ovvero entro accettabili limiti di accuratezza, uno scenario acusticamente noto e ben caratterizzato, lo stato attuale.

Per il caso in esame, i flussi di traffico utilizzati per le simulazioni acustiche allo stato ante operam lungo i tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, derivano dall'indagine sperimentale i cui risultati sono già stati illustrati nel precedente paragrafo 4.3.1. In particolare, per ciascuno dei tronchi stradali prospicienti i punti di monitoraggio sperimentale, sono stati impostati gli effettivi flussi bidirezionali di veicoli leggeri e pesanti rilevati contestualmente alle misure di rumore, provvedendo ad impostare anche una velocità di percorrenza di 50 km/h sia per i veicoli leggeri che per quelli pesanti, coincidente con il vigente

limite di velocità. A valle del procedimento di taratura delle simulazioni sullo scenario sperimentale, i parametri emissivi caratteristici della sorgente stradale non sono più stati modificati.

La tipologia di asfalto delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio è stata anche essa oggetto di calibrazione, ma adottando un'impostazione di asfalto standard, senza particolari caratteristiche acustiche, come si vedrà più in dettaglio nel prossimo paragrafo 4.3.3, si è già potuto ottenere un buon accordo con i dati sperimentali.

Per quanto riguarda il valore dei flussi di traffico in periodo notturno, non avendo a disposizione specifiche indicazioni sperimentali, si è scelto di utilizzare le indicazioni "qualitative" riportate nel Decreto del Presidente della Giunta Regionale della Toscana del 8 Gennaio 2014, n. 2/R, "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico).", Allegato 1 "Linee guida applicative per la predisposizione dei piani comunali di classificazione acustica", Appendice B "Procedure di misura per l'indagine qualitativa del rumore ambientale", Punto B2 "Infrastrutture stradali" – B2.1 "Criteri temporali", Tabella B1, che, per completezza, viene riportata qui di seguito (Figura 8).

Tipologia strada	Giorni di misura	Orario di misura	Correzione per $L_{Aeq}$ notturno *
Urbana o locale a basso traffico senza mezzi pesanti.	da lun. a sab.	dalle 9:00 alle 11:00	8 dB(A)
Di attraversamento o extraurbane con traffico medio con bassa percentuale di mezzi pesanti.	da lun. a sab.	dalle 10:00 alle 12:00	6 dB(A)
Extraurbane principali ad intenso traffico sia leggero che pesante, superstrade e autostrade.	da mar. a ven.	dalle 12:00 alle 15:00	5 dB(A)

*Nota \*:* L'ultima colonna riporta il fattore correttivo per ricavare il livello sonoro notturno da quello diurno misurato.

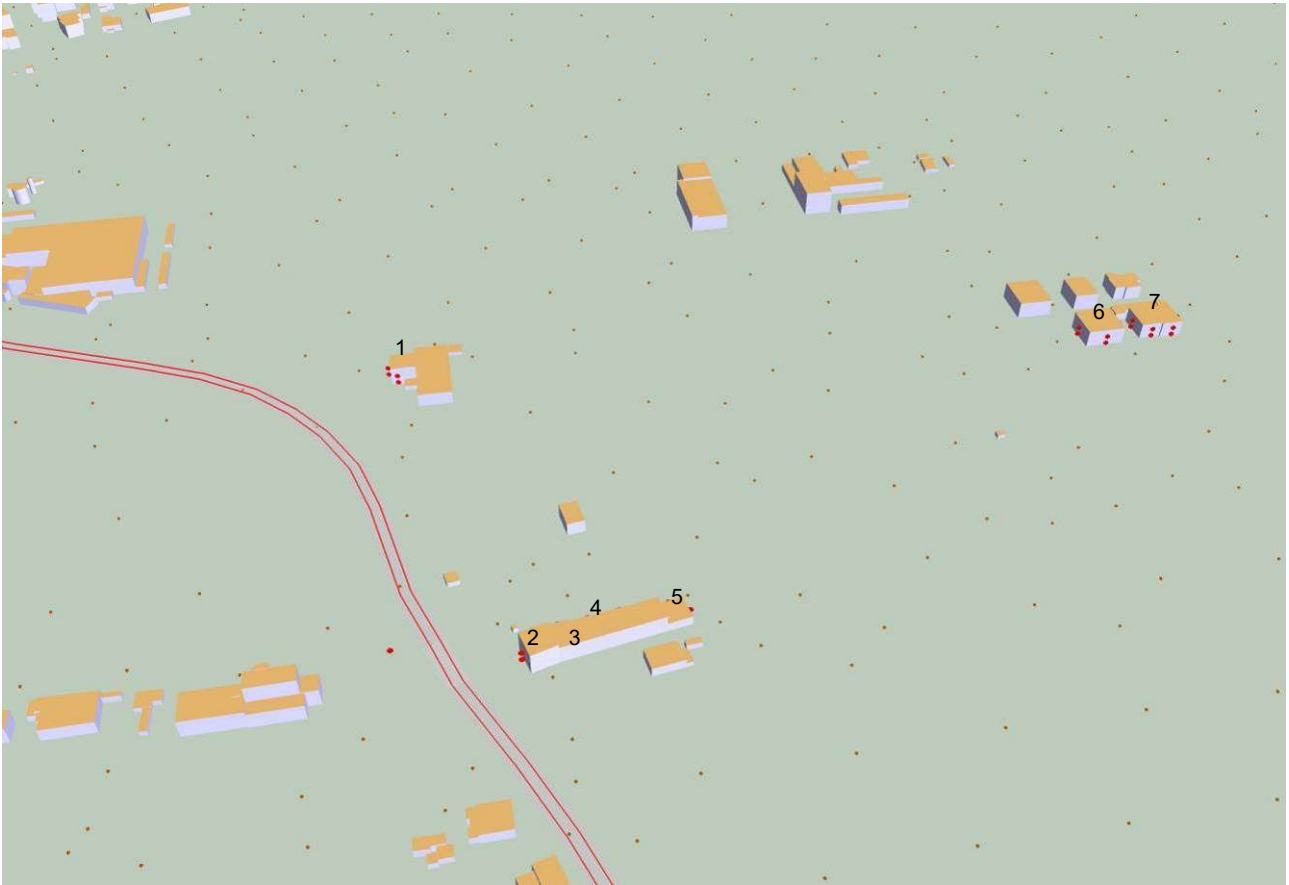
*Tabella B1:* Giorni e fascia oraria per lo svolgimento di misure acustiche qualitative, su diverse tipologie di strada.

**Figura 8 DPGR Toscana 08/01/2014, n. 2/R, Tabella B1 – indicazione "qualitativa" della differenza di livello di pressione acustica di periodo diurno/notturno per differenti tipologie di strada e di traffico**

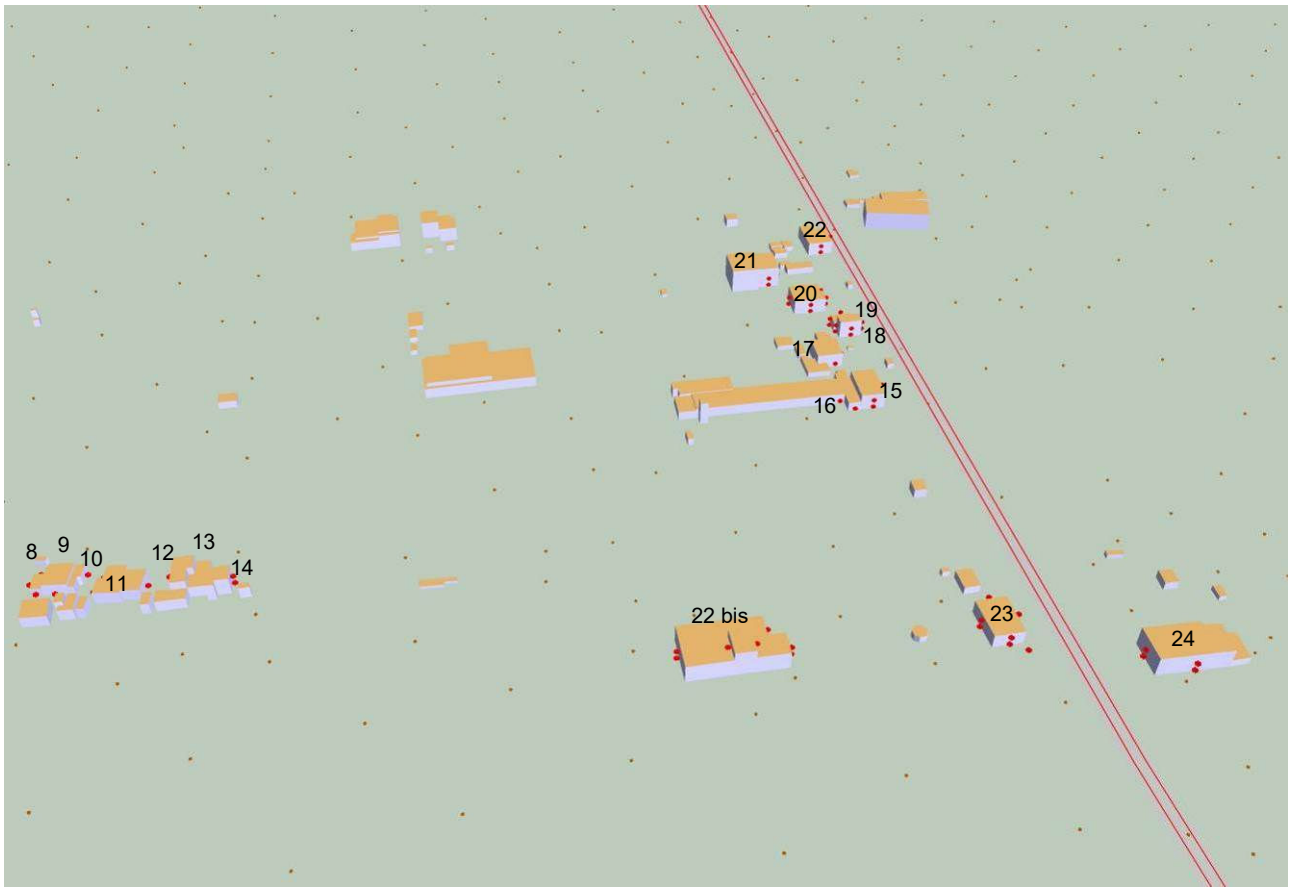
Da essa si può dedurre che, sulla base dei risultati di diverse analisi condotte su un gran numero di rilevamenti in continuo sul tempo a lungo termine in siti corrispondenti a varie categorie di infrastrutture, il livello equivalente di rumore di periodo notturno  $L_{Aeq,TL,notte}$  può essere dedotto "qualitativamente" da quello diurno  $L_{Aeq,TL,giorno}$ , come misurato sperimentalmente, applicando i fattori correttivi, in diminuzione, riportati nell'ultima colonna della Tabella B1, a seconda della tipologia di strada e della composizione del traffico che la interessa.

Nel caso specifico delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio (strade urbane o locali), interessate da traffico locale con limitata presenza di mezzi pesanti, è possibile ipotizzare "qualitativamente" che il livello equivalente di periodo notturno sia 8 dB(A) inferiore a quello rilevato sperimentalmente in periodo diurno. Tale riduzione corrisponde matematicamente ad una variazione percentuale del traffico di periodo notturno del 15.8% rispetto a quello di periodo diurno.

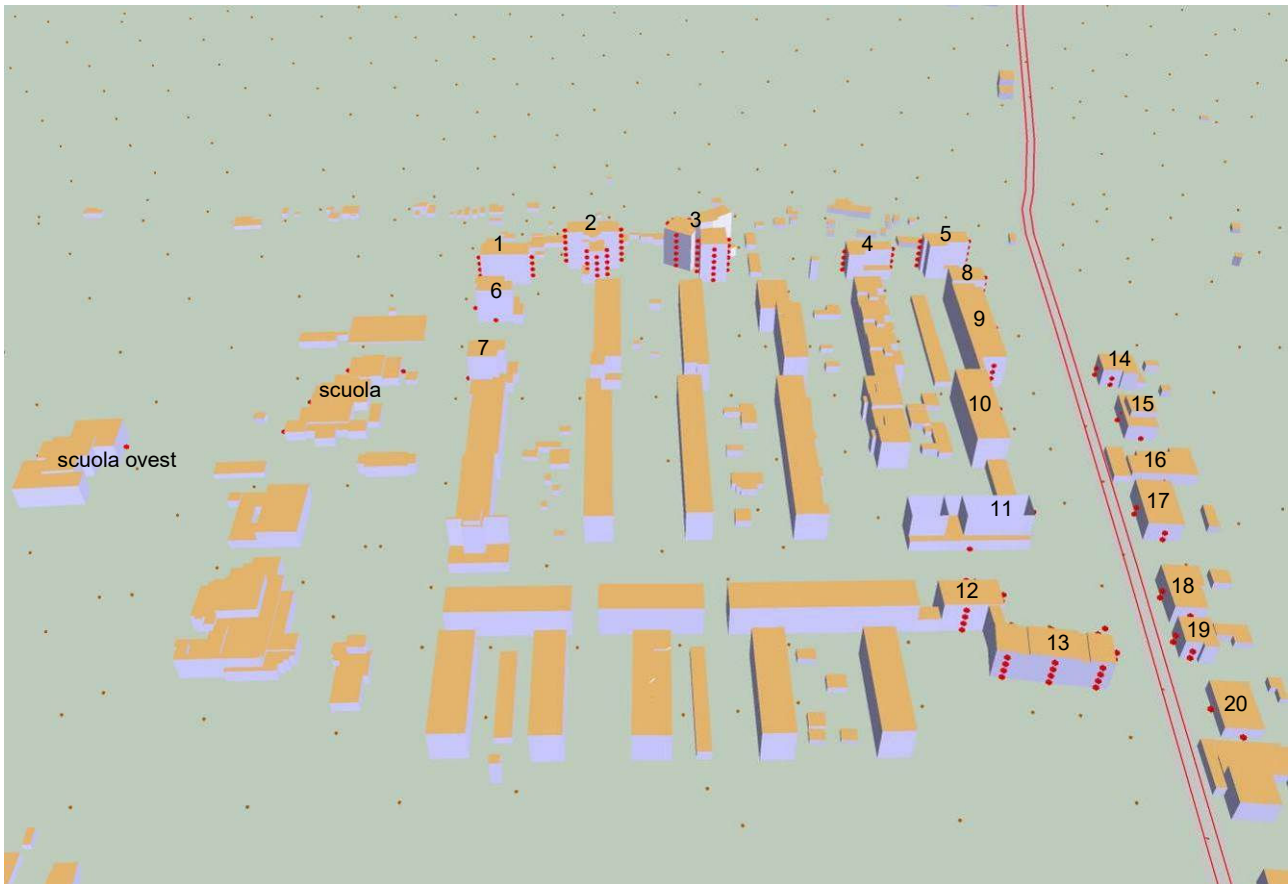
In definitiva l'analisi dell'area di interesse e delle sue caratteristiche urbanistiche ed orografiche, ha portato alla rappresentazione del dominio di simulazione (modello concettuale), per lo scenario di taratura ed ante operam, rappresentato in una simulazione 3D nelle seguenti Figura 9, Figura 10 e Figura 11. In tali figure è anche indicata la nomenclatura degli edifici recettori al fine di facilitare la lettura delle tabelle finali di simulazione per i recettori puntuali di facciata ed ai vari piani degli edifici stessi.



**Figura 9** Rappresentazione 3D della parte Occidentale del dominio di simulazione (nodo 3 – Via Piereasantina)



**Figura 10** Rappresentazione 3D della parte centrale del dominio di simulazione (nodo 4 – Via San Jacopo)



**Figura 11 Rappresentazione 3D della parte orientale del dominio di simulazione – Quartiere I Passi (nodo 5 – Via XXIV Maggio)**

Nel seguito, ora che si sono completamente definiti i dettagli del dominio e delle impostazioni di simulazione per lo scenario ante operam, si presenteranno dapprima i risultati della fase di taratura del codice di simulazione, onde raggiungere una sufficiente accuratezza nella ricostruzione dei dati di  $L_{eq}$  rilevati sperimentalmente e, successivamente, si procederà all'esecuzione di un run modellistico per la caratterizzazione, sia in termini di livello ai recettori (ogni piano di ciascuna facciata di tutti gli edifici residenziali individuati entro l'area di interesse) che di mappatura delle curve di isolivello, del clima acustico che attualmente interessa i recettori presenti in prossimità dell'area ove verrà realizzato il lotto 3-5 della tangenziale Nord-Est di Pisa.

#### **4.3.3 Verifica di accuratezza del codice di calcolo**

Sulla base del modello concettuale descritto nel precedente paragrafo 4.3.2, è stata condotta l'attività di taratura del codice di simulazione sullo scenario attuale, come caratterizzato sperimentalmente in termini sia di livelli acustici ai recettori (punti di misura), sia di flussi di traffico in transito lungo i tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, rilevati contestualmente alle misure di rumore nei punti già illustrati nella precedente Figura 6.

La messa a punto di alcuni parametri di calcolo, costituiti essenzialmente dalla velocità di percorrenza dei mezzi leggeri e pesanti lungo i vari tratti stradali prospicienti i diversi punti di monitoraggio, ha permesso di arrivare ad una soddisfacente ricostruzione, da parte del codice di calcolo, dei livelli acustici rilevati sperimentalmente nei vari punti di monitoraggio (§ precedente Figura 6 e Tabella 1), pur lasciando inalterati i flussi di traffico, impostati sui valori rilevati sperimentalmente sia per i mezzi leggeri che per quelli pesanti (§ ancora precedente Tabella 1). La seguente Tabella 2 mostra il confronto tra i dati rilevati sperimentalmente e quelli ricostruiti dal codice di calcolo a valle della procedura di calibrazione, unitamente alla differenza tra i due livelli.



Le impostazioni definitive dei parametri di calcolo sono già state illustrate nell'ambito della descrizione del modello concettuale di discretizzazione del dominio di simulazione (§ precedente paragrafo 4.3.2).

**Tabella 2 Fase di taratura del codice di calcolo sullo stato attuale – Confronto misurato/simulato**

Punto di misura	Livelli simulati		Livelli misurati	Differenza
	Periodo diurno	Periodo notturno		
Punto nodo 3	62.6	54.9	62.3	0.3
Punto nodo 4	61.3	52.9	61.0	0.3
Punto scuola I Passi	59.9	52.0	59.5	0.4

Come si può osservare, il fitting simulato/misurato appare soddisfacente, rendendo il codice di calcolo così tarato adeguato per la simulazione, entro accettabili livelli di accuratezza, dei livelli di pressione acustica indotti ai recettori nella configurazione ante operam per tutto il dominio di interesse.

#### **4.3.4 Simulazioni acustiche per lo scenario attuale**

Utilizzando, senza ulteriori modifiche ai parametri di calcolo, il codice di simulazione così tarato, è stato quindi possibile passare alla fase di previsione dei livelli di pressione acustica che interessano i 360 recettori individuati per ciascun piano, di ciascuna facciata esposta, dei vari edifici prospicienti gli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio (§ precedente Figura 7 per il posizionamento planimetrico dei recettori e da Figura 9 a Figura 11 per la relativa nomenclatura).

Per quanto riguarda la discretizzazione del dominio (quote altimetriche/orografia ed edifici) e la caratterizzazione delle sorgenti (volumi di traffico e velocità di percorrenza dei tratti), come pure per la ricostruzione del modello digitale del terreno (§ precedente Figura 5), si può fare riferimento a quanto già esposto nel precedente paragrafo 4.3.2.

Si tenga presente che le simulazioni effettuate trascurano completamente gli effetti di ogni altra sorgente eventualmente presente entro l'area di indagine diversa da quella connessa all'esercizio, nelle attuali condizioni di traffico come rilevate sperimentalmente, dei tracciati delle citate Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio. Conseguentemente i livelli simulati possono essere confrontati direttamente con i limiti di immissione previsti dal D.P.R. 142/2004 per il rumore generato da infrastrutture stradali esistenti di tipo Cb o E (strada extraurbana secondaria a carreggiate non separate, oppure strada urbana di quartiere) a seconda del tratto considerato. Per comodità, tali limiti saranno individuati nei valori più restrittivi tra quelli relativi alle due tipologie, ovvero quelli riferiti a strade urbane di quartiere (tipo E): in questo caso, in assenza di recettori sensibili, entro una fascia di pertinenza acustica di ampiezza pari a 30 m, all'interno della quale sorgono molti degli edifici recettori individuati, i limiti risultano definiti conformemente a quanto previsto dalle vigenti zonizzazioni acustiche comunali, ovvero per la classe IV di intensa attività umana (55/65 dB(A) rispettivamente per il periodo notturno e diurno), che contorna tutte e tre le arterie stradali simulate (§ precedente Figura 1).

Le seguenti mappe (Figura 12 e Figura 13) (non riportate in scala) mostrano l'andamento delle isolinee di livello di pressione acustica rispettivamente per i periodi di riferimento diurno e notturno, come risultanti dalle simulazioni eseguite per lo scenario ante operam, lungo gli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio.

In Allegato 3 si riporta invece la tabella complessiva dei livelli di pressione acustica previsti per i vari piani, delle differenti facciate esposte, di tutti i recettori presi in considerazione; per la localizzazione planimetrica degli edifici recettore si può fare riferimento alla precedente Figura 7, mentre la nomenclatura è illustrata nelle immagini da Figura 9 a Figura 11. Facendo riferimento ai limiti di legge poco sopra citati (ex D.P.R. 142/2004 e/o vigenti zonizzazioni), i livelli evidenziati in rosso rappresentano i superamenti dei limiti stessi.

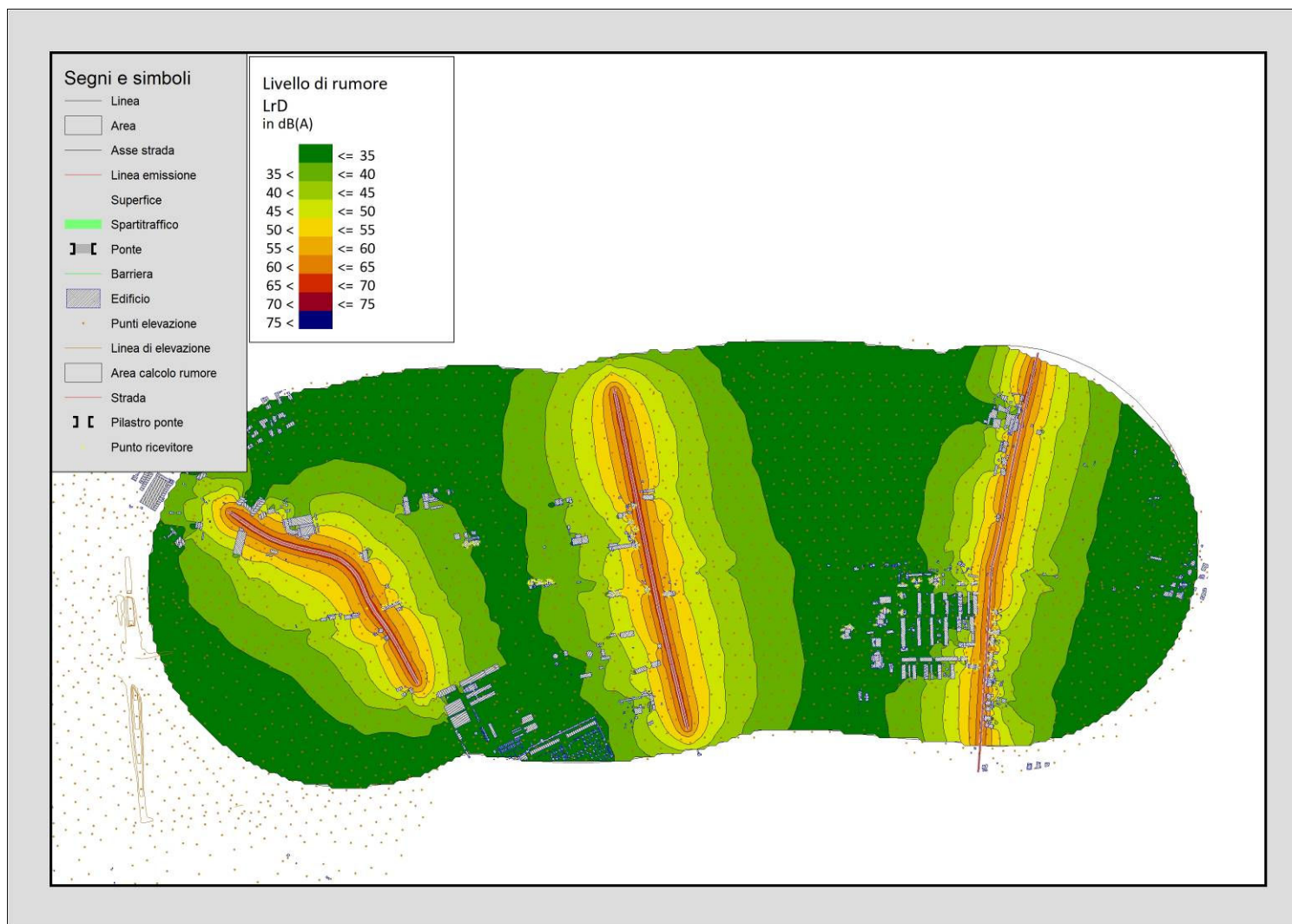


Figura 12 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo senario ante operam in periodo diurno

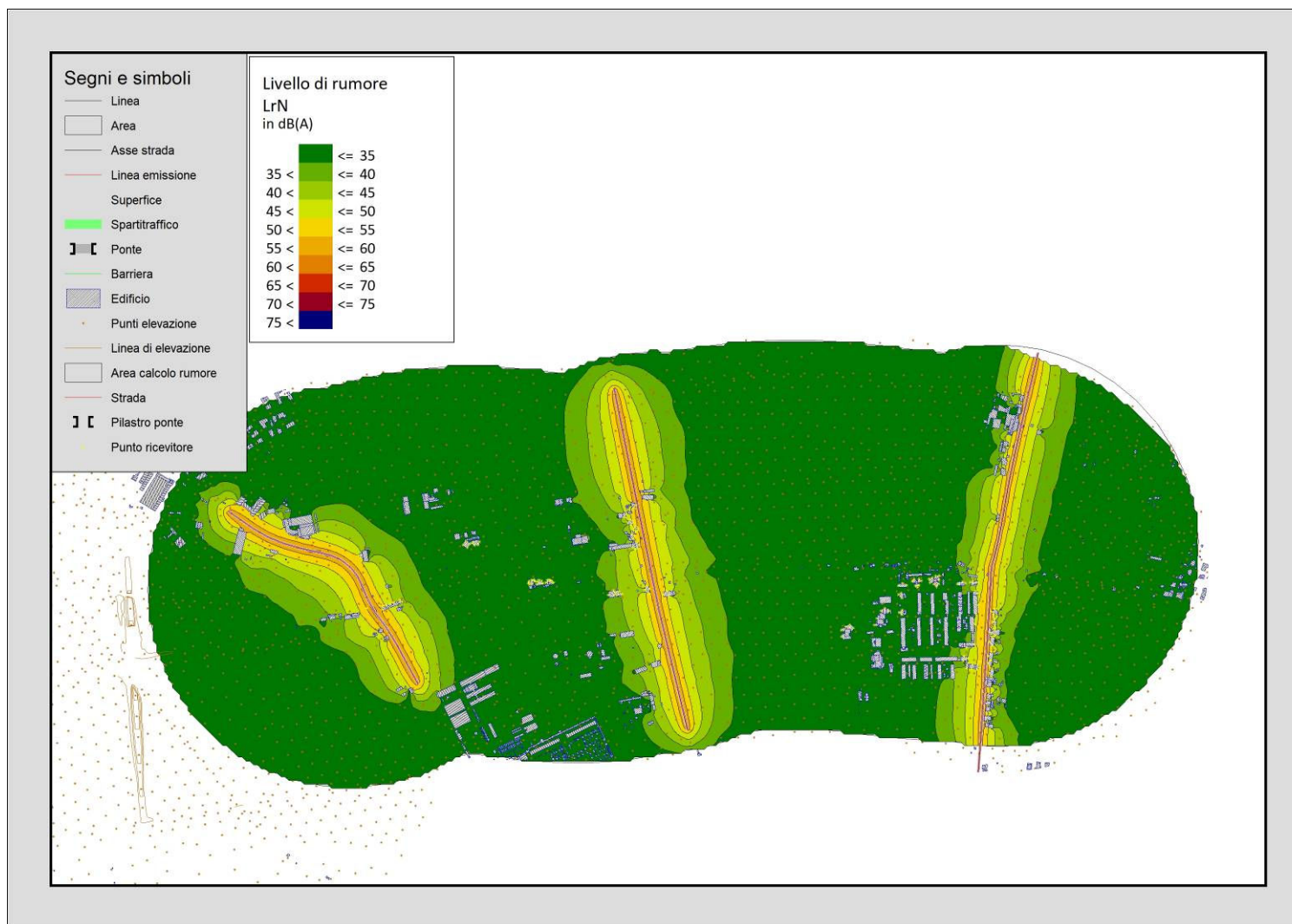


Figura 13 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario ante operam in periodo notturno



Si osservi che solo alcuni degli edifici residenziali tra tutti quelli discretizzati sono interessati da livelli di pressione acustica prevista superiori a 65 dB(A), per il periodo diurno, ed a 55 dB(A), per quello notturno, corrispondenti, in assenza di recettori sensibili, ai limiti assoluti di immissione per rumore stradale previsti dal D.P.R. 142/2004 entro la fascia di pertinenza (ampiezza pari a 30 m dal ciglio stradale, da ambo i lati) di infrastrutture stradali di tipologia E - strade urbane di quartiere, ovvero per la classificazione delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio che prevede limiti di immissione maggiormente restrittivi; in questo caso i limiti risultano quindi conformi a quelli previsti dalla vigente zonizzazione acustica che, per le zone di interesse, classifica il territorio come aree di intensa attività umana (classe IV). Tranne uno (recettore 2 lungo Via Pietrasantina, con un superamento dei limiti di periodo notturno di soli 0.3 dB(A)), tutti i recettori interessati dai superamenti sono localizzati essenzialmente lungo il tracciato del tronco di Via San Jacopo a Nord della futura rotonda del nodo 4 della tangenziale di Pisa ed immediatamente a bordo strada: per la stragrande maggioranza di essi tuttavia (recettori 18 - facciata Est, 19 - facciata Est e 23 - facciata Est) i superamenti sono evidenziati per solo periodo notturno e limitati al massimo a 1.3 dB(A) (recettore 18 - facciata Est - primo piano); solo per il recettore 22 (facciata Est) si rileva un superamento più consistente e sia per il periodo diurno che per quello notturno.

Per quanto riguarda i recettori del quartiere I Passi, possono essere evidenziati superamenti dei limiti di legge di classe IV, compresi tra 0.3 e 1.1 dB(A) in periodo diurno e tra 1.3 e 3.2 dB(A) in periodo notturno, ma solo per alcuni di quelli immediatamente limitrofi al tracciato di Via XXIV Maggio, lungo il suo lato orientale (recettori 14 - facciata Ovest (solo periodo notturno), 17 - facciata Ovest, 18 - facciata Ovest e 19 - facciata Ovest).

Il recettore sensibile costituito dagli edifici della scuola materna e dell'infanzia di Via Galiani mostra invece livelli di pressione acustica ben al di sotto dei limiti di legge.

La situazione acustica dei recettori limitrofi agli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, nella zona ove si prevede di realizzare il lotto 3-5 della tangenziale Nord-Est di Pisa, appare quindi sostanzialmente congrua agli usi del territorio attualmente in essere, a meno di alcuni occasionali superamenti dei limiti di legge, spesso di limitata entità, rilevabili in corrispondenza di recettori particolarmente vicini ai tracciati stradali.

#### **4.4 Simulazioni per lo scenario di progetto (post operam)**

In questo paragrafo, sulla base del modello concettuale per lo stato post operam illustrato nel successivo paragrafo 4.4.1, si procederà alla presentazione dei risultati delle simulazioni, effettuate in termini di livelli di pressione acustica ai recettori individuati, e con una rappresentazione in forma di mappa delle linee di isolivello, del clima acustico che interessa sia le aree immediatamente limitrofe agli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, che intersecheranno la nuova viabilità in progetto, sia le zone circostanti il nuovo tracciato, di cui si tratta, del lotto 3-5 della tangenziale Nord-Est di Pisa, che, in questa zona, corre pressoché parallelo al Fiume Morto Nuovo (§ paragrafo 4.4.2).

La mappatura dei livelli acustici così prodotta permetterà di individuare le aree dove si possono eventualmente prevedere superamenti dei limiti di legge e per le quali dovrà quindi essere predisposto uno specifico studio di mitigazione (§ successivo paragrafo 4.5).

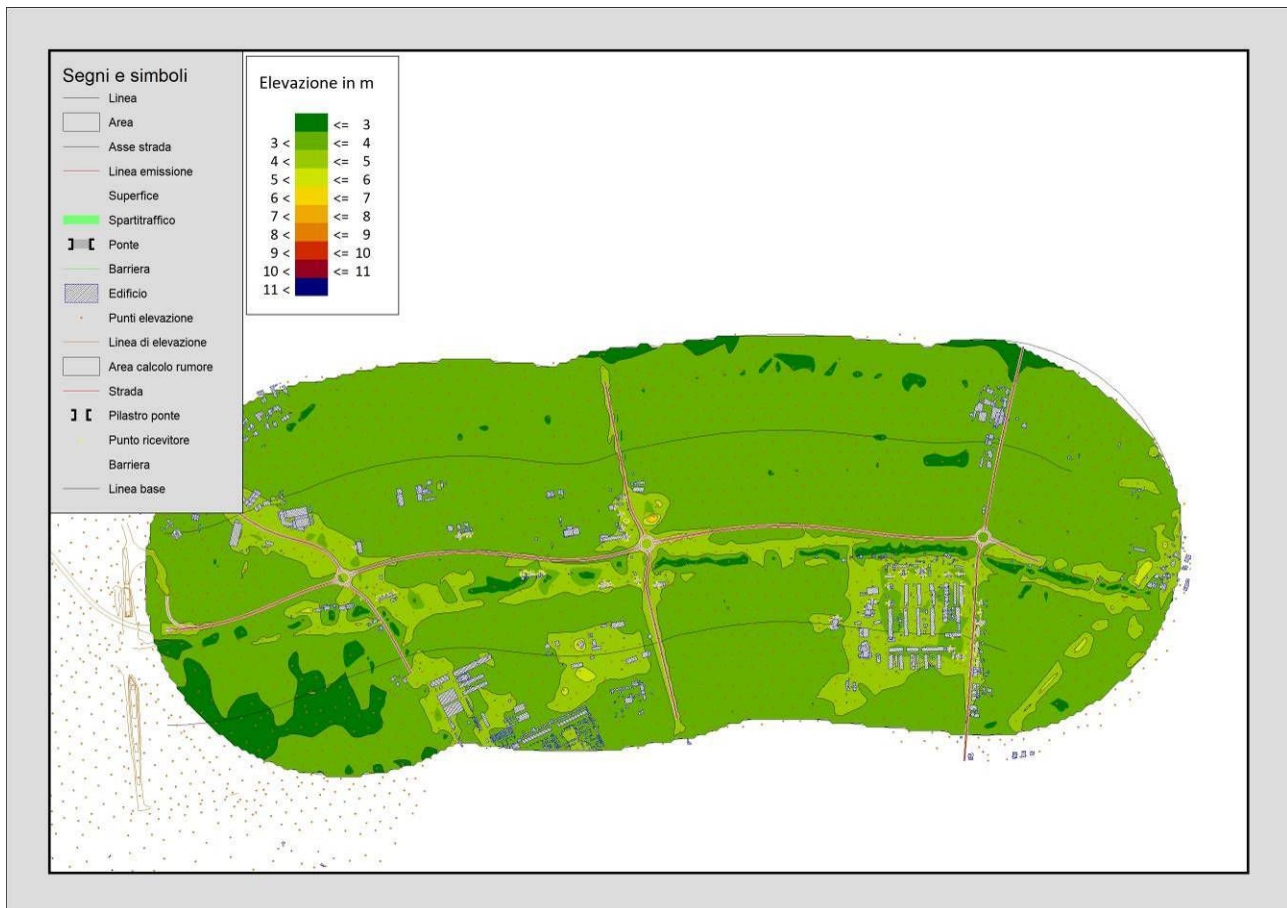
##### **4.4.1 Modello concettuale per lo scenario di progetto (post operam)**

Per la rappresentazione matematica del dominio di calcolo in configurazione post operam, si è fatto ricorso alla seguente schematizzazione.

##### **Orografia**

La definizione del modello digitale di elevazione del terreno è stata condotta utilizzando la cartografia liberamente disponibile on line nel sito della Regione Toscana, all'indirizzo <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>, presso il portale cartografico regionale denominato "Geoscopio". In particolare sono state utilizzate le coperture, in formato shape file, delle curve di livello e dei punti quotati, che hanno permesso di descrivere in estremo dettaglio le variazioni altimetriche dell'area immediatamente circostante quella che sarà occupata dalla nuova infrastruttura stradale di cui si tratta. Le curve di livello sono rappresentate ad intervalli altimetrici di 2 m una dall'altra, mentre per ciascun punto quotato il livello è espresso in metri, con precisione alla seconda cifra decimale (centimetri).

Per il dominio di interesse, limitato ad un'area ampia 500 m da ambo i lati della nuova infrastruttura stradale, le coperture delle curve di livello e dei punti quotati sono state poi convertite in formato di interscambio di AutoCAD (file .DXF) per permetterne l'importazione diretta nel modulo cartografico del codice di calcolo. La seguente Figura 14 (non riportata in scala) mostra la ricostruzione del modello digitale del terreno effettuata utilizzando appunto il modulo cartografico del codice di simulazione SoundPlan 8.2.



**Figura 14 Ricostruzione dell'orografia del dominio di calcolo per lo scenario di progetto**

Come si può immediatamente notare, i dislivelli altimetrici che interessano l'area in esame sono limitati a pochi metri (2-4 m), benchè siano chiaramente identificabili la lieve sopraelevazione dei tracciati stradali attuali ed un livello altimetrico generale lievemente depresso rispetto alla media dell'alveo del Fiume Morto. Il progetto della nuova infrastruttura stradale, da realizzarsi in lieve rilevato rispetto al piano campagna, è riportato in sovrapposizione all'orografia in Figura 14 e prevede diversi innesti sulla viabilità preesistente.

Alla luce dei limitati dislivelli altimetrici rilevati entro l'area di interesse, si possono già ritenere pressoché trascurabili eventuali fenomeni di schermatura da parte dell'orografia.

In Figura 14 sono evidenziate anche le tracce dei principali edifici presenti entro l'area di interesse che invece possono costituire potenziali schermature acustiche.

### Edifici

Anche in riferimento alla discretizzazione degli edifici presenti entro l'area di interesse, già illustrati nella precedente Figura 14, si è fatto ricorso alla cartografia on line disponibile, sempre in formato shape file, presso il sito web della Regione Toscana, al già citato portale cartografico ("Geoscopio"). Dalle coperture originarie scaricate dal sito regionale, sono stati selezionati, ed inseriti nel modello concettuale di simulazione, tutti gli edifici presenti entro una distanza di 500 m, da ambo i lati, del tracciato della nuova infrastruttura stradale in progetto. Nel DataBase associato alle coperture degli edifici sono inoltre presenti le informazioni relative alla quota altimetrica della base e del colmo di ciascuna feature della copertura: da tali informazioni è stato possibile ricavare, per semplice differenza, la reale altezza dei singoli edifici. Come per

la traccia al suolo, anche il dato di altezza degli edifici è stato poi convertito in formato di interscambio di AutoCAD per la successiva importazione nel modulo cartografico del codice di simulazione (SoundPlan 8.2). In definitiva tutti gli edifici presenti entro l'area di interesse sono stati quindi discretizzati, con le relative altezze reali, ed inseriti nel modello concettuale utilizzato dal codice di simulazione.

Onde evitare eventuali incoerenze e/o disallineamenti, le informazioni sull'edificato locale e sulle relative altezze, derivanti dalla cartografia ufficiale scaricata dal portale regionale, aggiornata al 2002, sono state infine verificate sulla base delle immagini più recenti rese disponibili dagli applicativi web cartografici (GoogleEarth/map, BingMaps e Ortofoto disponibili presso il portale cartografico della Regione Toscana in forma di WMS Server).

### **Recettori**

Per lo scenario di simulazione post operam, è stato ritenuto significativo utilizzare esattamente gli stessi recettori già individuati in precedenza per lo scenario ante operam (§ precedente paragrafo 4.3.2 e Figura 7). Tale scelta permette di ottenere un duplice vantaggio: anzitutto è possibile effettuare un confronto diretto tra le configurazioni ante operam e post operam, ovvero valutare le variazioni di clima acustico indotte dalla realizzazione del progetto del lotto 3-5 della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa.

Inoltre, a valle della preliminare ricostruzione della mappa dei livelli di pressione acustica generati dal futuro esercizio della nuova infrastruttura stradale in esame, in assenza di opere di mitigazione, ovvero dopo la preliminare esecuzione del run modellistico i cui risultati sono illustrati nel successivo paragrafo 4.4.2, questi stessi recettori si sono rivelati quelli maggiormente esposti alle emissioni stradali indotte sia dagli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, che del nuovo tracciato del lotto 3-5 della tangenziale Nord-Est di Pisa, potendo quindi essere comodamente utilizzati anche per la successiva eventuale procedura di ottimizzazione delle opere di mitigazione, essenzialmente costituite da barriere acustiche stradali.

La necessità del posizionamento dei recettori puntuali deriva, nel caso in esame, dal fatto che il procedimento previsionale iterativo utilizzato per l'ottimizzazione del posizionamento e dell'altezza, tronco per tronco, delle barriere acustiche necessita l'individuazione di punti ove verificare il raggiungimento del livello di pressione acustica obiettivo, ovvero per predisporre l'arresto del procedimento iterativo di calcolo al raggiungimento del rispetto dei limiti di legge per tutti i recettori puntuali presi in considerazione.

Ovviamente nel gruppo di recettori puntuali individuati per tale scopo, vanno inclusi anche tutti gli eventuali recettori sensibili: nel caso specifico, entro l'area di interesse è presente uno di questi recettori, costituito dagli edifici utilizzati dalla scuola materna e dell'infanzia di Via Galiani, al quartiere I Passi, di cui si è già discusso nel precedente paragrafo 4.3.2 in merito ai recettori puntuali di calcolo individuati per le simulazioni allo stato ante operam.

### **Tracciato di progetto**

Il tracciato effettivo della nuova infrastruttura stradale di cui si tratta è stato derivato dagli elaborati progettuali ed è stato importato direttamente nel sistema SoudPlan per mezzo di un file di interscambio di AutoCAD (.DXF) appositamente predisposto.

### **Sorgenti acustiche connesse all'esercizio della nuova infrastruttura**

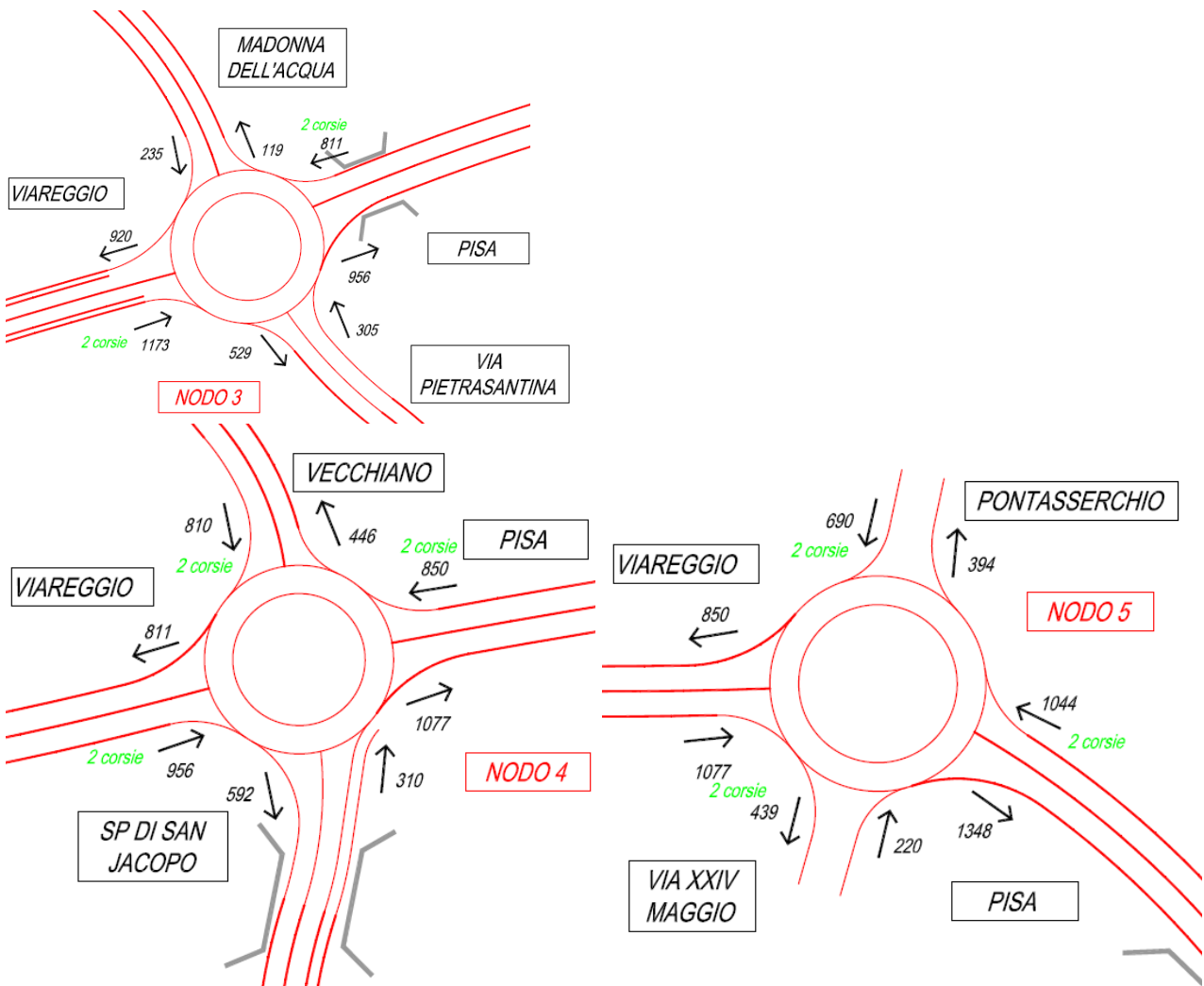
Uno dei punti maggiormente delicati per l'esecuzione di simulazioni acustiche è la corretta impostazione delle sorgenti emmissive e, in particolare, del livello di pressione/potenza acustica caratteristico delle singole sorgenti. Nel caso in esame, le sorgenti utilizzate sono tutte di tipo stradale e la loro caratterizzazione emmissiva può quindi avvenire per mezzo dell'impostazione dei flussi di traffico leggero/pesante che interessano i singoli tronchi stradali nei due periodi di riferimento (diurno e notturno) e delle relative velocità di percorrenza. Sulla base di tali dati di input, il codice di calcolo SoundPlan 8.2 è in grado di determinare i livelli di potenza acustica emmissiva dei singoli tronchi stradali utilizzando il metodo ufficiale francese "NMPB-Routes-96" (CERTU, Bruit des infrastructures routières – Méthode de calcul incluant les effets météorologiques – NMPB – Routes – 96 – Janvier 1997), espressamente previsto "ad interim" per i paesi, come l'Italia, sprovvisti di un proprio metodo nazionale (a meno del protocollo Cnossos, per il quale tuttavia è ancora in corso la fase di sperimentazione). Il metodo implementato in SoundPlan 8.2 deduce poi il dato di pendenza stradale, anch'esso richiesto in input dalla normativa di riferimento (NMPB Route 96), sulla base della discretizzazione orografica preliminarmente implementata.

Per il caso in esame, i flussi di traffico utilizzati per le simulazioni acustiche derivano da uno specifico studio viabilistico che ha permesso di ottenere, per ciascun tronco/rotatoria in progetto, il numero di veicoli trasportisticamente equivalenti che interessa il tracciato nell'ora di punta (tra le 7.00 e le 9.00 del mattino).

Dato che l'approccio acustico normalmente adottato per la definizione del peso relativo dei veicoli pesanti rispetto a quelli leggeri nella determinazione del numero di veicoli equivalenti è significativamente differente da quello adottato nel campo della modellistica dei sistemi di trasporto (1 veicolo pesante = 2 veicoli leggeri), in questo studio si è scelto di considerare il dato equivalente originariamente fornito dallo studio viabilistico come flusso di traffico complessivo e cautelativamente ipotizzare che una frazione pari al 10% di esso sia costituito da veicoli pesanti. Pur costituendo una sovrastima, un simile approccio permette di mantenere un margine di sicurezza a favore dei recettori esposti. Inoltre la percentuale adottata di mezzi pesanti rispetto al totale, appare in linea con quanto rilevato sperimentalmente nel corso del monitoraggio acustico e contestuale conteggio del traffico eseguito per la fase di taratura del codice di calcolo: i conteggi sperimentali condotti nel corso del mese di Maggio 2020 mostrano infatti una frazione di mezzi pesanti dell'ordine del 5% che tuttavia potrebbe essere lievemente inferiore al dato caratteristico d'area a causa della fase di parziale limitazione dei trasporti causata dall'emergenza COVID-19 in vigore nel periodo dei rilievi.

La previsione dei volumi equivalenti di traffico utilizzata è proiettata all'anno 2038, ipotizzando un tempo di vita dell'infrastruttura di almeno 20 anni dall'avvio della sua realizzazione.

La seguente Figura 15 mostra le portate alle rotatorie, da cui, moltiplicando per 0.9, possono essere determinati i flussi di traffico veicolare equivalente proiettato al 2038 per l'ora di punta (tra le 7.00 e le 9.00 del mattino) derivanti dallo studio viabilistico di riferimento per il progetto in esame.



**Figura 15** Flussi diurni di traffico (in veicoli equivalenti) che interessano i tronchi stradali e le rotatorie in esame

Si osservi che, sulla base delle indicazioni contenute nello studio del traffico, il coefficiente di ragguglio tra il valore di flussi di traffico dell'ora di punta ed il TGM è approssimabile a 0.11, permettendo quindi la

determinazione di un TGM compreso tra circa 14500 (dati relativi al tronco nodo 3/nodo 4) e 15800 (dati relativi al tronco nodo 4/nodo 5) passaggi/giorno sulla nuova viabilità.

Per quanto riguarda il valore dei flussi di traffico in periodo notturno che potranno interessare il nuovo tracciato della tangenziale Nord-Est di Pisa, non avendo a disposizione specifiche indicazioni previsionali dallo studio trasportistico, sulla base di informazioni di letteratura esso è stato stimato in un valore pari al 30 % dei flussi diurni.

Per le Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio (strade urbane o locali), interessate da traffico locale con limitata presenza di mezzi pesanti, i flussi di traffico di periodo notturno, in assenza di specifiche indicazioni, sono stati invece stimati adottando lo stesso approccio già illustrato nel precedente paragrafo 4.3.2, in riferimento alla caratterizzazione delle sorgenti stradali per lo scenario ante operam, ovvero ipotizzando "qualitativamente" (ex DPGR Toscana 08/01/2014, n. 2/R, Tabella B1, § precedente Figura 8) che il livello equivalente di periodo notturno sia ancora 8 dB(A) inferiore rispetto a quello prevedibile in periodo diurno. Anche in questo caso si è quindi adottata una riduzione percentuale del traffico di periodo notturno pari al 15.8% rispetto al periodo diurno.

Dal punto di vista della definizione delle caratteristiche fonoassorbenti dell'asfalto che si prevede di utilizzare per la realizzazione dell'opera di cui si tratta, si è ipotizzato che per la nuova viabilità si adotti un materiale di rotolamento con buone caratteristiche sia drenanti che acustiche, al passo con quanto attualmente disponibile sul mercato. Tuttavia, a fronte di indicazioni dei fornitori riguardo abbattimenti acustici dei migliori prodotti fino a valori dell'ordine di 5-6 dB, si è scelto di impostare a 3 dB il livello di fono assorbimento del materiale di finitura del manto stradale, anche tenendo conto del fatto che, come indicato da diversi studi di settore, col passare del tempo, le caratteristiche acustiche dei materiali più prestazionali tendono a degradare, portando quindi ad un riallineamento delle relative prestazioni acustiche a livello dei materiali più commerciali.

Per la viabilità afferente i nodi 3 (Via Pietrasantina), 4 (Via San Jacopo) e 5 (Via XXIV Maggio), si sono invece mantenute le stesse impostazioni di tipologia di asfalto già utilizzate per le simulazioni nello scenario ante operam, ovvero normale asfalto in conglomerato bituminoso senza particolari caratteristiche acustiche.

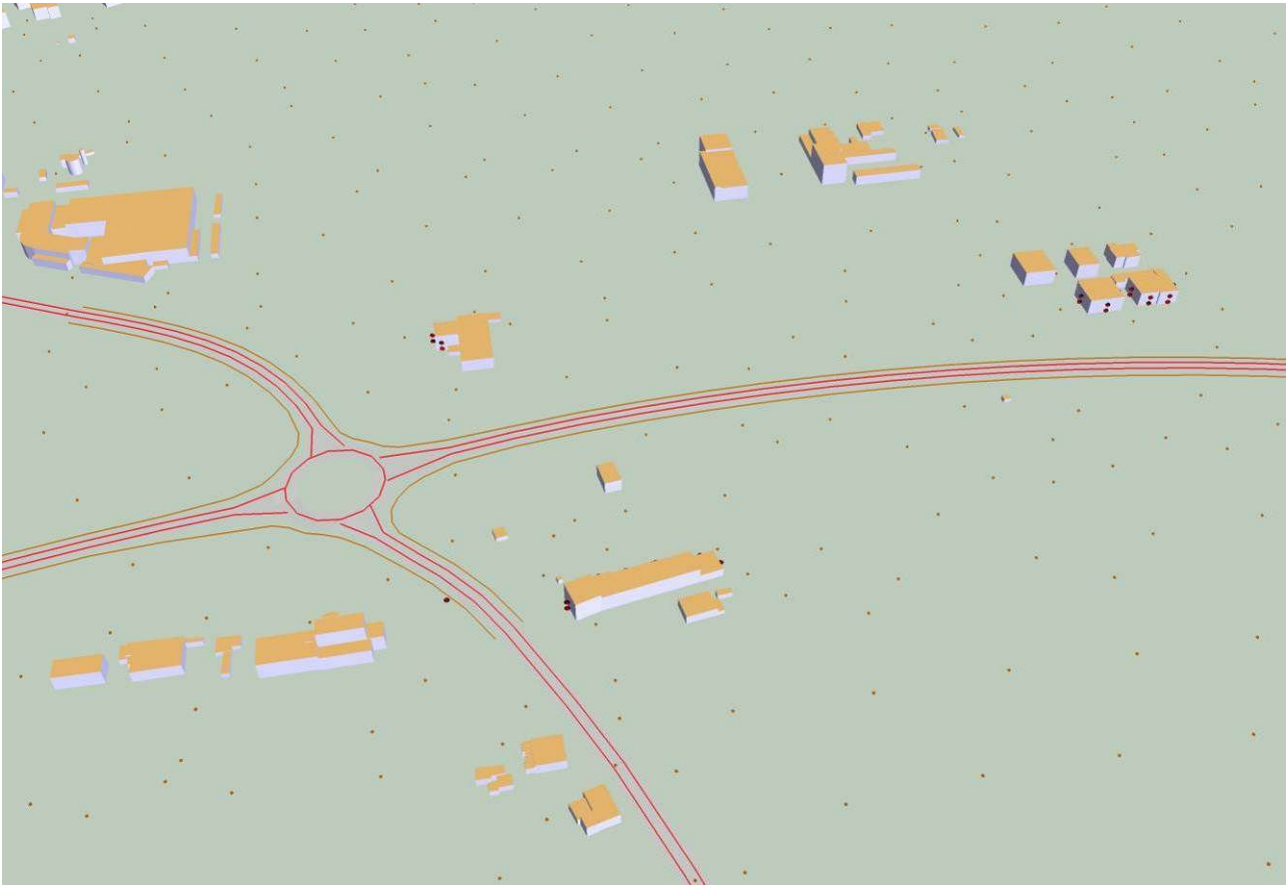
Le velocità di percorrenza dei singoli tronchi/rotatorie, sono state infine fissate in funzione dei limiti imposti dal codice della strada o da ipotesi di buon senso, ovvero:

- Per tutte le rotatorie: 50/30 km/h per mezzi leggeri/pesanti (circolazione antioraria a senso unico)
- Per i primi 50 m in prossimità di ciascun imbocco di tutte le rotatorie: 50/30 km/h, per mezzi leggeri/pesanti
- Per il tratto compreso tra 50 e 100 m dall'imbocco delle rotatorie: 70/50 km/h, per mezzi leggeri/pesanti
- Per tutti gli altri tratti stradali: 90/70 km/h, per mezzi leggeri/pesanti

In definitiva l'analisi dell'area di interesse e delle sue caratteristiche urbanistiche ed orografiche, ha portato alla rappresentazione del dominio di simulazione (modello concettuale) per lo scenario post operam illustrato in una simulazione 3D nelle seguenti Figura 16, Figura 17 e Figura 18. Per la nomenclatura degli edifici recettori si può fare riferimento alle precedenti immagini da Figura 9 a Figura 11.

La successiva Figura 19 illustra invece la discretizzazione del modello concettuale in planimetria nello scenario post operam, con sovrapposto il progetto in CAD e la cartografia di base riportante i dettagli dell'area di indagine.

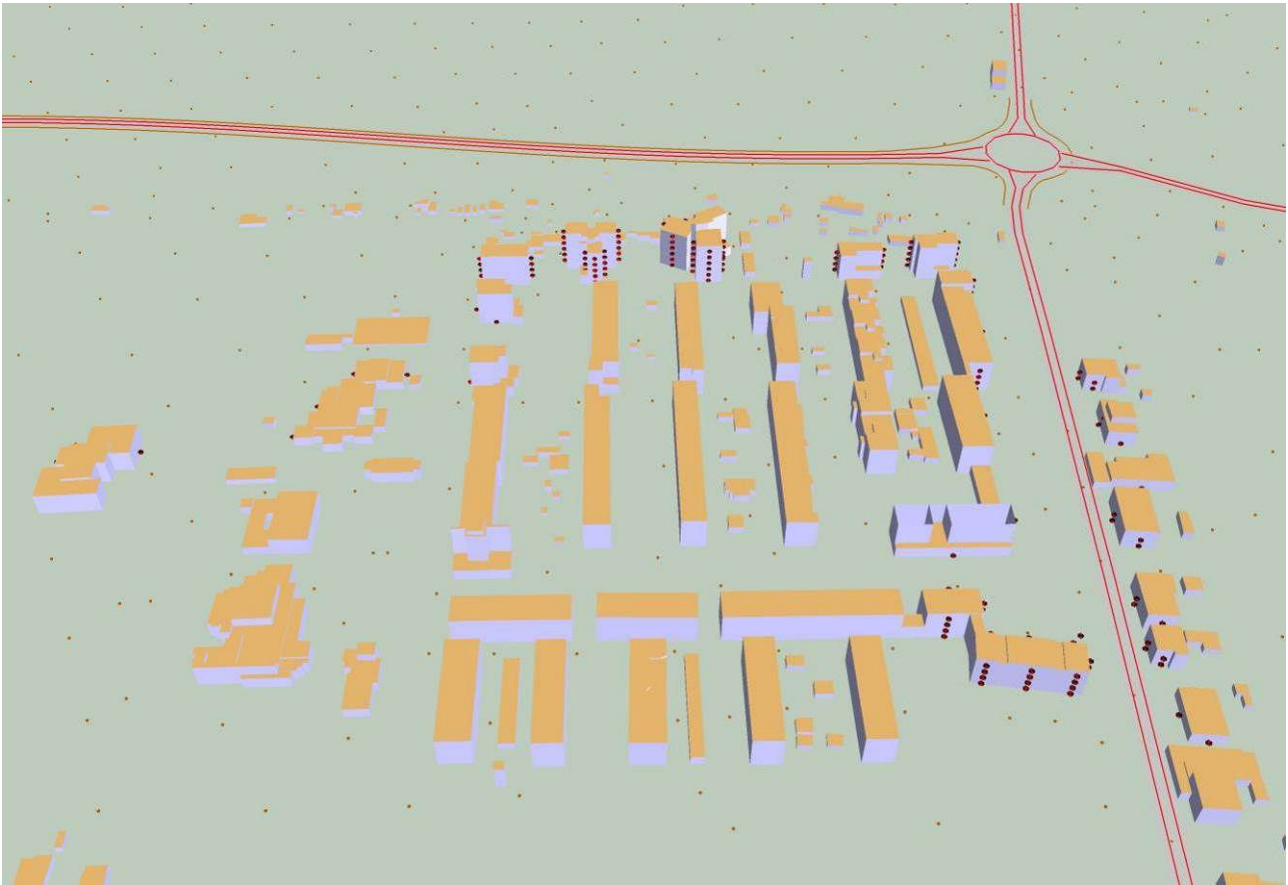




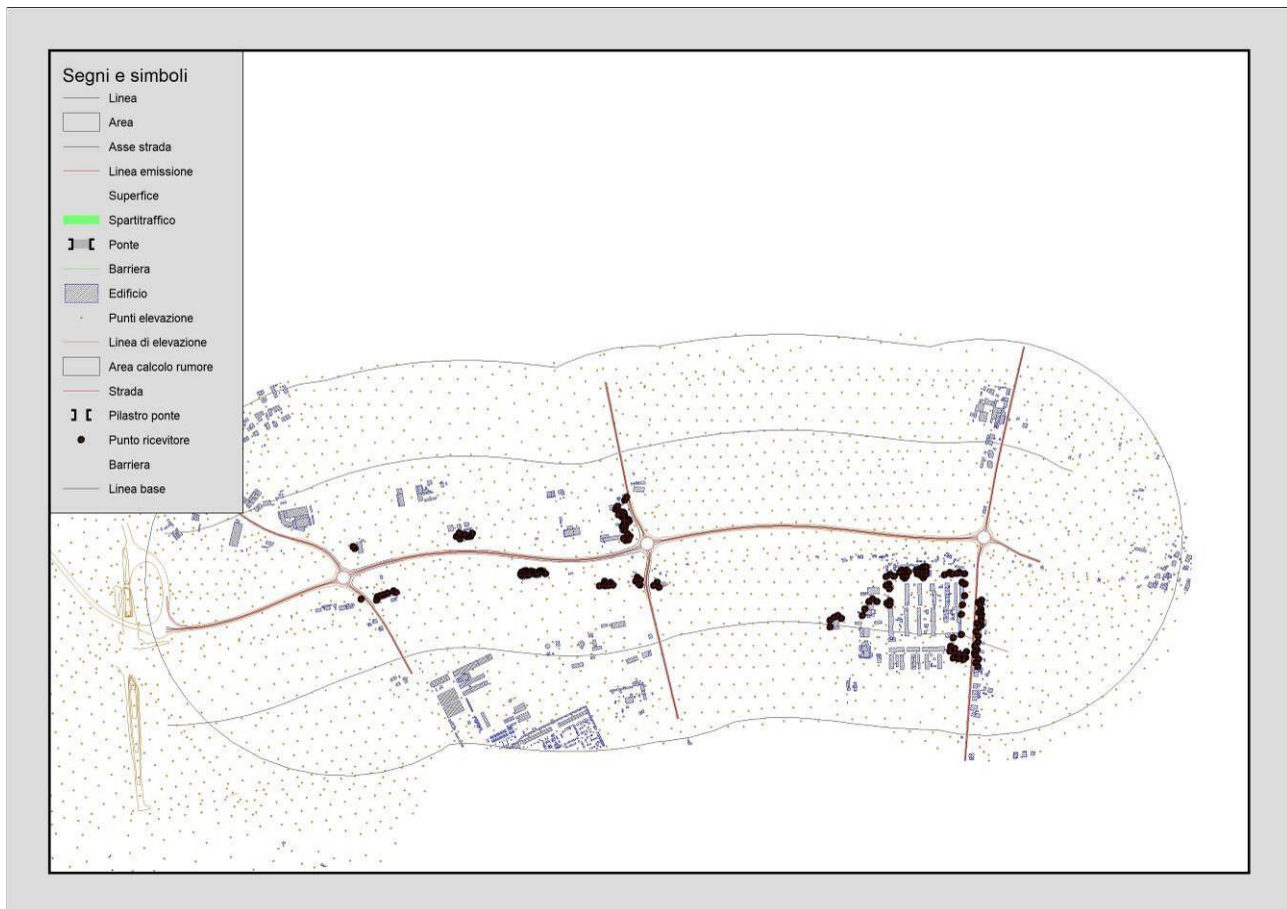
**Figura 16 Rappresentazione 3D della parte Occidentale del dominio di simulazione post operam (nodo 3 – Via Pietrasantina)**



Figura 17 Rappresentazione 3D della parte centrale del dominio di simulazione post operam (nodo 4 – Via San Jacopo)



**Figura 18** Rappresentazione 3D della parte Orientale del dominio di simulazione post operam – Quartiere I Passi (nodo 5 – Via XXIV Maggio)



**Figura 19 Discretizzazione del dominio di calcolo per lo scenario post operam sovrapposta al progetto ed alla cartografia di base**

Nel seguito, ora che si sono completamente definiti i dettagli del dominio e delle impostazioni di simulazione per lo scenario post operam, si presenterà dapprima la ricostruzione modellistica di mappa per le previste condizioni acustiche nella futura configurazione di reale esercizio della nuova infrastruttura stradale in esame (flussi di traffico previsti al 2038, per l'ora di punta del mattino), ma in assenza di mitigazioni acustiche, al fine di poter individuare le aree ove si possono rilevare superamenti dei limiti fissati dalla vigente legislazione. Successivamente (§ paragrafo 4.5) si procederà alla descrizione della definizione preliminare dei presidi di mitigazione in termini di posizionamento planimetrico ed alla successiva presentazione dei risultati della procedura di ottimizzazione del posizionamento e delle altezze delle barriere acustiche che si renderà necessario porre in opera per ridurre a conformità tutti i superamenti dei limiti di legge precedentemente individuati. Infine (§ paragrafo 4.6) si presenteranno i risultati della riesecuzione delle simulazioni di mappa in condizioni post mitigazione, al fine di verificare l'effettiva efficacia ed ottimizzazione delle barriere previste.

#### **4.4.2 Previsione degli effetti generati dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale**

In questo paragrafo si descrivono i risultati dell'attività di modellizzazione matematica del sistema in esame nello scenario di esercizio a regime della nuova infrastruttura stradale in progetto, costituita dal lotto 3-5, e dei tracciati storici delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, gravati dei flussi di traffico previsti all'orizzonte temporale del 2038, per l'ora di punta del mattino. Per quanto riguarda la discretizzazione del dominio (quote altimetriche/orografia ed edifici) e la caratterizzazione delle sorgenti (volumi di traffico e velocità di percorrenza dei tratti), come pure per la ricostruzione del modello digitale del terreno (§ precedente Figura 14), si può fare riferimento a quanto già esposto nel precedente paragrafo 4.4.1.

Si tenga presente che le simulazioni effettuate trascurano completamente gli effetti di ogni altra sorgente eventualmente presente entro l'area di indagine diversa da quelle connesse al futuro esercizio sia del lotto 3-5 della nuova circonvallazione Nord-Est di Pisa, compresa tra le rotatorie 3 e 5, sia degli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, tutti gravati dei flussi di traffico previsti al 2038 per l'ora di punta del mattino. Conseguentemente i livelli simulati possono essere confrontati direttamente con i limiti di immissione previsti dal D.P.R. 142/2004 per il rumore generato da infrastrutture stradali di nuova realizzazione, nel caso del nuovo tracciato tra le rotatorie 3 e 5 (65/55 dB(A) per i periodi diurno/notturno, entro la fascia di pertinenza acustica, di ampiezza 250 m dal bordo strada (infrastruttura di tipo C1)), o di infrastrutture esistenti, in riferimento a Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio (nelle condizioni maggiormente restrittive (infrastruttura di tipo E), 65/55 dB(A) per i periodi diurno/notturno (rif. vigente zonizzazione, classe IV)), entro una fascia di pertinenza acustica, di ampiezza 30 m dal bordo strada).

Le seguenti mappe (Figura 20 e Figura 21) (non riportate in scala) mostrano l'andamento delle isolinee di livello di pressione acustica rispettivamente per i periodi di riferimento diurno e notturno, come risultanti dalle simulazioni eseguite in configurazione di effettivo esercizio della nuova infrastruttura (e del tracciato storico delle Vie intersecanti) ed in assenza di mitigazioni, ovvero senza alcuna barriera acustica a protezione dei recettori presenti nelle immediate vicinanze del nuovo sedime stradale e/o dei tracciati della viabilità esistente interferita.

In Allegato 3 si riporta inoltre la tabella complessiva dei livelli di pressione acustica previsti per i vari piani, delle differenti facciate esposte, di tutti gli edifici recettore presi in considerazione, per lo scenario post operam (ora di punta del mattino, proiezione al 2038), in affiancamento ai livelli già previsti per lo stato ante operam (§ precedente paragrafo 4.3.4); per la localizzazione planimetrica generale degli edifici recettore si può fare riferimento alla precedente Figura 7 (o Figura 19) ed alle immagini da Figura 16 a Figura 18, mentre la nomenclatura è illustrata nelle precedenti immagini da Figura 9 a Figura 11. Facendo riferimento ai limiti di legge poco sopra citati (ex D.P.R. 142/2004), i livelli evidenziati in rosso rappresentano i superamenti dei limiti stessi.

Si osservi che, anche solo dall'analisi dell'andamento delle curve di isolivello, diversi edifici residenziali tra tutti quelli discretizzati sono interessati da livelli di pressione acustica superiori ai 65 dB(A), per il periodo diurno, ed ai 55 dB(A), per quello notturno, previsti, in assenza di recettori sensibili, dal D.P.R. 142/2004 entro la fascia di pertinenza (ampiezza pari a 250 m dal ciglio stradale, da ambo i lati) di infrastrutture stradali di tipologia C1 – strade extraurbane secondarie, come, per l'appunto, il nuovo tracciato del lotto 3-5 della tangenziale Nord-Est di Pisa.

I superamenti dei limiti di legge appaiono particolarmente evidenti, sia per il periodo diurno che per quello notturno, in corrispondenza delle rotatorie 3 e 4 e lungo il tronco di collegamento tra queste due stesse rotatorie, ed interessano essenzialmente alcuni piccoli raggruppamenti di edifici a destinazione prevalentemente residenziale presenti sia a Nord che a Sud del nuovo tracciato e lungo i raccordi alla viabilità attuale.

Situazioni di potenziale esposizione oltre i limiti di legge possono essere individuate anche per i piani alti degli edifici del quartiere I Passi, antistanti il Fiume Morto e, oltre di esso, il tratto compreso tra i nodi 4 e 5 del nuovo tracciato della tangenziale Nord-Est di Pisa. Esposizioni ampiamente entro i limiti di legge si prevedono invece presso il recettore sensibile della scuola materna e dell'infanzia di Via Galiani, sempre al quartiere I Passi, per la quale, si rammenta che, ex D.P.R. 142/2004, il massimo livello di pressione acustica immesso da sorgenti stradali è limitato a 50 dB(A) per il solo periodo diurno, non essendo le scuole utilizzate in periodo notturno.

Ovviamente permangono, con alcuni ulteriori incrementi dei livelli previsti, dovuti agli incrementi di flussi di traffico, tutti i superamenti precedentemente individuati già anche per lo stato attuale sia lungo il tronco di Via San Jacopo a Nord del nodo 4, sia al quartiere I Passi, dove si riscontrano situazioni di effettiva sofferenza in particolare lungo il lato orientale della strada e sia per il periodo diurno che per quello notturno (§ trattazione finale del precedente paragrafo 4.3.4).

A questo punto appare quindi necessario procedere alla predisposizione degli opportuni interventi di mitigazione, al fine di ridurre a conformità di legge i livelli di pressione acustica previsti ai recettori. Tale fase progettuale sarà illustrata nel seguente paragrafo 4.5.



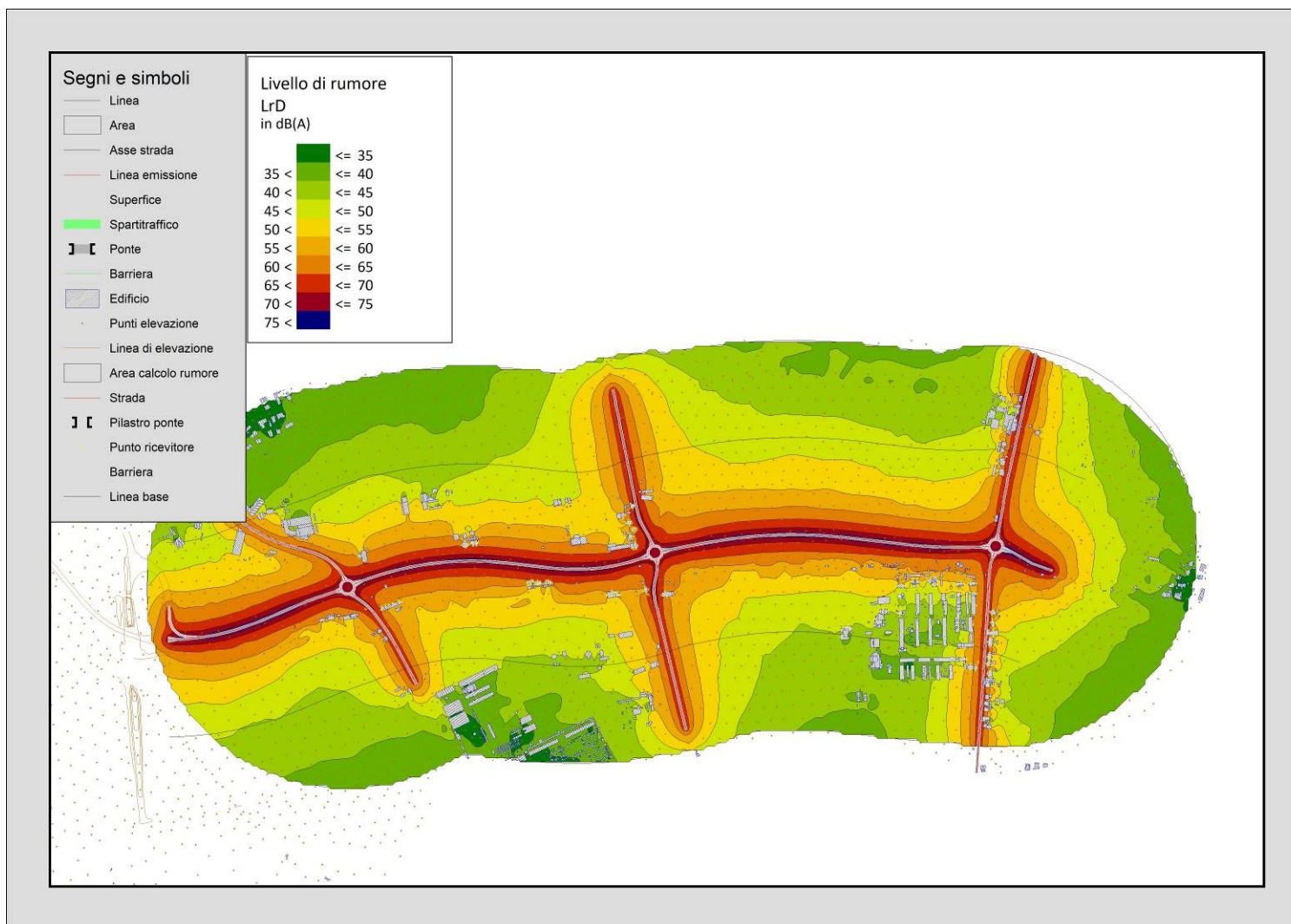


Figura 20 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario post operam in periodo diurno in assenza di mitigazioni acustiche

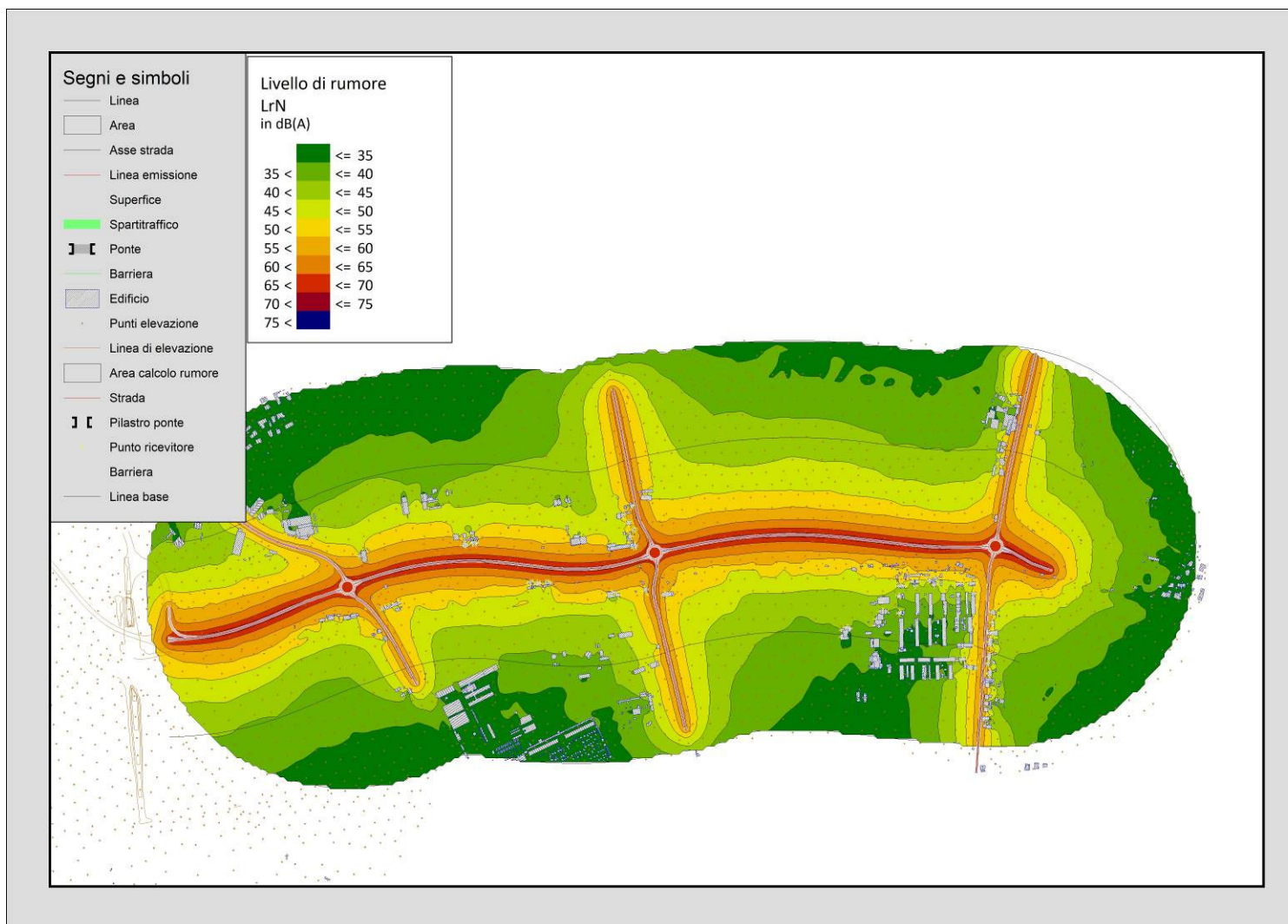


Figura 21 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario post operam in periodo notturno in assenza di mitigazioni acustiche

## 4.5 Individuazione ed ottimizzazione degli interventi di mitigazione

Come evidenziato nel precedente paragrafo, l'esercizio della nuova infrastruttura stradale in progetto tra i nodi 3 e 5 della tangenziale Nord-Est di Pisa, e le conseguenti variazioni dei flussi di traffico lungo i tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio, che, innestandosi su di essa, intersecano la nuova viabilità, può indurre, presso alcuni recettori, superamenti dei limiti di immissione fissati dalla vigente legislazione e, in particolare, in riferimento esclusivamente al rumore stradale, dalle prescrizioni del D.P.R. 142/2004 per le fasce di pertinenza di infrastrutture stradali di tipo C1 – strade extraurbane secondarie (ampiezza 250 m dal ciglio strada da ambo i lati) (lotto 3-5 della nuova tangenziale di Pisa) o di tipo E – strade urbane di quartiere (ampiezza 30 m dal ciglio strada da ambo i lati) (Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio nelle condizioni maggiormente restrittive).

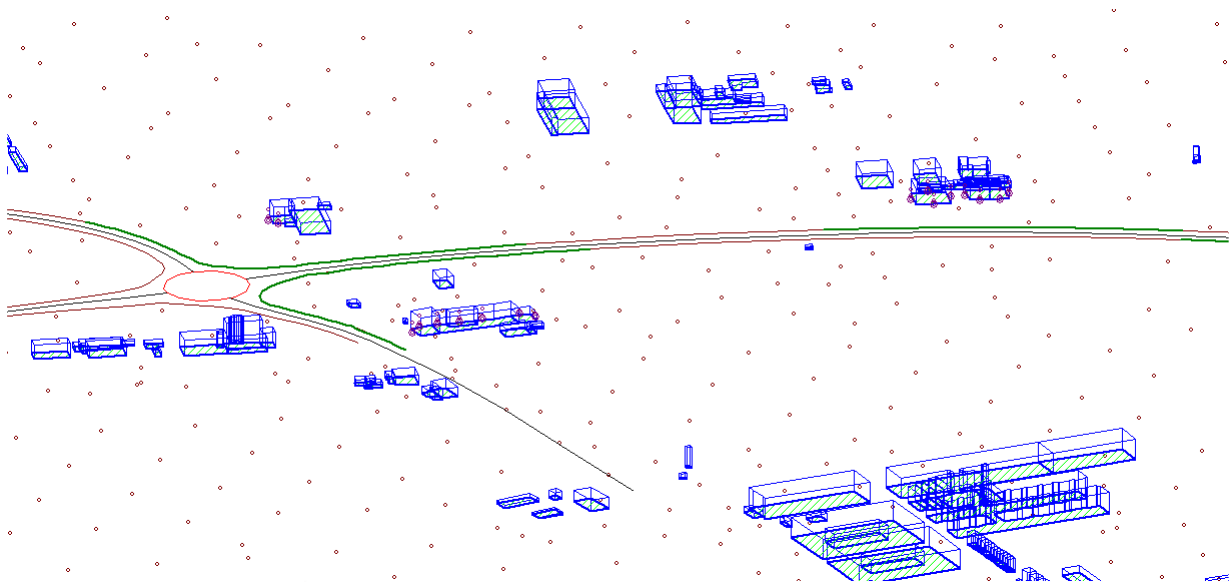
Benchè alcuni dei superamenti evidenziati per lo scenario post operam (traffico dell'ora di punta del mattino, proiettato al 2038) vengano rilevati presso recettori già allo stato ante operam interessati da livelli oltre i limiti di legge, ma con superamenti di minore entità, ad essi si aggiungono diversi altri casi di mancato rispetto dei limiti di legge per ulteriori recettori non solo lungo o in prossimità del nuovo tracciato stradale, ma anche, e in particolare, lungo la viabilità afferente la nuova tangenziale Nord-Est di Pisa; ovviamente questo aumento sia numerico dei superamenti dei limiti di legge che di entità del superamento stesso, sono determinati dai previsti incrementi dei flussi di traffico anche sulle vie Pietrasantina (parzialmente), San Jacopo (specie lungo il tronco a Nord del nodo 4) e XXIV Maggio (con superamenti particolarmente consistenti). Lo scenario acustico previsto appare piuttosto degradato in particolare per i recettori del lato orientale di Via XXIV Maggio.

Una simile situazione porta necessariamente a dover prevedere la messa in opera di opportuni sistemi di mitigazione acustica a protezione dei recettori esposti, ovvero alla progettazione di barriere acustiche ottimizzate sia dal punto di vista del loro posizionamento planimetrico che da quello delle relative altezze dei moduli schermanti sul piano campagna. A tale scopo è stato utilizzato uno dei moduli di calcolo del sistema SoundPlan 8.2, il WallDesign, che, una volta individuati i recettori esposti e la traccia planimetrica del sistema di barriere che si intende ottimizzare, inclusa la definizione delle quote al piede dei moduli di barriera sul piano campagna, permette di ottimizzare l'altezza dei moduli stessi dei sistemi schermanti sulla base di un valore obiettivo di livello di pressione acustica da raggiungere al recettore esposto, in condizioni post ottimizzazione delle barriere.

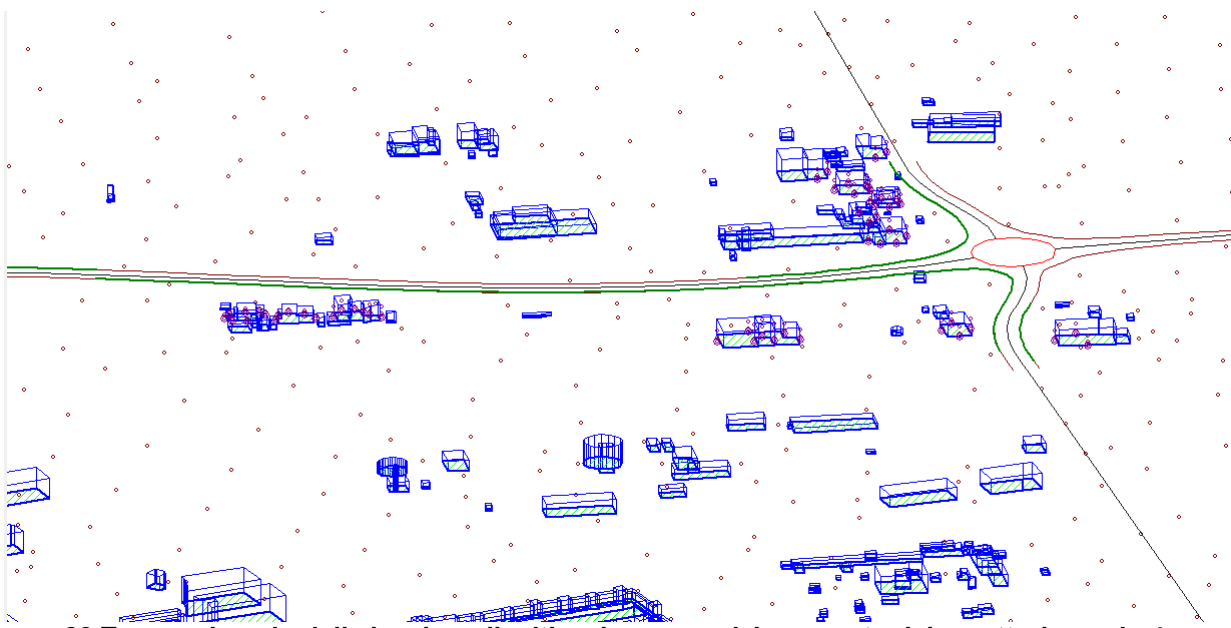
Nel caso in esame, adottando, in assenza di recettori sensibili esposti, un valore obiettivo diurno (65 dB(A), ex D.P.R. 142/2004 per fascia di pertinenza di infrastrutture stradali di tipo C1 o di classe IV di zonizzazione per infrastrutture stradali di tipo E) o notturno (55 dB(A)) a seconda delle necessità di protezione dei recettori esposti, già individuati al precedente paragrafo, si è proceduto ad ottimizzare le altezze delle barriere con una suddivisione in moduli schermanti di lunghezza pari a 5 m.

In particolare, per tutti i recettori residenziali ove sono stati rilevati superamenti del limite di immissione fissato dal D.P.R. 142/2004 entro le fasce di pertinenza stradali, si è ritenuto necessario adottare comunque il massimo livello di ottimizzazione dei sistemi schermanti, con impostazione del minimo valore obiettivo di immissione al recettore, quello riferito al periodo notturno (55 dB(A)).

Le seguenti Figura 22, Figura 23 e Figura 24 mostrano, in una vista tridimensionale non in scala, la traccia al suolo delle barriere (in verde) ed il posizionamento dei vari recettori presenti entro l'area limitrofa al lotto 3-5 della nuova infrastruttura stradale in esame, per alcuni dei quali, sulla base delle risultanze dell'analisi delle mappe di isolivello ottenute per lo scenario post operam, sono stati previsti superamenti dei limiti di legge e che saranno conseguentemente utilizzati nella fase di ottimizzazione delle barriere. Tutti i recettori sono stati posizionati sulle diverse facciate degli edifici esposti ai vari piani ove si trovano i locali residenziali, posizionando il recettore stesso alla quota di 1.5 m al di sopra della superficie di calpestio di ciascun piano.



**Figura 22** Tracce al suolo delle barriere di mitigazione e posizionamento dei recettori – nodo 3



**Figura 23** Tracce al suolo delle barriere di mitigazione e posizionamento dei recettori – nodo 4



**Figura 24** Tracce al suolo delle barriere di mitigazione e posizionamento dei recettori – Quartiere I Passi – nodo 5

Le precedenti immagini da Figura 9 a Figura 11 possono essere ancora utilizzate come riferimento per la nomenclatura degli edifici recettore, utile come chiave di lettura anche della tabella dell'Allegato 4, dove si riporta il riepilogo dei livelli di pressione acustica previsti, in assenza di presidi di mitigazione, ai vari piani, delle diverse facciate esposte, di tutti i recettori analizzati, unitamente ai livelli per essi previsti a valle del procedimento di ottimizzazione del posizionamento planimetrico e dell'altezza delle barriere, e degli eventuali ulteriori interventi di mitigazione che si dovessero rendere necessari per la riduzione a conformità dei limiti di legge in tutti i casi di interesse (si veda in merito più avanti in questo stesso paragrafo).

Nella precedente Figura 24 si è evidenziata in colore anche la localizzazione del recettore sensibile costituito dai due edifici dalla scuola materna e dell'infanzia di Via Galiani, al quartiere I Passi; come già evidenziato, per questo recettore sensibile si prevedono, per il solo periodo diurno (il periodo notturno non è pertinente per le scuole), livelli di pressione acustica conformi ai limiti di legge sia per lo scenario ante operam (zonizzazione acustica classe II) che per quello post operam (fascia di pertinenza di nuova infrastruttura stradale di tipo C1).

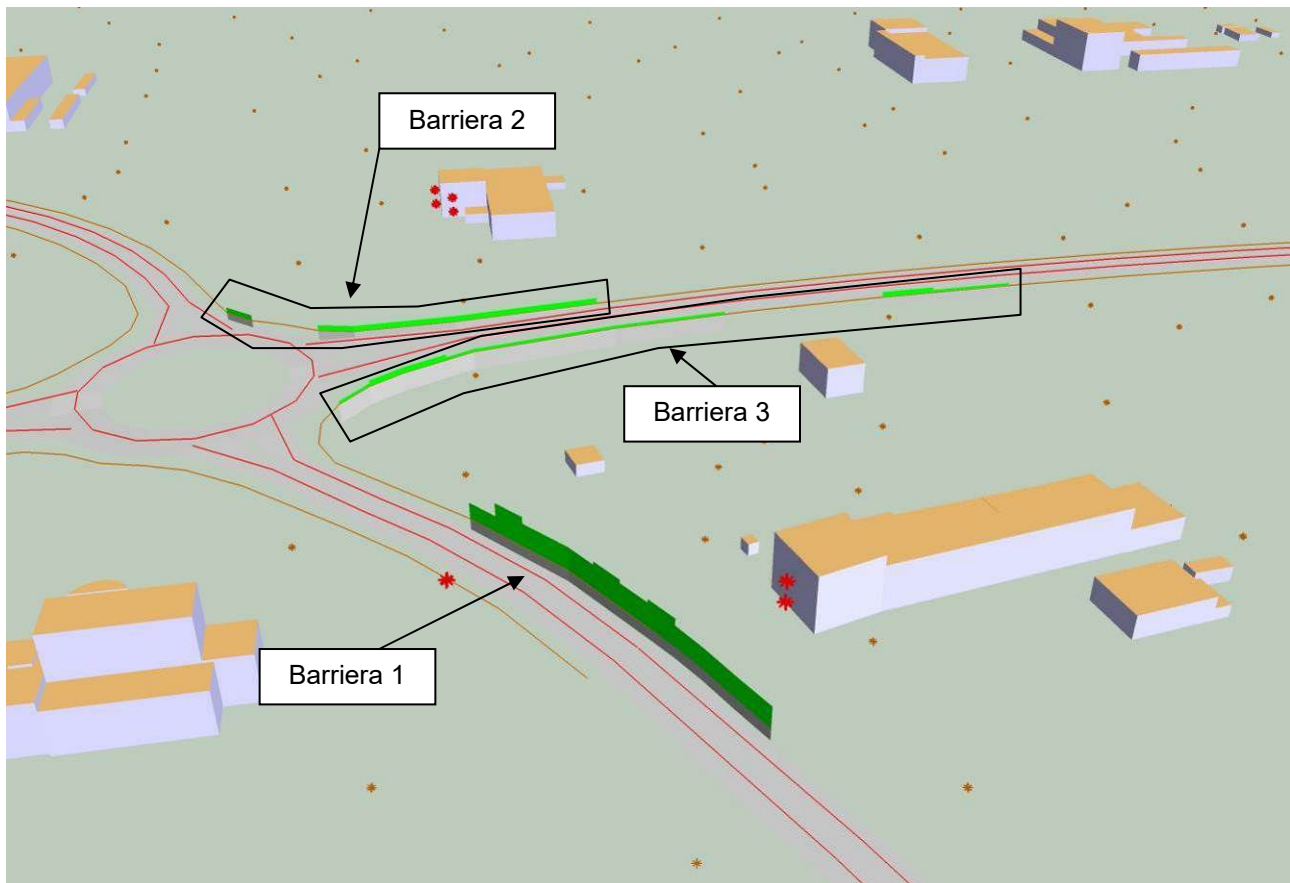
Ovviamente, in assenza di interessamento di recettori sensibili, i livelli obiettivo di riferimento per i singoli recettori utilizzati nel corso della fase di ottimizzazione delle barriere, sono stati fissati al valore limite di legge, tenendo conto della differente tipologia di strada esistente (Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio, tipo E) o di nuova realizzazione (lotto 3-5 della nuova tangenziale, tipo C1). Casualmente, i limiti di riferimento come fissati dal D.P.R. 142/2004 o, nel caso di strade di tipo E, dalla vigente zonizzazione acustica comunale (classe IV), per la maggior parte dei casi coincidono numericamente.

Alcuni dei recettori individuati in prossimità del nodo 4, non sono tuttavia stati presi in considerazione nell'ambito del procedimento di ottimizzazione delle barriere in quanto influenzati esclusivamente dalle emissioni acustiche generate dal traffico previsto (ora di punta del mattino, proiettato al 2038) in transito lungo il tracciato di Via San Jacopo a Nord dell'intersezione a rotatoria con la nuova tangenziale; tale tronco non è infatti interessato da riqualificazione. Analogamente, non sono stati presi in considerazione anche i recettori numerati da 8 a 20 presso il quartiere I Passi, influenzati esclusivamente dalle emissioni stradali del tronco di Via XXIV Maggio in entrata in Pisa dal nodo 5 della nuova tangenziale: nemmeno questo tratto sarà infatti oggetto di riqualificazione nell'ambito del progetto di cui si tratta.

Dai dati riportati nella tabella dell'Allegato 4, relativi ai recettori direttamente interessati dalle emissioni generate dal traffico auto veicolare in transito lungo la nuova tangenziale Nord-Est di Pisa, escludendo quindi tutti quelli non esplicitamente utilizzati nel corso del procedimento di ottimizzazione condotto (recettori presenti essenzialmente lungo la viabilità afferente), è possibile rilevare che, a valle di tale procedimento, il sistema di barriere acustiche messo a punto permette di raggiungere significativi abbattimenti dei livelli di pressione acustica indotti ai recettori, riportando a conformità di legge le previsioni in configurazione post mitigazioni per tutti i recettori considerati.



Le seguenti immagini da Figura 25 a Figura 28 mostrano, per i recettori residenziali presenti entro l'area limitrofa al lotto 3-5 della nuova infrastruttura stradale in esame, le viste tridimensionali (non in scala) della disposizione relativa di dettaglio dei recettori presi in considerazione (marker rossi) e delle barriere acustiche ottimizzate planimetricamente ed in altezza dei singoli tratti, applicando il procedimento sopra descritto. La rappresentazione delle barriere, in verde, permette di valutare bene la variabilità longitudinale delle altezze dei moduli schermanti, ciascuno di lunghezza pari a circa 5 m, come derivante dal procedimento di ottimizzazione adottato.



**Figura 25** Disposizione planimetrica, altezza dei segmenti di barriere ottimizzate e relativo posizionamento dei recettori utilizzati nell'area limitrofa al nodo 3

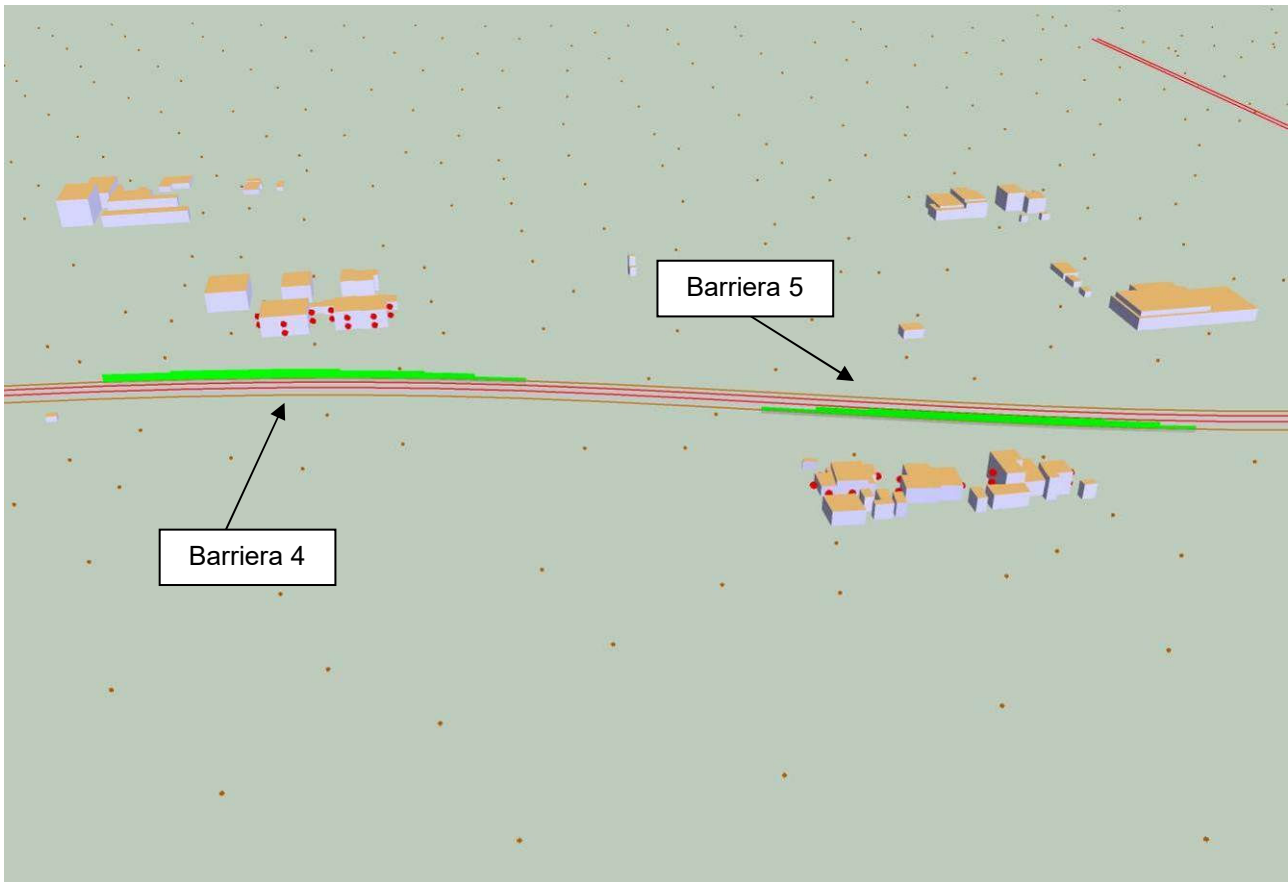


Figura 26 Disposizione planimetrica, altezza dei segmenti di barriere ottimizzate e relativo posizionamento dei recettori utilizzati lungo il tratto tra i nodi 3 e 4

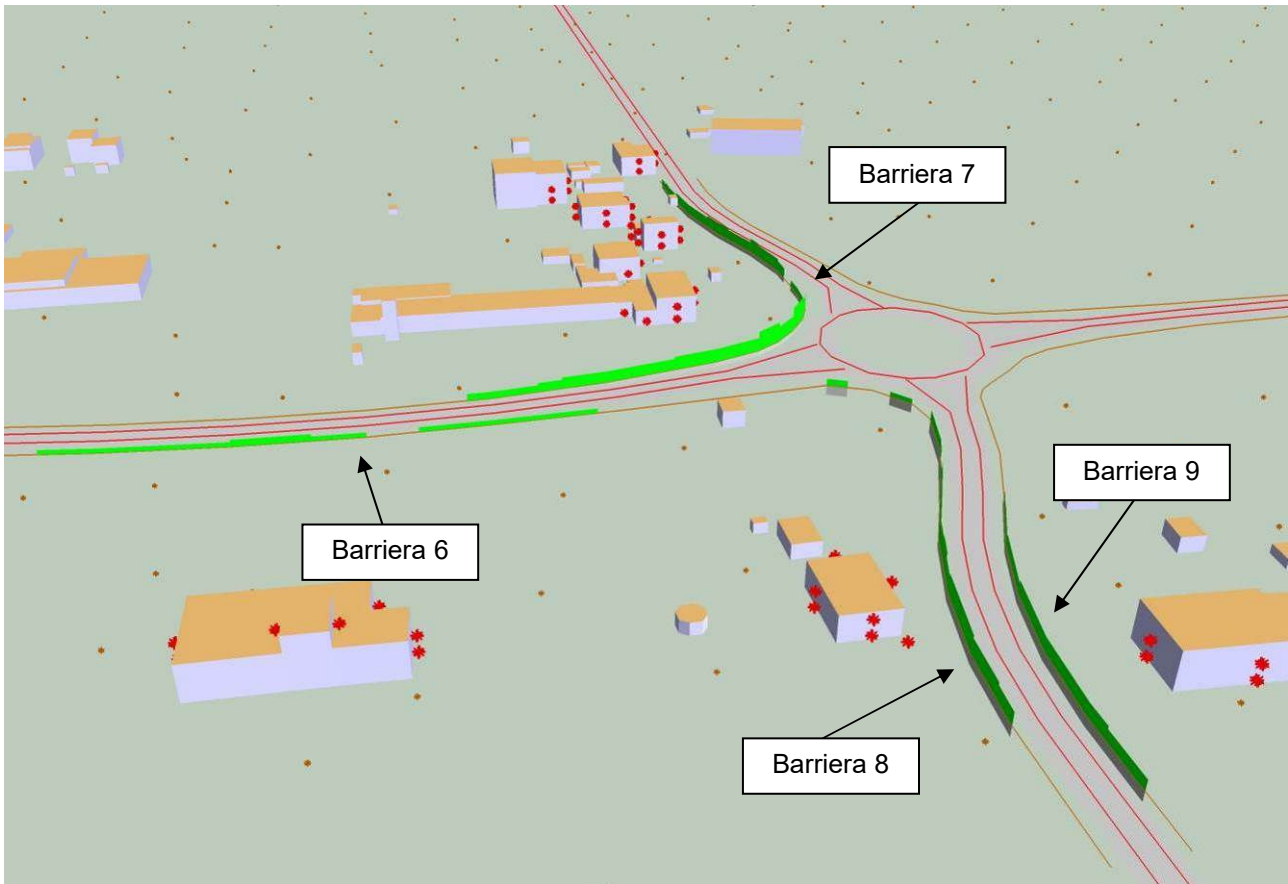
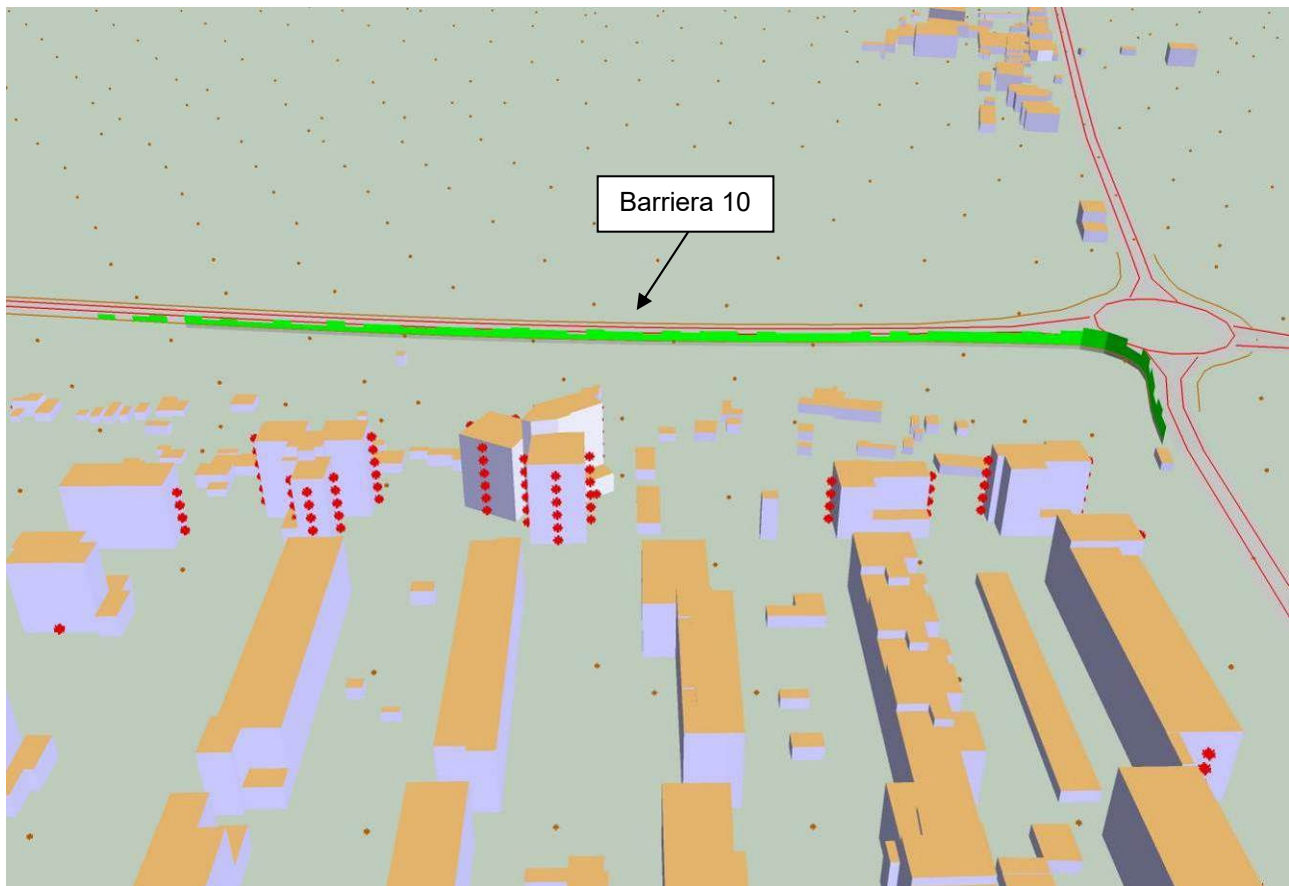


Figura 27 Disposizione planimetrica, altezza dei segmenti di barriere ottimizzate e relativo posizionamento dei recettori utilizzati nell'area limitrofa al nodo 4



**Figura 28** Disposizione planimetrica, altezza dei segmenti di barriere ottimizzate e relativo posizionamento dei recettori utilizzati nell'area limitrofa al nodo 5 – Quartiere I Passi

La seguente Tabella 3 presenta inoltre le caratteristiche dimensionali (quota altimetrica alla base, altezza e lunghezza), ottimizzate secondo il procedimento sopra illustrato, dei moduli da utilizzare per la progettazione delle barriere acustiche a protezione dei recettori individuati come esposti e necessariamente oggetto di risanamento.

Il posizionamento delle barriere è stato esportato e fornito ai progettisti in formato AutoCAD georeferenziato, in modo tale da poterlo immediatamente sovrapporre al progetto generale della nuova infrastruttura.

**Tabella 3** Caratteristiche dimensionali ottimizzate delle barriere (dimensioni in m)

Barriera 1 (uscita da nodo 3 verso Via Pietrasantina)							
Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	4,00	5.00	2,50	27.85	4,00	5.00	3,50
5.00	4,00	5.00	4,50	32.85	4,00	4.76	4,00
10.00	4,00	5.00	3,50	37.61	4,00	5.11	3,00
15.00	4,00	2.85	3,50	42.72	4,00	5.45	3,00
17.85	4,00	5.00	3,50	48.17	4,00	6.18	3,00
22.85	4,00	5.00	4,00				

Barriera 2 (nodo 3, da diramazione Nord verso tratto nodo3/nodo 4)							
Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	4,20	6.36	1,00	35.71	4,70	7.21	1,00
6.36	4,28	6.43	0,00	42.92	4,85	5.00	1,00
12.79	4,35	6.71	0,00	47.92	4,88	5.00	1,00
19.50	4,42	6.21	1,00	52.92	4,91	5.00	1,00
25.71	4,50	5.00	1,00	57.92	4,93	5.00	1,00
30.71	4,60	5.00	1,00	62.92	4,96	4.94	1,00

**Barriera 3 (tratto nodo3/nodo4 lato Sud, da Est verso rotatoria 3)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	4,10	5.00	0,50	59.66	4,88	5.00	0,50
5.00	4,17	5.00	0,50	64.66	4,91	5.00	0,50
10.00	4,23	5.00	0,50	69.66	4,95	4.83	0,50
15.00	4,30	5.00	1,00	74.49	4,99	5.00	0,50
20.00	4,37	4.83	1,00	79.49	4,96	5.00	0,50
24.83	4,43	5.00	0,00	84.49	4,93	5.00	0,50
29.83	4,50	5.00	0,00	89.49	4,90	5.00	0,50
34.83	4,58	5.00	0,00	94.49	4,88	4.60	0,50
39.83	4,65	5.00	0,00	99.09	4,85	5.00	0,50
44.83	4,73	4.83	0,00	104.09	4,71	7.44	1,00
49.66	4,80	5.00	0,00	111.53	4,50	6.46	1,00
54.66	4,84	5.00	0,50	117.99	4,42	6.85	0,50

**Barriera 4 (zona centrale del tratto nodo3/nodo4 lato Nord, da Ovest 3)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	3,40	5.00	2,50	65.34	3,62	5.00	3,00
5.00	3,41	5.00	2,50	70.34	3,65	5.17	2,50
10.00	3,42	5.00	2,50	75.51	3,67	5.00	2,50
15.00	3,42	5.00	2,50	80.51	3,69	5.00	2,50
20.00	3,43	5.17	3,00	85.51	3,71	5.00	2,50
25.17	3,44	5.00	3,00	90.51	3,73	5.00	2,50
30.17	3,46	5.00	3,00	95.51	3,75	5.17	2,00
35.17	3,48	5.00	3,00	100.68	3,77	5.00	2,00
40.17	3,51	5.00	3,00	105.68	3,79	5.00	2,00
45.17	3,53	5.17	3,00	110.68	3,81	5.00	1,00
50.34	3,55	5.00	3,00	115.68	3,82	5.00	1,00
55.34	3,57	5.00	3,00	120.68	3,84	5.16	1,00
60.34	3,60	5.00	3,00				

**Barriera 5 (zona centrale del tratto nodo3/nodo4 lato Sud, da Ovest 3)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	4,00	5.38	1,00	60.05	4,02	5.00	2,50
5.38	4,01	5.00	1,00	65.05	4,01	5.00	2,50
10.38	4,01	5.00	1,00	70.05	4,01	5.00	2,50
15.38	4,01	5.00	2,00	75.05	4,00	5.11	2,50
20.38	4,02	5.00	2,00	80.16	4,00	5.00	2,50
25.38	4,02	4.61	2,00	85.16	3,99	5.00	2,50
29.99	4,02	5.00	2,50	90.16	3,98	5.00	2,50
34.99	4,02	5.00	2,50	95.16	3,98	5.00	2,00
39.99	4,02	5.00	2,50	100.16	3,97	5.16	2,00
44.99	4,02	5.00	2,50	105.32	3,96	5.00	2,00
49.99	4,02	5.06	2,50	110.32	3,95	5.00	1,00
55.05	4,02	5.00	2,50	115.32	3,94	5.00	1,00

**Barriera 6 (entrata in nodo 4 da nodo 3, lato Sud)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	3,77	5.00	1,00	55.52	3,53	5.36	1,00
5.00	3,75	5.26	1,00	60.88	3,50	5.00	0,00
10.26	3,73	5.00	1,00	65.88	3,50	5.00	0,00
15.26	3,71	5.00	1,00	70.88	3,50	5.00	1,00
20.26	3,69	5.00	1,00	75.88	3,50	5.00	1,00
25.26	3,66	5.00	1,00	80.88	3,50	5.16	1,00
30.26	3,64	5.26	1,00	86.04	3,50	5.00	1,00
35.52	3,62	5.00	1,50	91.04	3,55	5.00	1,00
40.52	3,60	5.00	1,50	96.04	3,60	5.00	1,00
45.52	3,57	5.00	1,50	101.04	3,65	5.00	1,00
50.52	3,55	5.00	1,00				



**Barriera 7 (entrata nodo 4 da nodo 3 e uscita Via San Jacopo verso Nord, lato Nord)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	3,50	4.62	1,50	95.54	4,43	3.21	1,50
4.62	3,50	5.00	1,50	98.75	4,45	5.00	1,50
9.62	3,55	5.00	1,50	103.75	4,47	5.00	0,00
14.62	3,61	5.00	2,00	108.75	4,48	5.02	2,50
19.62	3,66	5.00	2,50	113.77	4,50	5.00	3,00
24.62	3,71	4.58	2,50	118.77	4,52	5.00	3,00
29.20	3,76	5.00	2,50	123.77	4,54	3.69	3,50
34.20	3,84	5.00	2,50	127.46	4,55	5.00	2,50
39.20	3,91	5.00	2,50	132.46	4,55	5.00	2,50
44.20	3,99	5.00	3,00	137.46	4,55	5.72	3,00
49.20	4,07	4.52	3,00	143.18	4,55	5.00	3,00
53.72	4,14	5.00	3,00	148.18	4,55	5.00	2,50
58.72	4,27	5.69	3,00	153.18	4,55	6.15	2,50
64.41	4,41	6.67	4,50	159.33	4,55	5.00	2,50
71.08	4,41	6.50	3,50	164.33	4,55	5.00	2,50
77.58	4,41	6.77	5,50	169.33	4,55	5.65	2,00
84.35	4,40	6.19	4,00	174.98	4,55	5.00	2,00
90.54	4,40	5.00	1,50	179.98	4,55	5.00	1,50

**Barriera 8 (Via San Jacopo lato Ovest, da nodo 4)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	4,55	5.00	3,00	56.79	4,73	5.65	2,50
5.00	4,57	5.00	3,50	61.06	4,41	4.27	1,50
10.00	4,58	6.18	3,50	66.06	4,41	5.00	0,00
16.18	4,60	5.00	3,50	70.21	4,40	4.15	0,00
21.18	4,62	5.00	4,00	75.21	4,40	5.00	1,00
26.18	4,63	5.03	3,00	82.25	4,45	7.04	0,00
31.21	4,65	5.00	3,50	89.08	4,48	6.83	2,00
36.21	4,67	5.00	3,50	94.08	4,50	5.00	2,00
41.21	4,68	5.58	3,50	98.57	4,52	4.49	2,00
46.79	4,70	5.00	3,00	103.57	4,53	5.00	1,00
51.79	4,72	5.00	3,00	108.57	4,55	5.00	3,00

**Barriera 9 (Via San Jacopo lato Est, da nodo 4)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	4,55	5.00	1,00	39.46	4,69	4.22	2,50
5.00	4,57	5.00	1,50	43.68	4,70	5.00	2,50
10.00	4,58	5.72	1,50	48.68	4,72	5.00	2,50
15.72	4,60	5.00	2,00	53.68	4,73	4.50	2,50
20.72	4,62	5.00	2,00	58.18	4,75	5.00	2,50
25.72	4,64	3.74	2,00	63.18	4,77	5.00	2,00
29.46	4,65	5.00	2,50	68.18	4,78	4.76	2,00
34.46	4,67	5.00	2,50				

**Barriera 10 (a protezione del quartiere I Passi, in entrata al nodo 5)**

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0.00	3,36	5.00	1,50	160.37	3,19	5.00	2,50
5.00	3,35	5.00	0,00	165.37	3,20	5.00	3,00
10.00	3,33	5.00	1,50	170.37	3,20	5.10	3,00
15.00	3,32	5.00	2,00	175.47	3,21	5.00	2,00
20.00	3,30	5.01	0,00	180.47	3,22	5.00	3,00
25.01	3,29	5.00	2,50	185.47	3,23	5.00	2,50
30.01	3,28	5.00	1,50	190.47	3,23	5.00	2,50
35.01	3,27	5.00	2,00	195.47	3,24	5.10	2,50
40.01	3,26	5.00	1,50	200.57	3,25	5.00	2,50
45.01	3,25	5.03	1,50	205.57	3,26	5.00	3,00
50.04	3,24	5.00	2,50	210.57	3,27	5.00	1,50
55.04	3,23	5.00	1,50	215.57	3,28	5.00	3,00
60.04	3,22	5.00	1,50	220.57	3,29	5.10	2,00
65.04	3,22	5.00	3,00	225.67	3,30	5.00	3,00
70.04	3,21	5.06	1,50	230.67	3,31	5.00	3,00
75.10	3,20	5.00	2,50	235.67	3,32	5.00	3,00
80.10	3,20	5.00	2,50	240.67	3,33	5.00	3,00
85.10	3,19	5.00	2,00	245.67	3,34	4.40	3,00
90.10	3,19	5.00	2,00	250.07	3,35	5.00	3,50
95.10	3,18	5.08	2,50	255.07	3,40	5.00	3,00
100.18	3,18	5.00	2,50	260.07	3,45	5.67	4,00
105.18	3,18	5.00	2,00	265.74	3,50	6.19	5,00
110.18	3,18	5.00	2,50	271.93	3,50	5.71	5,00
115.18	3,17	5.00	3,00	277.64	3,50	5.80	3,00
120.18	3,17	5.09	2,50	283.44	3,50	6.67	5,00
125.27	3,17	5.00	2,50	290.11	3,75	5.00	3,00
130.27	3,17	5.00	1,50	295.11	3,83	5.00	5,00
135.27	3,17	5.00	3,00	300.11	3,90	6.26	5,00
140.27	3,18	5.00	2,50	306.37	4,00	5.93	3,00
145.27	3,18	5.10	2,50	312.30	4,05	5.90	5,00
150.37	3,18	5.00	2,00	318.20	4,07	5.52	3,50
155.37	3,19	5.00	3,00				

Tuttavia è a questo punto doveroso sottolineare che la realizzazione della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa, come immediatamente verificabile dall'analisi dei risultati del modello trasportistico messo a punto, induce variazioni dei flussi di traffico dell'ora di punta del mattino anche lungo la viabilità ad essa afferente e, in particolare, lungo le Vie Pietrasantina, San Jacopo e, soprattutto, XXIV Maggio, producendo conseguentemente un incremento dell'esposizione al rumore di diversi recettori presenti lungo tale viabilità; non essendo per esse previsto alcun tipo di intervento di riqualificazione, i livelli superiori ai limiti di legge previsti per lo scenario post operam, non vengono quindi modificati a seguito della messa a punto dei sistemi di mitigazione con barriere acustiche, previste a progetto solo lungo il tracciato principale della nuova tangenziale. Di conseguenza, i nuovi superamenti dei limiti di legge, o comunque il peggioramento delle condizioni di clima acustico ai recettori già interessati da preesistenti superamenti anche allo stato attuale (ante operam) (§ precedente paragrafo 4.3.4), devono essere trattati, nel senso di controllati e possibilmente eliminati, mediante ulteriori interventi di mitigazione da prevedere lungo i tracciati della viabilità afferente, ancorchè non soggetta a riqualificazione nell'ambito del progetto complessivo della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa.

L'intervento che può rivelarsi maggiormente efficace a tale scopo è certamente la stesura di un manto di finitura stradale realizzato in conglomerati bituminosi dotati di elevate caratteristiche fonoassorbenti, ovvero la riasfaltatura con asfalto fonoassorbente del tracciato di Via XXIV Maggio a partire dalla rotatoria 5 di innesto sulla nuova tangenziale Nord-Est di Pisa e fino almeno al limite meridionale del quartiere I Passi.

A valle del processo di ottimizzazione delle barriere di cui sopra, le simulazioni per lo scenario post operam in presenza di opere di mitigazione sono state quindi eseguite tenendo conto non solo della presenza delle barriere ottimizzate, ma anche dell'intervento di riasfaltatura di Via XXIV Maggio, che si rende necessario a seguito del previsto incremento di esposizione per i recettori già attualmente presenti lungo di essa. Anche in questo caso, come già sottolineato in riferimento all'impostazione dei parametri di simulazioni per il tracciato della nova tangenziale nello scenario post operam non mitigato (§ precedente paragrafo 4.4.1), pur a fronte di indicazioni dei fornitori riguardo abbattimenti acustici dei migliori prodotti fino a valori dell'ordine di 5-6 dB,

si è scelto di impostare a 3 dB il livello di fono assorbimento del materiale di finitura del manto stradale, anche tenendo conto del fatto che, come indicato da diversi studi di settore, col passare del tempo, le caratteristiche acustiche dei materiali più prestazionali tendono a degradare, portando quindi ad un riallineamento delle relative prestazioni acustiche a livello dei materiali più commerciali.

I dati riportati nella già richiamata tabella dell'Allegato 4, tengono quindi conto di entrambe le tipologie di interventi di mitigazione: barriere lungo il tracciato della nuova tangenziale e, ove necessario, asfalto fonoassorbente lungo la viabilità afferente. Il loro esame di dettaglio mostra che, oltre al già sottolineato rispetto dei limiti di legge per tutti i recettori direttamente esposti alle emissioni generate dal traffico auto veicolare previsto in transito nel 2038, nell'ora di punta della mattina, lungo il nuovo tracciato della tangenziale Nord-Est di Pisa (effetto mitigativo del sistema ottimizzato di barriere acustiche), anche per i recettori presenti lungo la viabilità afferente, per i quali si erano originariamente previsti, per lo scenario post operam non mitigato, aggravii delle condizioni acustiche immissive, spesso già non a norma in condizioni ante operam, l'adozione di asfalti fonoassorbenti permette di ben controllare i superamenti dei limiti di legge, riducendone significativamente l'incidenza numerica e, per le residue non conformità, riportando i livelli previsti a valori molto prossimi a quanto ricostruito per lo scenario ante operam (§ tabella dell'Allegato 3).

A questo punto è opportuno che le simulazione precedentemente illustrate in assenza di sistemi di mitigazione (§ precedente paragrafo 4.4.2) per lo scenario di traffico dell'ora di punta del mattino previsto al 2038 (scenario post operam non mitigato), siano rieseguite per verificare la reale efficacia schermante delle previste barriere acustiche nei confronti di tutti i recettori precedentemente risultati esposti a livelli oltre i limiti di legge, unitamente all'effetto indotto della stesura di un manto di finitura stradale fonoassorbente sui recettori presenti lungo la viabilità afferente e, in particolare, lungo Via XXIV Maggio, presso il quartiere I Passi, precedentemente anch'essi risultati esposti oltre i limiti di legge.

#### **4.6 Previsione degli effetti generati dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale in configurazione mitigata**

In questo paragrafo si descrivono i risultati dell'attività di modellizzazione matematica del sistema in esame nello scenario di esercizio a regime della nuova infrastruttura stradale in progetto, gravata dei flussi di traffico previsti per l'ora di punta del mattino (tra le 7.00 e le 9.00) all'orizzonte temporale del 2038, con le opere di mitigazione (barriere acustiche a bordo strada della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa) ottimizzate secondo il procedimento illustrato nel precedente paragrafo 4.5 e prevedendo la stesura di asfalto fonoassorbente anche lungo parte della viabilità afferente e, in particolare, lungo il tronco di Via XXIV Maggio compreso tra l'innesto della stessa sulla rotonda 5 della nuova tangenziale e l'estremo meridionale del quartiere I Passi.

Rispetto alle simulazioni di mappa condotte in assenza di sistemi di mitigazione (§ precedente paragrafo 4.4.2), restano immutate tutte le impostazioni di calcolo relative alla discretizzazione del dominio (quote altimetriche/orografia ed edifici), alla caratterizzazione delle sorgenti (volumi di traffico e velocità di percorrenza dei tratti) ed alla ricostruzione del modello digitale del terreno (§ precedente Figura 14) (per ulteriori dettagli si può fare riferimento a quanto esposto nel precedente paragrafo 4.4.1), ma è stata aggiunta la discretizzazione delle barriere in configurazione ottimizzata e, a seguito della previsione di stesura di un manto stradale di finitura fonoassorbente, è stato inserito un fattore di attenuazione pari a 3 dB delle emissioni stradali generate dal tronco di Via XXIV Maggio compreso tra la rotonda 5 e l'estremità meridionale del quartiere I Passi.

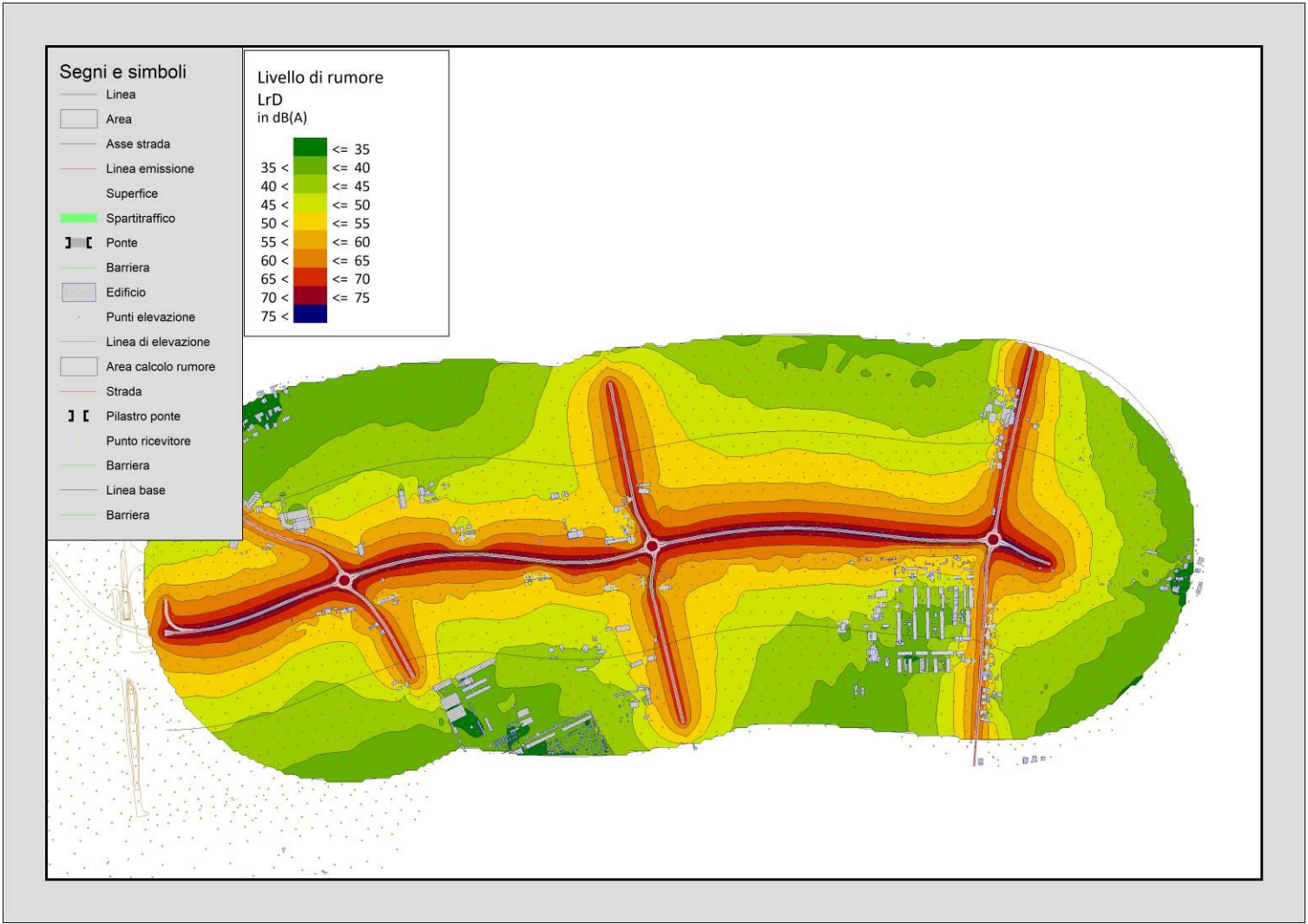
Si tenga presente che, anche in questo caso, le simulazioni effettuate trascurano completamente gli effetti di ogni altra sorgente eventualmente presente entro l'area di indagine diversa da quelle connesse al futuro esercizio sia del lotto 3-5 della nuova circonvallazione Nord-Est di Pisa, compresa tra le rotonde 3 e 5, sia degli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio (con aggiunta di asfaltatura fonoassorbente), tutte gravate dei flussi di traffico previsto al 2038 per l'ora di punta del mattino. Conseguentemente i livelli simulati possono essere confrontati direttamente con i limiti di immissione previsti dal D.P.R. 142/2004 per il rumore generato da infrastrutture stradali di nuova realizzazione, nel caso del nuovo tracciato tra le rotonde 3 e 5 (65/55 dB(A) per i periodi diurno/notturno, entro la fascia di pertinenza acustica, di ampiezza 250 m dal bordo strada (infrastruttura di tipo C1)), o di infrastrutture esistenti, in riferimento a Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio (nelle condizioni maggiormente restrittive (infrastruttura di tipo E), 65/55 dB(A) per i periodi diurno/notturno (rif. vigente zonizzazione, classe IV)), entro una fascia di pertinenza acustica, di ampiezza 30 m dal bordo strada).

Le seguenti mappe (Figura 29 e Figura 30) (non riportate in scala) mostrano l'andamento delle isolinee di livello di pressione acustica rispettivamente per i periodi di riferimento diurno e notturno, come risultanti dalle

simulazioni eseguite in configurazione di effettivo esercizio della nuova infrastruttura (e dei tracciati storici della viabilità in intersezione alla nuova tangenziale) ed in presenza di mitigazioni, ovvero con le barriere acustiche, ottimizzate in altezza e posizionamento planimetrico (§ precedente paragrafo 4.5), a protezione dei recettori limitrofi al sedime stradale che sono stati preventivamente individuati come esposti a livelli di pressione acustica superiori ai limiti di legge, e con la previsione di stesura di un manto stradale di finitura ad elevate caratteristiche fonoassorbenti per il tronco di Via XXIV Maggio compreso tra il suo innesto sulla rotatoria 5 della nuova tangenziale di Pisa e l'estremità meridionale del quartiere I Passi.

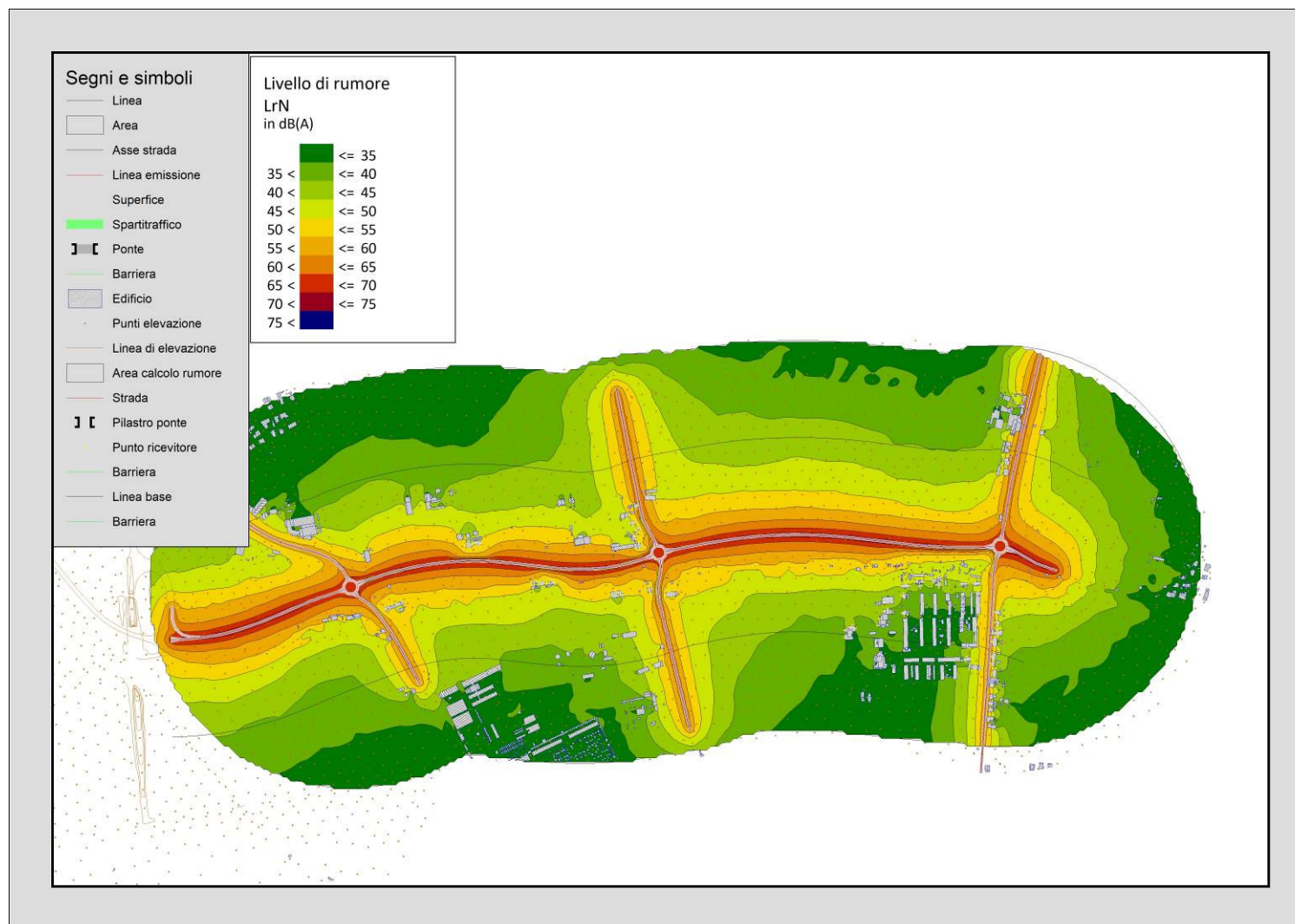
Come già precedentemente accennato, i livelli di pressione acustica previsti puntualmente ai recettori (tutti i piani e tutte le facciate esposte) sono riportati nella tabella dell'Allegato 4, che permette un confronto diretto tra i dati già presentati in riferimento allo scenario post operam non mitigato (§ precedente paragrafo 4.4.2 e Allegato 3), e quelli previsti invece a valle del procedimento di ottimizzazione del posizionamento planimetrico e dell'altezza delle barriere e dell'ulteriore intervento di mitigazione previsto per Via XXIV Maggio e consistente nella stesura di un manto di finitura fonoassorbente.

Al solito, per la localizzazione planimetrica generale degli edifici recettore si può fare riferimento alla precedente Figura 7 (o Figura 19) ed alle immagini da Figura 16 a Figura 18 (o da Figura 25 a Figura 28 con il posizionamento anche delle barriere), mentre la nomenclatura è illustrata nelle precedenti immagini da Figura 9 a Figura 11. Facendo riferimento ai limiti di legge poco sopra citati (ex D.P.R. 142/2004), i livelli evidenziati in rosso rappresentano i superamenti dei limiti stessi.



**Figura 29** Mappa di previsione delle curve di isolivello per il periodo diurno in presenza di mitigazioni acustiche





**Figura 30** Mappa di previsione delle curve di isolivello per il periodo notturno in presenza di mitigazioni acustiche

Per la configurazione acusticamente ottimizzata delle opere di mitigazione messa a punto nel corso di questo studio, l'esame sia delle precedenti mappe di Figura 29 (periodo diurno) e di Figura 30 (periodo notturno), sia dei valori numerici di livello di pressione acustica previsto puntualmente ai recettori, riportati nella tabella dell'Allegato 4, permette di evidenziare che tutti i recettori residenziali presenti nelle immediate vicinanze del sedime stradale della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa risultano interessati da livelli di pressione acustica conformi ai limiti di legge; anche i recettori per i quali si prevedevano originariamente, in assenza di opere di mitigazione, livelli di pressione acustica particolarmente elevati, risultano ora, in presenza delle barriere ottimizzate, essere caratterizzati da un clima acustico adeguato ad un utilizzo residenziale degli spazi.

In riferimento ai recettori presenti lungo la viabilità afferente e, in particolare, lungo Via San Jacopo (tronco a Nord della tangenziale) e Via XXIV Maggio (tronco a Sud della tangenziale), per i quali, nello scenario post operam non mitigato, erano stati evidenziati superamenti dei limiti di legge ai recettori, indotti dal previsto incremento di traffico lungo la viabilità afferente stessa, i dati riportati nella tabella dell'Allegato 4 mostrano ancora la presenza di alcuni residui superamenti anche per lo scenario post operam mitigato, sempre nelle condizioni di traffico dell'ora di punta del mattino, all'orizzonte temporale del 2038. In particolare, per il recettore 22 (§ seguente Figura 31), localizzato lungo Via San Jacopo a Nord del tracciato della tangenziale e distante dal nodo 4 circa 150 m, i livelli previsti risultano ancora significativamente superiori ai limiti di legge (65/55 dB(A) per il periodo diurno/notturno):

Facciata Est	Piano terra	periodo diurno	73.8	periodo notturno	65.9
	Primo piano	periodo diurno	72.7	periodo notturno	64.8
Facciata Sud	Piano terra	periodo diurno	67.0	periodo notturno	59.1
	Primo piano	periodo diurno	68.3	periodo notturno	60.5

Rispetto allo scenario ante operam, per lo scenario post operam mitigato (ora di punta, al 2038) si evidenziano incrementi compresi tra circa 4 e 6 dB(A).



**Figura 31 Edificio recettore 22, lungo il tronco Nord di Via San Jacopo**

Questo recettore isolato, come si può vedere dalla precedente immagine di Figura 31, risulta tuttavia localizzato immediatamente a bordo strada, e con la facciata maggiormente esposta, quella Est, priva di aperture su locali di residenza/permanenza continuativa di persone; in questo caso non è quindi possibile prevedere efficaci interventi di mitigazione a mezzo di barriere acustiche. Piuttosto appare opportuno programmare, per questo recettore, l'esecuzione di rilievi sperimentali di dettaglio dopo la realizzazione e l'entrata in esercizio della tangenziale Nord-Est di Pisa, al fine di verificare se effettivamente, e/o in che misura, la sua esposizione al rumore originato dal traffico dell'ora di punta in transito lungo Via San Jacopo



superi i limiti di legge. A valle di questi rilievi, si potrà poi valutare se prevedere interventi passivi direttamente al recettore o se invece procedere, per un opportuno tratto della Via San Jacopo antistante ad esso, alla stesura di un manto di finitura del piano stradale con materiale dotato di elevate caratteristiche fonoassorbenti: un simile intervento produrrebbe, come già precedentemente illustrato, un abbattimento dei livelli di pressione acustica dell'ordine di 3 dB(A), riportandoli a valori molto vicini a quelli ricostruiti per lo scenario ante operam.

In riferimento invece ai recettori presenti lungo Via XXIV Maggio, a parte i piccoli superamenti dei limiti di legge previsti al 3° e 4° piano della facciata Est del recettore 5 del quartiere I Passi (0.2 e 0.9 dB(A) solo in periodo notturno) ed al 4° ed ultimo piano della facciata Est del recettore 8, sempre ai Passi (0.2 dB(A) solo in periodo notturno), che certamente possono rientrare nell'accuratezza modellistica, si possono evidenziare residui superamenti dei limiti di legge sulle facciate Ovest di alcuni degli edifici presenti lungo il lato orientale della strada. Come si può immediatamente rilevare dalla seguente Figura 32, il loro posizionamento appare tuttavia direttamente a bordo strada, rendendo di fatto improponibile la realizzazione di interventi di mitigazione a mezzo barriere acustiche, ma permettendo di ottenere interessanti risultati mitigativi prevedendo, come effettivamente fatto per le simulazioni nello scenario post operam mitigato, la stesura di asfalto fonoassorbente lungo il tratto di Via XXIV Maggio ad essi immediatamente antistante, ovvero lungo tutto il tratto compreso tra l'innesto sulla rotatoria del nodo 5 della tangenziale e l'estremo meridionale del quartiere I Passi. L'intervento individuato potrebbe rientrare in una sorta di compensazione finalizzata al controllo dell'esposizione dei recettori alle emissioni acustiche supplementari generate dall'incremento di traffico auto veicolare lungo Via XXIV Maggio direttamente indotto, sempre per l'ora di punta del mattino e proiettato al 2038, dalla realizzazione della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa.



**Figura 32 Edifici recettore presenti lungo il lato orientale di Via XXIV Maggio in corrispondenza dell'intersezione semaforica con Via De Sanctis al quartiere I Passi**

La seguente Tabella 4 riassume i livelli, già presentati in dettaglio nelle tabelle dell'Allegato 3 (scenario ante operam e post operam non mitigato) e dell'Allegato 4 (scenario post operam non mitigato e mitigato), previsti per gli scenari ante e post operam mitigato (ora di punta del traffico, prevista per il 2038) per i recettori individuati ai vari piani delle facciate Ovest degli edifici 14, 17, 18 e 19. Si osservi che, rispetto allo stato ante operam, gli incrementi prevedibili per lo scenario post operam in presenza di asfalto fonoassorbente risultano compresi tra 0.3 e 0.5 dB(A), a dimostrazione che il previsto intervento di mitigazione (stesura di asfaltatura fonoassorbente) permette di ricondurre i livelli previsti in configurazione post operam a valori molto simili a quanto ricostruito per lo scenario ante operam, che comunque già mostrava la presenza di

alcuni superamenti dei limiti di legge compresi tra 1.1 e 3.2 dB(A), rispettivamente per i periodi diurno e notturno.

**Tabella 4 Confronto dei livelli di pressione acustica ricostruiti/previsti per lo scenario ante operam e post operam mitigato in corrispondenza delle facciate Ovest dei recettori presenti lungo il lato orientale di Via XXIV Maggio**

Recettore	Piano	Scenario ante operam		Scenario post operam mitigato		Variazione ante/post operam	
		Periodo diurno	Periodo notturno	Periodo diurno	Periodo notturno	Periodo diurno	Periodo notturno
Recettore 14	Piano terra	64,3	56,3	64,6	56,8	0,3	0,5
	Piano 1	64,4	56,4	64,8	56,9	0,4	0,5
Recettore 17	Piano terra	65,8	57,9	66,2	58,3	0,4	0,4
	Piano 1	65,3	57,3	65,6	57,7	0,3	0,4
Recettore 18	Piano terra	66,0	58,0	66,3	58,4	0,3	0,4
	Piano 1	65,5	57,5	65,8	57,9	0,3	0,4
Recettore 19	Piano terra	66,1	58,2	66,5	58,6	0,4	0,4
	Piano 1	65,5	57,5	65,8	57,9	0,3	0,4

NB: in rosso sono evidenziati i superamenti dei limiti di legge

#### 4.7 Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione

Il procedimento adottato per l'ottimizzazione della dislocazione planimetrica e delle altezze dei singoli tronchi di barriera, di cui al precedente paragrafo 4.5, ha portato alla definizione di un sistema mitigativo completo, ma che non tiene conto di eventuali ulteriori limitazioni e/o vincoli. In particolare, uno dei presupposti fondamentali per la posa in opera delle barriere è costituito dalla necessità di mantenere un ridotto impatto vedutistico d'insieme, non alterando troppo la possibilità di spaziare visivamente attorno all'infrastruttura in esame: una barriera a bordo strada ovviamente impedisce la libera fruizione della visibilità dei luoghi circostanti. Inoltre è necessario mantenere il libero accesso alle aree limitrofe al tracciato stradale lungo il quale si prevede di realizzare i sistemi di mitigazione acustica.

D'altra parte è anche necessario sottolineare che, per altezze dei moduli di barriera inferiori a 2 m, non appare significativo procedere alla realizzazione del sistema schermante: tenendo conto che le simulazioni sono state condotte per uno scenario massimale, ovvero in riferimento all'ora di punta del traffico, e quindi cautelativo nei confronti di ogni eventuale recettore (specialmente per il periodo notturno, per il quale i flussi di traffico lungo la nuova tangenziale sono stati impostati forfettariamente al 30% di quelli diurni), la realizzazione di barriere così basse potrebbe risultare, all'atto pratico, inutile, anche perché i potenziali limitati superamenti dei limiti di legge che rendono necessaria la realizzazione delle stesse, potrebbero essere stati previsti solo a causa delle approssimazioni cautelative utilizzate.

Infine è necessario anche limitare l'eccessiva frammentazione dei sistemi di mitigazione, prevedendo comunque l'unione dei tronchi di barriere, come derivanti dal procedimento iterativo di ottimizzazione delle altezze, la cui separazione sia inferiore a circa 10 m.

Alla luce di quanto ora esposto, appare accettabile che, in fase di ingegnerizzazione dei sistemi mitigativi, possa non essere prevista la realizzazione delle barriere presenti lungo il tronco 3-4 in prossimità del nodo 3 (barriera 2 e 3 di cui alla precedente Tabella 3 e Figura 25): le altezze comprese tra 0.5 e 1.00 m di altezza ne rendono infatti pressoché ininfluenti gli effetti tenuto conto delle approssimazioni di calcolo adottate. Anche la realizzazione della barriera 1 (§ precedente Tabella 3 e Figura 25), prevista a protezione di un edificio pesantemente danneggiato e comunque diroccato, potrebbe essere, almeno per questa fase progettuale, trascurata: per questa categoria di edifici non si ritiene infatti giustificabile, allo stato attuale, un impegno progettuale e di spesa per la messa in opera di presidi di mitigazione acustica che andrebbero così a proteggere situazioni ormai degradate e non più recuperabili come effettivi recettori. La messa a punto di eventuali sistemi di mitigazione potrà tuttavia essere prevista nell'ambito di una successiva fase progettuale e/o qualora venisse richiesto il recupero edilizio del recettore interessato.

Per quanto riguarda la barriera 6 (§ precedente Tabella 3 e Figura 27), non presentando altezze superiori ai 2 m, può tranquillamente non essere realizzata senza indurre previsioni di importanti peggioramenti del clima acustico ai recettori.

La trattazione dell'ingegnerizzazione della barriera 7 (§ precedente Tabella 3 e Figura 27) appare invece un po' più complessa: tralasciando la realizzazione della sua parte iniziale, lungo il tronco tra i nodi 3 e 4, fino circa alla progressiva 20 m, punto in cui le altezze ottimizzate superano i 2 m, essa deve necessariamente essere interrotta, alla progressiva 45 m circa (altezza del tronco: 3 m uniforme), in corrispondenza della rotatoria del nodo 4 a causa della presenza della pista ciclabile che permette l'attraversamento in corrispondenza dell'incrocio a rotatoria con Via San Jacopo. Nel tratto di riconnessione al tracciato storico di Via San Jacopo a Nord del nuovo tracciato in progetto, la barriera dovrebbe poi essere realizzata con numerose interruzione a causa della necessità di garantire gli accessi alle proprietà prospicienti la strada, rendendo del tutto inutile la sua realizzazione che perderebbe efficacia.

Resta invece importante prevedere la realizzazione delle barriere 4 e 5 (§ precedente Tabella 3 e Figura 26) a protezione degli edifici che sorgono entro l'area immediatamente limitrofa al tracciato del lotto 3-5 della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa.

Per le barriere 8 e 9 (§ precedente Tabella 3 e Figura 27) si potrà invece evitare la relativa messa in opera in quanto i superamenti dei limiti di legge per i quali si è previsto di realizzarle derivano esclusivamente dalle emissioni del traffico autoveicolare in transito su Via San Jacopo: per i recettori cui queste due barriere possono offrire protezione (edificio 23 e 24 come da precedente Figura 10), il ranking delle sorgenti prodotto dal codice di simulazione mostra infatti che il contributo apportato a questi recettori dal traffico in transito lungo il tronco nodo 3/nodo 4 della tangenziale di Pisa è significativamente, ovvero più di 10 dB(A), inferiore rispetto a quanto induce il tracciato di Via San Jacopo, che determina quindi in massima parte i superamenti dei limiti di legge. Non essendo Via San Jacopo oggetto di riqualificazione, a meno del raccordo con la rotatoria del nodo 4, su di essa non si prevedono interventi di mitigazione. Nel caso, in fase di futuro reale esercizio della nuova tangenziale, l'esecuzione di rilievi sperimentali dovesse evidenziare superamenti dei limiti di legge, si potrà eventualmente prevedere la realizzazione di interventi passivi sugli edifici interessati, non essendo perseguibile la realizzazione di barriere acustiche a bordo strada che limiterebbero troppo l'accesso alle aree private prospicienti il tracciato stradale ed impatterebbero eccessivamente sulla libera fruizione vedistica dei luoghi. Alternativamente, sempre a valle di eventuali evidenze sperimentali della presenza di superamenti dei limiti di legge, si potrà prevedere la stesura di asfalto dotato di elevate caratteristiche fonoassorbenti per il breve tratto di Via San Jacopo immediatamente antistante i recettori impattati.

Infine, per quanto riguarda la barriera 10 (§ precedente Tabella 3 e Figura 30), a protezione dei recettori del quartiere I Passi, è possibile limitarne la realizzazione dalla progressiva 25 m fino al ponte sul Fiume Morto lungo Via XXIV Maggio, con altezza costante a 3 m, che si incrementa a 4 e 5 m in corrispondenza della rotatoria del nodo 5.

Le seguenti Figura 33, Figura 34 e Figura 35 mostrano la disposizione planimetrica e di altezze della configurazione minima di barriere che si ritiene necessario porre in opera per garantire un'adeguata protezione acustica dei luoghi di interesse.

Per ulteriori dettagli sull'effettiva ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione messi a punto si può fare riferimento alla specifica tavola progettuale (elaborato 11.1.2).



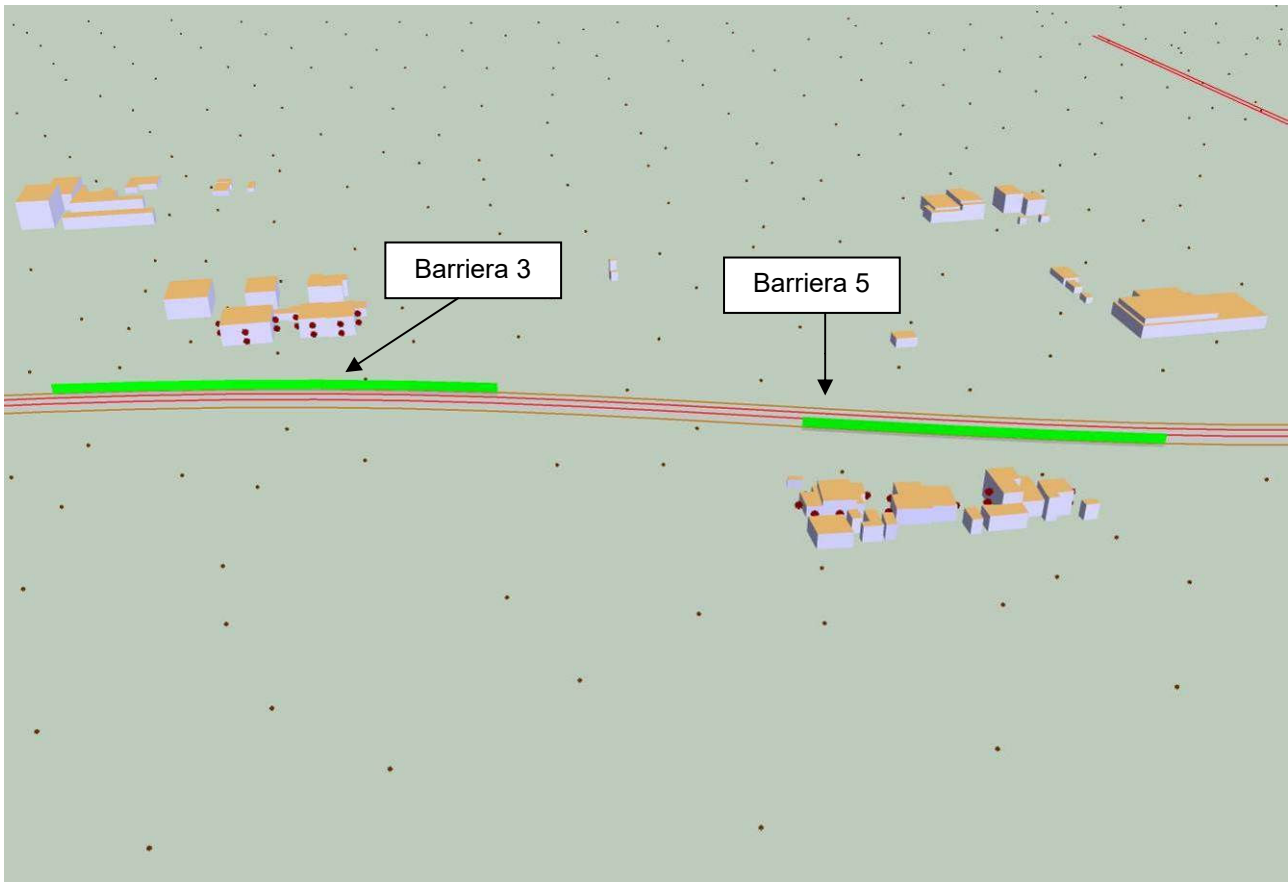


Figura 33 Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione – Area lungo il tronco nodo3/nodo 4 -  
Disposizione planimetrica ed altezza dei segmenti di barriere ottimizzate

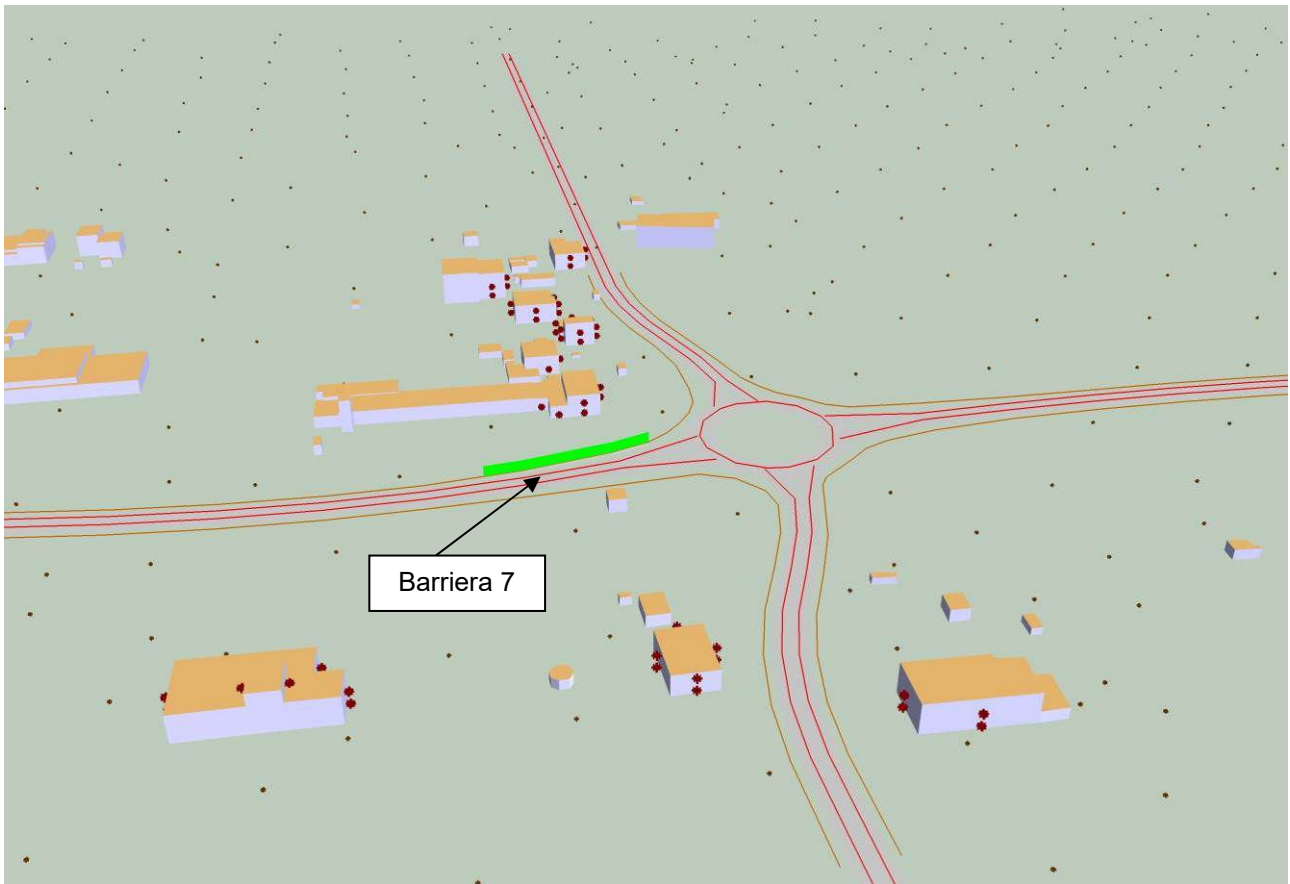


Figura 34 Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione – Area limitrofa al nodo 4 - Disposizione planimetrica ed altezza dei segmenti di barriere ottimizzate



**Figura 35 Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione – Area limitrofa al quartiere I Passi/nodo 5 - Disposizione planimetrica ed altezza dei segmenti di barriere ottimizzate**

#### **4.8 Verifica supplementare del rispetto dei limiti per l'area dell'edificio *cohousing* attualmente in fase di realizzazione presso il quartiere I Passi**

Nel corso di alcuni sopralluoghi eseguiti in fase di verifica della presenza di ulteriori nuove edificazioni rispetto a quanto precedentemente indicato, è stato possibile individuare che, presso il quartiere I Passi, nel Comune di Pisa, lungo Via Belli risulta attualmente in fase di realizzazione un nuovo edificio residenziale comprendente n° 18 alloggi E.R.P. e locali a finalità sociale. Il progetto è stato presentato da A.P.E.S s.c.p.a per il Comune di Pisa nell'ambito dell'Azione 9.3.5 - HOPE "Soluzioni Abitative a Pisa per l'Inclusione Sociale e l'Impegno per Anziani". La seguente Figura 36, tratta dalla Relazione generale tecnico illustrativa del progetto, mostra la localizzazione dell'area attualmente impegnata dal cantiere per la realizzazione del nuovo edificio di cui si tratta. Dalla stessa relazione e dal sopralluogo effettuato, si evince che l'edificio avrà quattro piani fuori terra di cui il piano terra composto da ambienti destinati all'attività sociale ed i tre piani superiori destinati alle residenze (n°6 per ciascun piano). La successiva Figura 37 mostra l'attuale stato di avanzamento dei lavori (giugno 2020).

Ai fini della verifica previsionale del rispetto dei requisiti acustici passivi ex D.P.C.M. 5/12/1997, dettagliatamente illustrata nella relazione a firma di Ing. Federico Boschi (documento "Intervento "I Passi" – Valutazione preventiva delle prestazioni acustiche – Verifica con D.P.C.M. 05/12/1997", avente ad oggetto: Nuovo edificio residenziale composto di 18 unità abitative oltre a locali ad uso cohousing - località I Passi, via Belli - Pisa (Pi), pubblicato in data 24/06/2017), il nuovo edificio è stato classificato come a destinazione residenziale ed assimilabile (categoria A), escludendo quindi la possibilità che l'edificio stesso possa essere invece classificato come recettore sensibile (residenza per anziani, categoria D ex D.P.C.M. 05/12/1997, Allegato A, tabella B). Analogamente il cartello di cantiere e la già citata Relazione generale tecnico illustrativa non cita la possibilità di destinazione del nuovo edificio come residenza sanitaria assistenziale, che invece rientrerebbe nella tipologia di recettore sensibile.



In definitiva quindi l'edificio attualmente in costruzione deve essere considerato come a "destinazione residenziale ed assimilabile" e non come recettore sensibile.

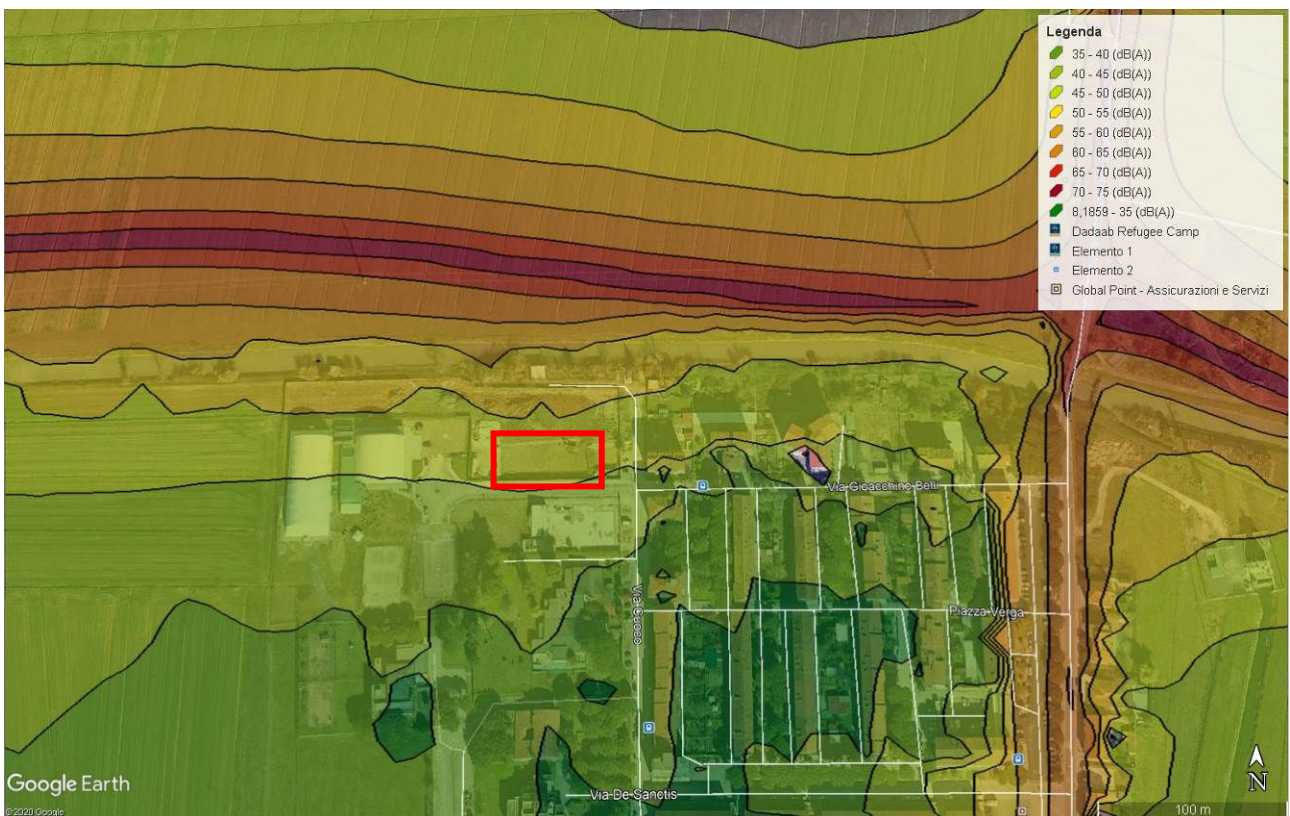


Figura 36 Localizzazione dell'area entro cui si sta realizzando il nuovo edificio residenziale



Figura 37 Cantiere del nuovo edificio residenziale (giugno 2020)

La successiva immagine di Figura 38 mostra un estratto di dettaglio, sovrapposto alla fotogrammetria locale (estratto da Google Earth), dell'andamento delle isolinee di livello di pressione acustica previste, in periodo notturno (il più stringente in termini di limiti da rispettare), per l'area in esame in configurazione di effettivo esercizio (ora di punta del mattino, proiettata all'anno 2038) del lotto 3-5 della nuova tangenziale di Pisa, come derivante dalle simulazioni illustrate nel precedente paragrafo 4.6, ovvero per lo scenario post operam con mitigazioni ottimizzate. In essa è ben identificabile, contornata in rosso, l'area attualmente interessata dal cantiere per la realizzazione del nuovo edificio residenziale di cui si tratta. Come si può immediatamente rilevare da essa, i livelli indotti dall'esercizio del lotto 3-5 della tangenziale di Pisa si attestano su valori compresi tra 45 e 50 dB(A), inferiori al livello soglia di 55 dB(A) per il quale si sono individuate le aree di potenziale criticità e per le quali si sarebbe reso necessario un esame di dettaglio al fine di ottimizzare gli interventi di mitigazione. L'area in esame non rientra quindi tra quelle di possibile individuazione di superamenti dei limiti di legge per il periodo notturno.



**Figura 38 Estratto di dettaglio dell'andamento delle isolinee di livello di pressione acustica per lo scenario post operam mitigato in periodo notturno nell'area di futura realizzazione del cohousing I Passi**

Nonostante l'evidenza dell'inutilità a procedere a specifiche indagini per la messa a punto di sistemi di mitigazione per l'area in esame, si è ugualmente eseguita una simulazione di dettaglio (scenario post operam mitigato in periodo diurno/notturno) posizionando appositi recettori puntuali di calcolo sulle future facciate Nord, Est ed Ovest ed ai vari piani (piano terra, oltre a 3 piani fuori terra) dell'edificio attualmente in fase di realizzazione.

La seguente Tabella 5 illustra i livelli di pressione acustica previsti sulle tre facciate Nord, Est ed Ovest ed ai vari piani dell'edificio (1,5 m al di sopra del piano di calpestio di ciascun piano). Come si può rilevare il livello limite di 55 dB(A) in periodo notturno ex D.P.R. 142/2004 non viene mai raggiunto. Analogamente, anche in periodo diurno non si raggiunge mai il livello limite di 65 dB(A), sempre previsto dal D.P.R. 142/2004.



**Tabella 5 Livelli di pressione acustica previsti per lo scenario post operam mitigato ai recettori del nuovo edificio di cohousing del quartiere I Passi**

Facciata	Piano	Livelli simulati	
		Periodo diurno	Periodo notturno
Facciata Est	Piano terra	44,2	39,0
	Piano 1	47,9	42,7
	Piano 2	50,5	45,3
	Piano 3	52,1	46,9
Facciata Ovest	Piano terra	44,7	39,5
	Piano 1	50,2	44,9
	Piano 2	54,5	49,2
	Piano 3	55,9	50,6
Facciata Nord	Piano terra	47,8	42,6
	Piano 1	53,0	47,8
	Piano 2	57,0	51,8
	Piano 3	58,1	52,9

#### 4.9 Scenario transitorio

La realizzazione della progettazione dell'intero tracciato della tangenziale Nord-Est di Pisa è stata suddivisa in diversi lotti funzionali, di cui solo alcuni (lotto stralcio 1-2, lotto 1-3, lotto 3-5 e lotto 10-12) sono compresi nella procedura di cui si tratta in questo documento. I tempi di completamento del progetto per i vari lotti sono inoltre diversificati, come pure saranno diversi i cronoprogrammi esecutivi ed i tempi di effettiva realizzazione delle opere.

Tenuto inoltre conto del fatto che il lotto 3-5 di cui si tratta comprende un nodo terminale dell'intera infrastruttura stradale in progetto (nodo 5), e che la prosecuzione della progettazione della tangenziale di Pisa ad Est di tale nodo terminale, per gli eventuali lotti 5-10 di cui al progetto preliminare, sarà oggetto di altra procedura ed altra attività progettuale, si ritiene opportuno studiare anche uno scenario previsionale supplementare relativo ad uno stato transitorio, ovvero alla situazione trasportistica con completa realizzazione dei lotti infrastrutturali dal nodo 1 al nodo 5, ma senza la prosecuzione dell'opera oltre quest'ultimo nodo terminale, prevista per un distinto appalto progettuale; in tale situazione è già possibile prevedere qualitativamente che l'utenza trasportistica possa mostrare un'inferiore preferenza nell'utilizzo anche del lotto 3-5, in quanto esso porterebbe ad un punto terminale cieco, costituito dal nodo 5, ove sarebbe comunque costretta a ridirigersi verso la città di Pisa utilizzando Via XXIV Maggio, tracciato certamente poco efficiente (presenza di passaggio a livello) e già al limite di utilizzo nelle attuali condizioni.

In questo paragrafo si descrivono quindi i risultati dell'attività di modellizzazione matematica del sistema in esame nello scenario di esercizio in fase transitoria, come sopra descritta nelle sue linee generali, della nuova infrastruttura stradale in progetto, gravata dei flussi di traffico previsti per l'ora di punta del mattino (tra le 7.00 e le 9.00) all'orizzonte temporale del 2038, con le opere di mitigazione (barriere acustiche a bordo strada della nuova tangenziale Nord-Est di Pisa) ottimizzate secondo il procedimento illustrato nel precedente paragrafo 4.5 e prevedendo la stesura di asfalto fonoassorbente anche lungo parte della viabilità afferente e, in particolare, lungo il tronco di Via XXIV Maggio compreso tra l'innesto della stessa sulla rotatoria 5 della nuova tangenziale e l'estremo meridionale del quartiere I Passi.

Rispetto alle simulazioni di mappa condotte per lo scenario post operam a completa realizzazione dell'intera tangenziale di Pisa ed in presenza di sistemi di mitigazione (§ precedente paragrafo 4.6), restano immutate tutte le impostazioni di calcolo relative, in particolare, alla discretizzazione del dominio (quote altimetriche/orografia ed edifici) e delle barriere in configurazione ottimizzata (§ precedente paragrafo 4.5) ed alla ricostruzione del modello digitale del terreno (§ precedente Figura 14) (per ulteriori dettagli si può fare riferimento a quanto esposto nel precedente paragrafo 4.4.1); analogamente, si sono mantenute immutate le caratteristiche fonoassorbenti per il manto stradale che si prevede di utilizzare, in fase mitigativa, per la riasfaltatura di Via XXIV Maggio (attenuazione: - 3 dB(A)) e le velocità di percorrenza di tutti i vari tratti stradali, mentre i flussi di traffico che interessano sia il tronco principale della nuova tangenziale di Pisa, che il tratto di Via XXIV Maggio a Sud del suo innesto sulla tangenziale stessa, in corrispondenza della rotatoria

del nodo 5, sono stati determinati sulla base delle risultanze di uno specifico scenario di simulazione del modello trasportistico che prevede l'assenza dell'innesto Est della rotatoria terminale dell'intervento in progetto, verso i lotti funzionali 5-10. I risultati di tale studio sono riassunti nella seguente Tabella 6.

**Tabella 6 Scenario transitorio – Flussi di traffico alla rotatoria del nodo 5 per l'ora di punta del mattino (tra le 7.00 e le 9.00) all'orizzonte temporale del 2038**

Direttrice	Flussi di traffico bidirezionali (Veicoli/ora)
Tangenziale Nord-Est di Pisa, direzione Ovest	608
Via XXIV Maggio, direzione Pontasserchio (Nord)	955
Tangenziale Nord-Est di Pisa, direzione Est	0
Via XXIV Maggio, direzione Pisa (Sud)	711

Come si può notare, i volumi di traffico che interessano Via XXIV Maggio a Nord della rotatoria del nodo 5, in direzione Pontasserchio, risultano lievemente inferiori rispetto a quanto previsto per lo scenario a completa realizzazione della tangenziale (955 passaggi/ora nello scenario transitorio, a fronte di 976 passaggi/ora in configurazione a regime completo (§ precedente Figura 15)), mentre un discreto incremento si registra per il suo tronco Sud, in direzione della città di Pisa (593 passaggi/ora nello scenario a regime completo (§ precedente Figura 15); 711 passaggi/ora nello scenario transitorio); significativamente inferiori sono invece, come già prevedibile qualitativamente, i flussi che interessano il tracciato principale della tangenziale di Pisa ad Ovest del suo nodo terminale: qui i passaggi orari scendono dagli originari 1734 dello scenario a regime completo (con prosecuzione lungo i lotti 5-10) (§ precedente Figura 15) a 608 per lo scenario transitorio.

Si tenga presente che, anche in questo caso, le simulazioni effettuate trascurano completamente gli effetti di ogni altra sorgente eventualmente presente entro l'area di indagine diversa da quelle connesse al futuro esercizio sia del lotto 3-5 della nuova circoscrizione Nord-Est di Pisa, compresa tra le rotatorie 3 e 5 e comunque in regime transitorio, ovvero senza la sua naturale prosecuzione lungo i lotti 5-10, sia degli attuali tracciati delle Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio (con aggiunta di asfaltatura fonoassorbente), tutte gravate dei flussi di traffico previsto al 2038 per l'ora di punta del mattino, nello scenario transitorio (assenza dei lotti 5-10). Conseguentemente i livelli simulati possono essere confrontati direttamente con i limiti di immissione previsti dal D.P.R. 142/2004 per il rumore generato da infrastrutture stradali di nuova realizzazione, nel caso del nuovo tracciato tra le rotatorie 3 e 5 (65/55 dB(A) per i periodi diurno/notturno, entro la fascia di pertinenza acustica, di ampiezza 250 m dal bordo strada (infrastruttura di tipo C1)), o di infrastrutture esistenti, in riferimento a Via Pietrasantina, Via San Jacopo e Via XXIV Maggio (nelle condizioni maggiormente restrittive (infrastruttura di tipo E), 65/55 dB(A) per i periodi diurno/notturno (rif. vigente zonizzazione, classe IV)), entro una fascia di pertinenza acustica, di ampiezza 30 m dal bordo strada).

Le seguenti mappe (Figura 39 e Figura 40) (non riportate in scala) mostrano l'andamento delle isolinee di livello di pressione acustica rispettivamente per i periodi di riferimento diurno e notturno, come risultanti dalle simulazioni eseguite in configurazione di esercizio della nuova infrastruttura (e dei tracciati storici della viabilità in intersezione alla nuova tangenziale) in regime transitorio (assenza della prosecuzione della tangenziale Nord-Est di Pisa per i lotti funzionali 5-10) ed in presenza di mitigazioni, ovvero con le barriere acustiche, ottimizzate in altezza e posizionamento planimetrico (§ precedente paragrafo 4.5), a protezione dei recettori limitrofi al sedime stradale che sono stati preventivamente individuati come esposti a livelli di pressione acustica superiori ai limiti di legge, e con la previsione di stesura di un manto stradale di finitura dotato di elevate caratteristiche fonoassorbenti per il tronco di Via XXIV Maggio compreso tra il suo innesto sulla rotatoria 5 della nuova tangenziale di Pisa e l'estremità meridionale del quartiere I Passi.

Le successive Figura 41 e Figura 42 presentano, rispettivamente per il periodo diurno e per quello notturno, un ingrandimento dell'area interessata dalle variazioni indotte dall'esercizio in regime transitorio della tangenziale Nord-Est di Pisa, ovvero in assenza dei lotti funzionali 5-10 e con le previste variazioni dei flussi di traffico come illustrate nella precedente Tabella 6.

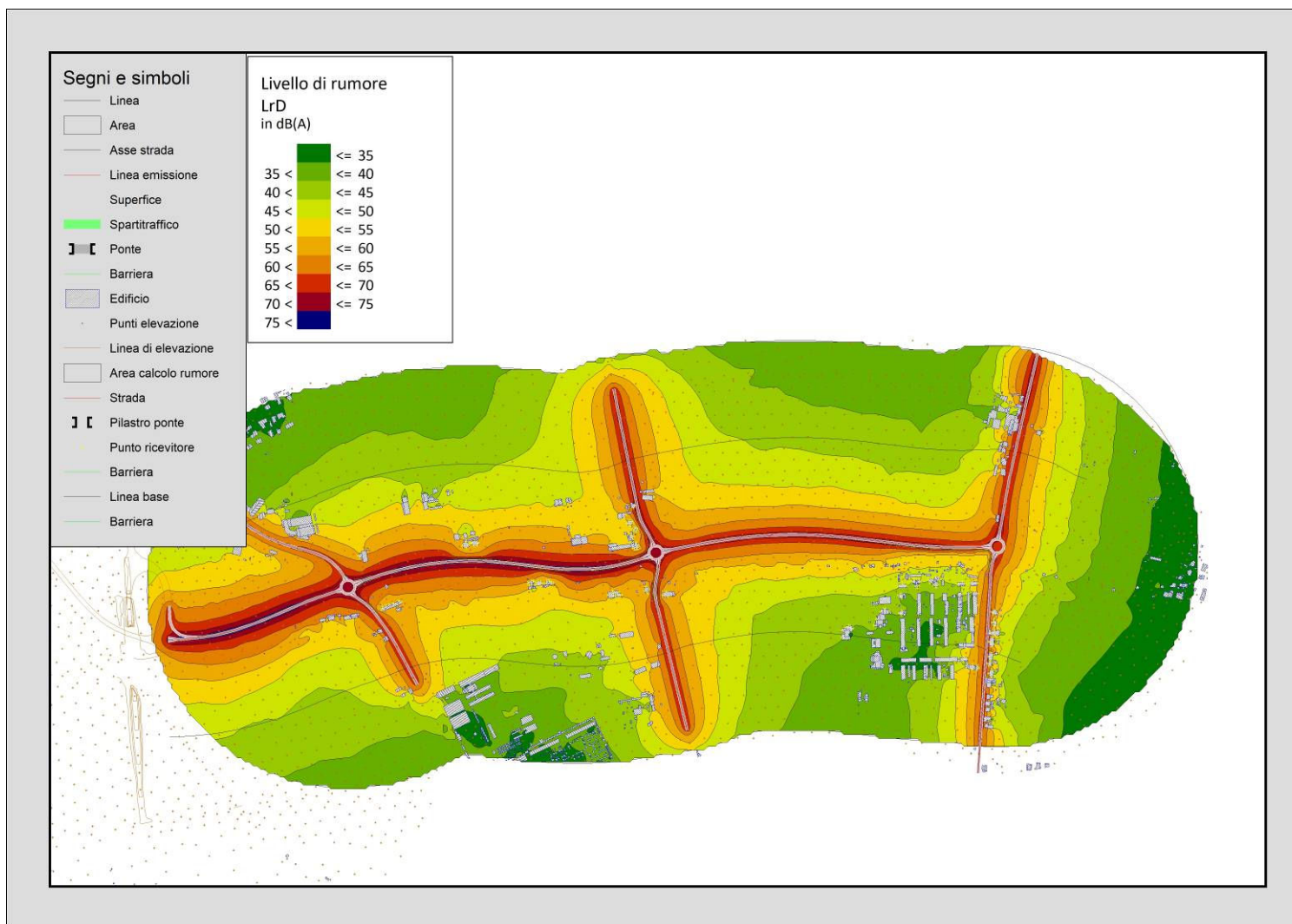


Figura 39 Mappa di previsione delle curve di isolivello in fase transitoria per il periodo diurno in presenza di mitigazioni acustiche

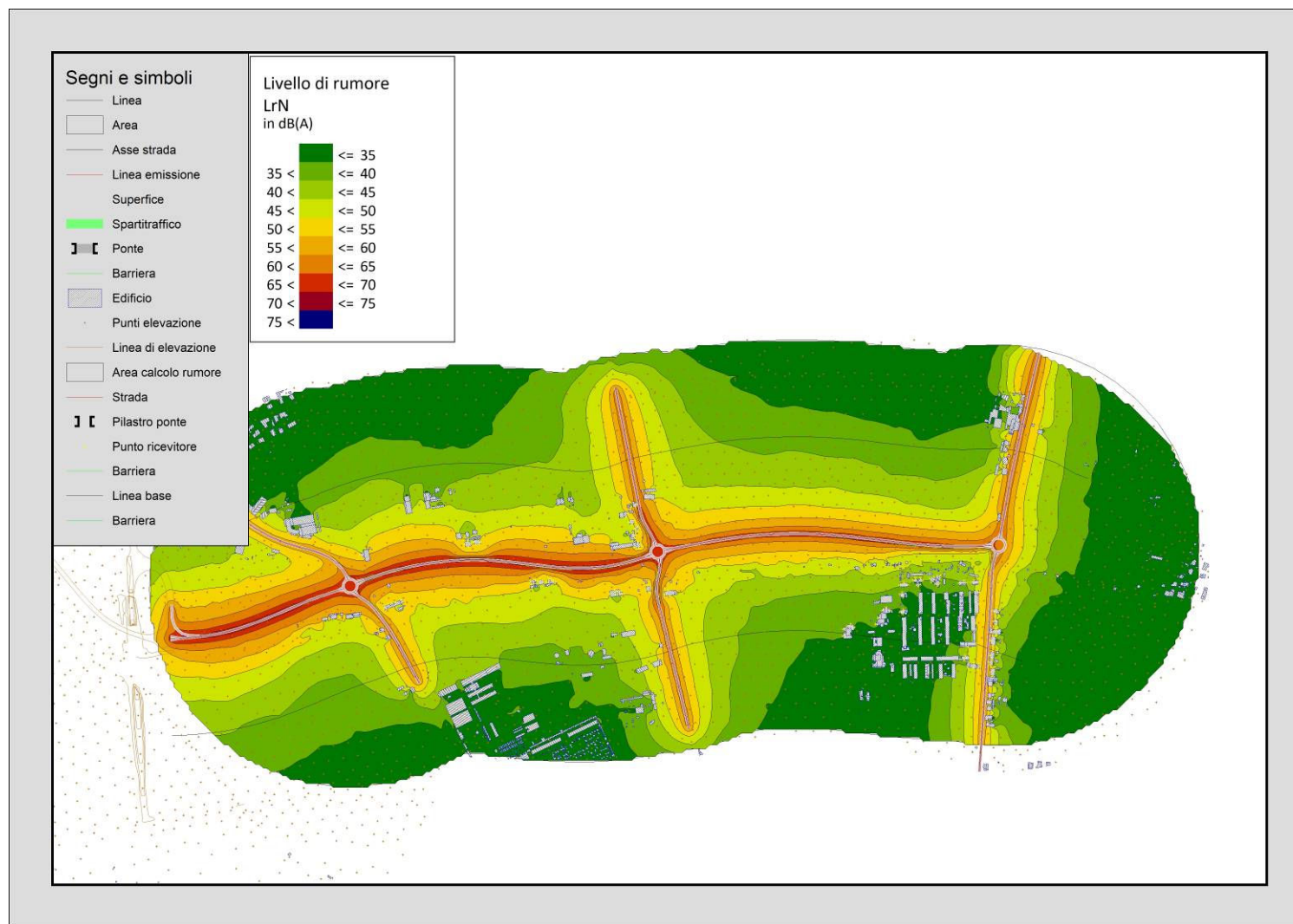
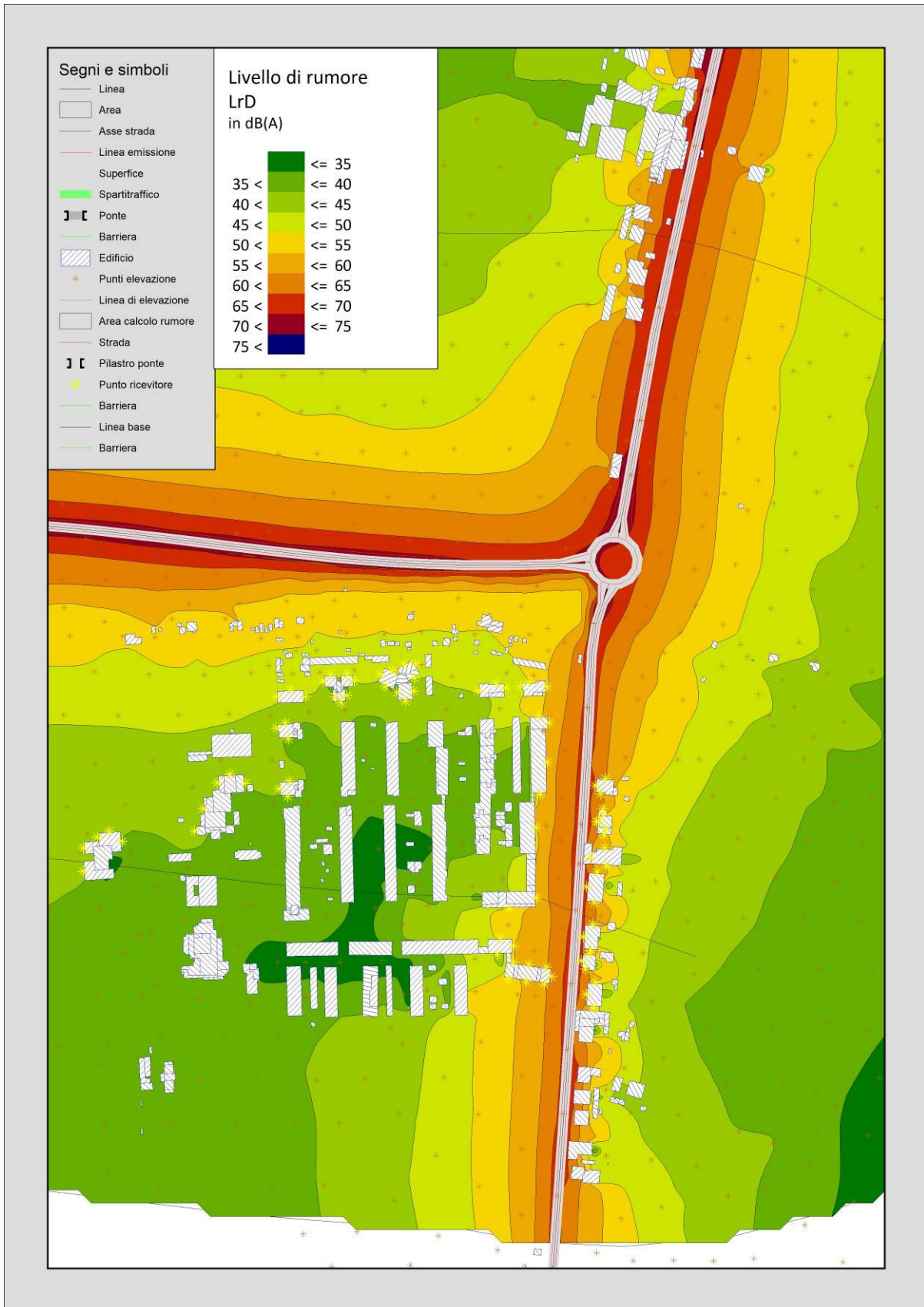


Figura 40 Mappa di previsione delle curve di isolivello in fase transitoria per il periodo notturno in presenza di mitigazioni acustiche





**Figura 41** Mappa di previsione delle curve di isolivello in fase transitoria per il periodo diurno in presenza di mitigazioni acustiche per il tronco Sud di Via XXIV Maggio



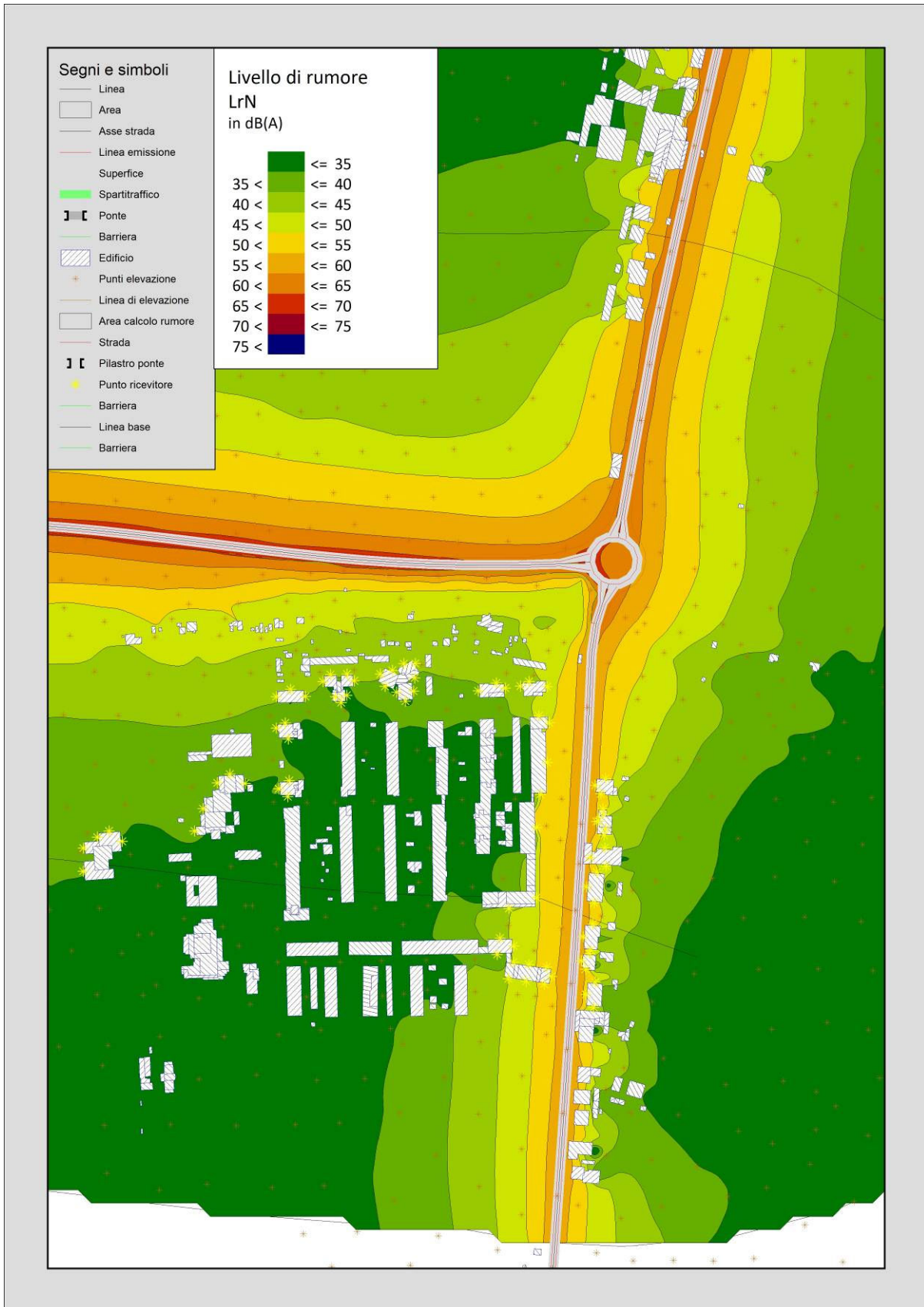


Figura 42 Mappa di previsione delle curve di isolivello in fase transitoria per il periodo notturno in presenza di mitigazioni acustiche per il tronco Sud di Via XXIV Maggio

L'analisi dei risultati delle simulazioni per lo scenario transitorio ora illustrate, mostra una significativa riduzione dell'esposizione per i recettori presenti lungo il tracciato principale della tangenziale Nord-Est di Pisa, ovviamente indotta dalla diminuzione dei flussi di traffico previsti lungo di essa (§ precedente Tabella 6), conseguenza diretta della ridotta fruibilità complessiva del sistema tangenziale dovuta alla mancanza dei lotti funzionali 5-10 a completamento del sistema stesso.

Lievi incrementi dei livelli previsti si rilevano invece in corrispondenza dei recettori presenti lungo il lato orientale di Via XXIV Maggio, anche in questo caso direttamente imputabili alle variazioni, in lieve aumento, dei flussi di traffico che interessano la Via in direzione della città di Pisa (§ ancora precedente Tabella 6).

Per lo scenario di simulazioni allo stato transitorio, ora in esame, sono disponibili anche i valori puntuali di livello di pressione acustica previsti in corrispondenza di tutti i recettori residenziali considerati: in Allegato 5 si riporta un estratto dei valori per i recettori del quartiere I Passi, raffrontato ai livelli previsti per la configurazione di tangenziale a regime, ovvero con tracciato completo, compresi i lotti 5-10, come già descritti nel precedente paragrafo 4.6 (scenario post operam mitigato). Si osservi che, a parte alcuni ulteriori superamenti che certamente possono rientrare nell'accuratezza modellistica (facciata Ovest del recettore 15 (superamento di 0.8 dB(A)) e facciata Ovest del recettore 20 (superamento di 0.3 dB(A))), si rileva un mancato rispetto dei limiti di legge in corrispondenza degli stessi recettori per i quali si erano già evidenziate non conformità legislative in riferimento allo scenario post operam mitigato (§ precedente paragrafo 4.6 e tabella dell'Allegato 4), ovvero alle facciate occidentali dei recettori 14, 17, 18 e 19, tutti localizzati lungo il lato orientale di Via XXIV Maggio. Tuttavia, anche in questo caso, se, per tali recettori, si raffrontano i livelli di pressione acustica ricostruiti per lo scenario ante operam con quelli previsti per lo scenario transitorio di cui si tratta (§ seguente Tabella 7), è possibile rilevare che gli incrementi dei livelli stessi si limitano, rispetto allo stato attuale (ante operam), a valori compresi tra 1,1 e 1.2 dB(A) per il periodo diurno e tra 1,1 e 1,3 dB(A) per quello notturno. Incrementi dei livelli ai recettori di simile entità, peraltro in corrispondenza di recettori per i quali già allo stato ante operam si ricostruiscono non conformità ai limiti di legge, possono essere considerati accettabili, specie in riferimento ad una fase progettuale transitoria, caratterizzata inoltre da flussi di traffico massimali, ovvero previsti per l'ora di punta del mattino all'orizzonte temporale del 2038.

**Tabella 7 Confronto dei livelli di pressione acustica ricostruiti/previsti per lo scenario ante operam e post operam mitigato transitorio in corrispondenza delle facciate Ovest dei recettori presenti lungo il lato orientale di Via XXIV Maggio**

Recettore	Piano	Scenario ante operam		Scenario transitorio post operam mitigato		Variazione ante/post operam	
		Periodo diurno	Periodo notturno	Periodo diurno	Periodo notturno	Periodo diurno	Periodo notturno
Recettore 14	Piano terra	64,3	56,3	65,4	57,5	1,1	1,2
	Piano 1	64,4	56,4	65,6	57,7	1,2	1,3
Recettore 17	Piano terra	65,8	57,9	67,0	59,1	1,2	1,2
	Piano 1	65,3	57,3	66,5	58,6	1,2	1,3
Recettore 18	Piano terra	66,0	58,0	67,1	59,2	1,1	1,2
	Piano 1	65,5	57,5	66,6	58,7	1,1	1,2
Recettore 19	Piano terra	66,1	58,2	67,3	59,3	1,2	1,1
	Piano 1	65,5	57,5	66,6	58,7	1,1	1,2

NB: in rosso sono evidenziati i superamenti dei limiti di legge

## 5 VALUTAZIONI ACUSTICHE PRELIMINARI PER LA FASE DI CANTIERE

Una volta verificato, a livello previsionale, che il progetto dell'opera in esame risulta, allo stato post operam ed eventualmente con i necessari presidi di mitigazione, compatibile con l'ambiente circostante e rispettoso dei limiti acustici di immissione e di emissione fissati dalla vigente normativa, è necessario anche verificare che, nel corso della fase realizzativa dell'opera stessa (fase di cantiere), si possa mantenere un livello acustico emissivo/immissivo entro limiti di accettabilità o eventualmente entro i limiti che potranno essere fissati, per le attività temporanee di cantiere, in deroga rispetto a quelli previsti dalle vigenti zonizzazioni acustiche comunali.

Nel caso specifico del lotto 1-3 della circonvallazione Nord di Pisa, è già stato a suo tempo predisposto uno studio di impatto acustico per la fase di cantiere, a firma di Ing. Edoardo Montella (Relazione Tecnica di Previsione di Impatto Acustico Ambientale – Cantieri - TRATTA MADONNA DELL'ACQUA – CISANELLO - viabilità di raccordo tra il polo ospedaliero, la S.S. n.12 Del Brennero, la S.S. n.1 Aurelia e la S.P. n.2 Vicarese, Pisa, aprile 2009); tale studio è stato presentato agli Enti competenti nell'ambito del procedimento di richiesta di autorizzazione per l'opera e, nel corso delle varie conferenze di servizi che si sono succedute per raggiungere la definitiva approvazione del progetto in esame, è stato valutato positivamente e senza particolari osservazioni o prescrizioni.

Nella Determinazione Dirigenziale n. 4037 del 21.08.2013 del Servizio Ambiente della Provincia di Pisa, si esprime infatti parere favorevole all'esclusione dal procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per il progetto "Viabilità di raccordo nord tra il nuovo polo ospedaliero, la S.S. n. 12 del Brennero, la S.S. n. 1 Aurelia e la S.P. n. 2 Vicarese. Tratta Madonna dell'Acqua – Cisanello" nei territori comunali di Pisa e di San Giuliano Terme, proposto dal Servizio Viabilità della Provincia di Pisa. Nella D.D. si avanzano tuttavia alcune prescrizioni/raccomandazioni, una delle quali (Allegato A, Paragrafo 5, sottoparagrafo 5.7, punto 16) riguarda l'acustica in fase di cantiere: si richiede infatti l'individuazione delle aree e dei periodi per i quali le emissioni generate a seguito dell'operatività di cantiere possano produrre superamenti dei limiti di legge e, conseguentemente, rendano necessaria la richiesta di deroghe a tali limiti, nei termini e nei modi previsti dai vari regolamenti locali e normative vigenti.

La normativa nazionale, regionale e comunale (per i Comuni di Pisa e di San Giuliano Terme) di riferimento è già stata ampiamente illustrata nell'originaria documentazione di impatto acustico di cantiere a suo tempo prodotta nell'ambito della richiesta di autorizzazione del progetto in esame (Montella E., 2009) ed a tale documentazione si rimanda per ulteriori indicazioni. Da essa si può desumere che, di solito, i vincoli ed i metodi per la richiesta delle deroghe al rispetto di limiti di legge vengono individuati nei vigenti regolamenti comunali acustici o, più genericamente, di igiene e prevedono comunque un valore limite di immissione dell'ordine di 70 dB(A).

Analogamente si può fare riferimento all'originaria documentazione di impatto acustico per la fase di cantiere in riferimento ai livelli di potenza/pressione acustica generati dalle singole macchine operatrici e poi utilizzati nelle valutazioni, all'individuazione delle specifiche fasi di cantiere e della relativa rumorosità complessiva, ed al modello utilizzato per la previsione, ai recettori, dei livelli prodotti dalle specifiche fasi operative di cantiere (essenzialmente propagazione libera e quindi particolarmente cautelativo).

Per quanto riguarda i limiti di immissione ai recettori, essi possono invece essere individuati sulla base delle zonizzazioni acustiche comunali di Pisa e di San Giuliano Terme, già illustrate nel precedente paragrafo 3.

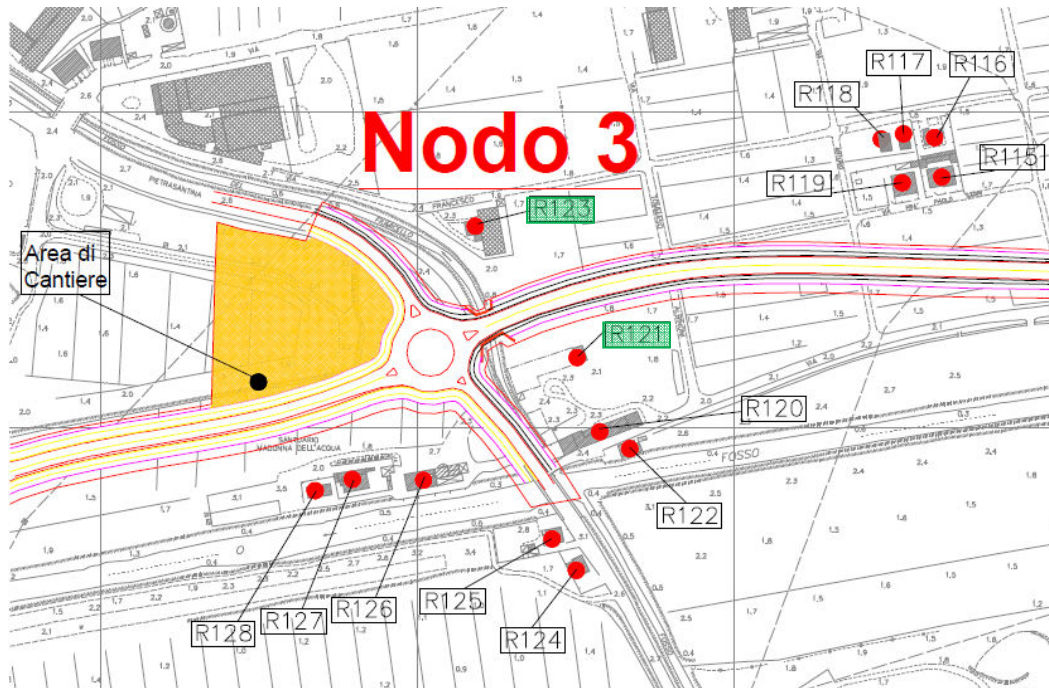
Nel seguito di questo paragrafo si presenterà quindi in dettaglio l'elenco delle aree e delle fasi di cantiere per le quali si rilevano superamenti dei limiti di legge e per le quali risulta quindi necessario richiedere deroghe ai limiti acustici di zonizzazione. L'individuazione dei punti e delle fasi avverrà sulla base dei livelli di pressione acustica previsti ai recettori e riportati nelle tabelle di calcolo dell'originaria documentazione di impatto in fase di cantiere. Tali livelli vengono specificati fase per fase e sarà quindi possibile anche indicare il periodo temporale per il quale è necessario richiedere la deroga, esprimendolo in termini di lavorazione in corso.

Per quanto riguarda il lotto del progetto in esame, si può rilevare che i recettori esposti alle emissioni generate in fase di realizzazione dell'opera rientrano generalmente in aree classificate come di intensa attività umana (classe IV) (occasionalmente in aree miste (classe III) o prevalentemente industriali (classe V)), per le quali valgono i seguenti limiti assoluti di immissione: 65 dB(A) (60 per classe III; 70 per classe V) per il periodo diurno e 55 dB(A) (50 per classe III; 60 per classe V) per quello notturno. I limiti di emissione sono 5 dB(A) inferiori rispetto a quelli assoluti di immissione. Tuttavia, per tutte le fasi di cantiere, non si prevedono operatività specifiche in periodo notturno e quindi il rispetto dei limiti per il periodo dalle 22.00 alle 6.00 del giorno dopo non risulta pertinente nel caso in esame.

Nel paragrafo successivo saranno illustrati esempi di barriere antirumore da utilizzare in cantiere, a parziale mitigazione dei livelli sonori emessi.

Il seguente elenco individua le aree e le relative fasi di cantiere per le quali si ritiene necessario, sulla base dei dati di previsione dei livelli contenuti nell'originaria documentazione di impatto (Montella E., 2009), predisporre adeguate richieste di deroga al rispetto dei limiti di zonizzazione per attività temporanee (di cantiere). Si tenga presente che i livelli evidenziati in rosso mostrano superamenti dei limiti assoluti di immissione, mentre quelli evidenziati in verde indicano i superamenti dei soli limiti di emissione.





**Recettore 121**

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 4a	Fase 4b	Fase 5	Fase 6	Fase 7 c	Fase 7 d	Fase 7e	Fase 7 f	Fase 7 g	Fase 7 h	Fase 8
Ricettore 121	Distanza ricettore	28	28	28	28	666	666	666	666	666	666	28
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	61.1	61.1	61.1	61.1	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	61.1

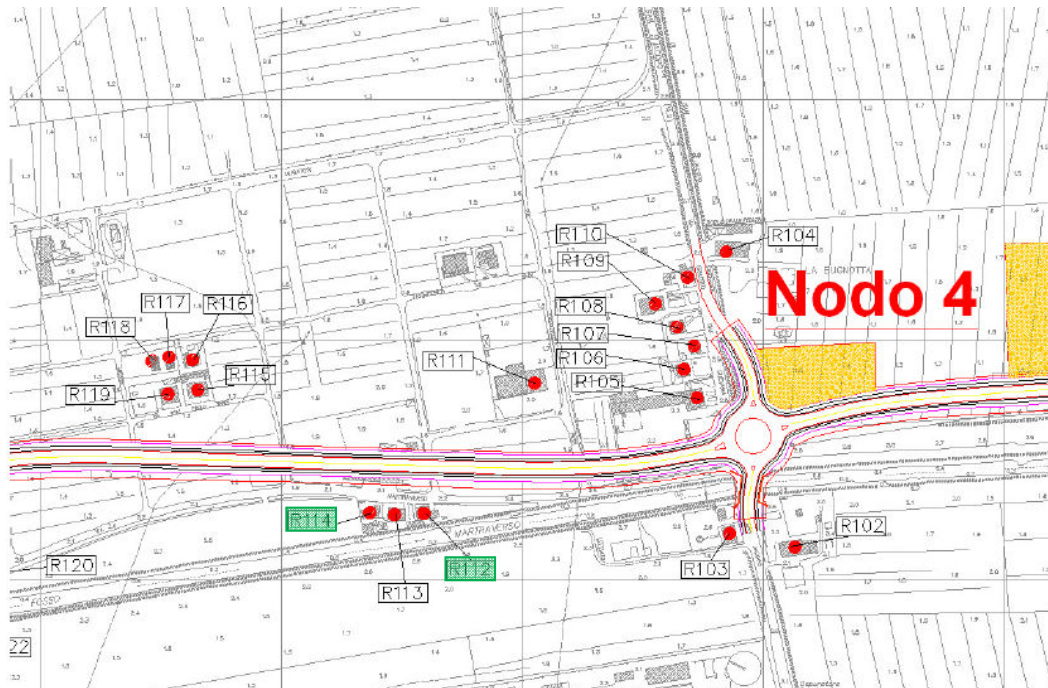
Nota: assenza di contemporaneità nelle fasi lavorative riportate

**Recettore 123**

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 4a	Fase 4b	Fase 5	Fase 6	Fase 7 c	Fase 7 d	Fase 7e	Fase 7 f	Fase 7 g	Fase 7 h	Fase 8
Ricettore 123	Distanza ricettore	31	31	31	31	710	710	710	710	710	710	31
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	60.2	60.2	60.2	60.2	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	60.2

Nota: assenza di contemporaneità nelle fasi lavorative riportate



**Recettore 112**

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 4a	Fase 4b	Fase 5	Fase 6	Fase 7 c	Fase 7 d	Fase 7e	Fase 7 f	Fase 7 g	Fase 7 h	Fase 8
Ricettore 112	Distanza ricettore	28	28	28	28	252	252	252	252	252	252	28
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	61.1	61.1	61.1	61.1	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	61.1

Nota: assenza di contemporaneità nelle fasi lavorative riportate

**Recettore 114**

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 4a	Fase 4b	Fase 5	Fase 6	Fase 7 c	Fase 7 d	Fase 7e	Fase 7 f	Fase 7 g	Fase 7 h	Fase 8
Ricettore 114	Distanza ricettore	26	26	26	26	296	296	296	296	296	296	26
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	61.7	61.7	61.7	61.7	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	61.7

Di seguito si riportano le fasi di cantiere per le quali sono stati individuati superamenti ai recettori dei limiti di emissione o assoluti di immissione.



**FASE 4a: BONIFICA PIANO DI POSA DEI RILEVATI STRADALI CON STABILIZZAZIONE DELLE TERRE**  
 (Numero medio di mezzi operanti contemporaneamente in cantiere = 3)

N°	Mezzo Utilizzati	Funzione	Fase Lavorativa	LAeq dB(A)
1	ESCAVATORE	operazioni di scavo	Scavo del piano di posa del rilevato per una profondità media di 80~100cm	90÷95
2	CAMION	trasporto materiali	Trasporto del materiale di risulta in area di stoccaggio interna al cantiere o a discarica autorizzata	80
			Trasporto del materiale da rilevato in cantiere per le successive operazioni di riempimento dello scavo	
3	RUSPA	movimentazione e stesa materiali	Movimentazione e stesa dei materiali terrosi depositati in cantiere all'interno dello scavo	85÷90
4/6	FRESA O MISCELATRICE	frantumazione terreno da rilevato / miscelazione calce terreno	Frantumazione del terreno da rilevato steso con la ruspa	
			Miscelazione terreno frantumato con la calce stesa	
5	SPANDICALCE	stesa della calce sul terreno	Stesa della calce sul terreno da rilevato steso e frantumato	
7	RULLO COMPRESSORE VIBRANTE	compattazione dei materiali	compattazione dei materiali terrosi depositati in cantiere e movimentati	90÷95

**FASE 4b: FORMAZIONE DI RILEVATO STRADALE MEDIANTE STABILIZZAZIONE**  
 (Numero medio di mezzi operanti contemporaneamente in cantiere = 3)

N°	Mezzo Utilizzati	Funzione	Fase Lavorativa	LAeq dB(A)
1	CAMION	trasporto materiali	Trasporto del materiale da rilevato in cantiere per le successive operazioni	80
2	RUSPA	movimentazione e stesa materiali	Movimentazione e stesa dei materiali terrosi depositati in cantiere	85÷90
3/5	FRESA O MISCELATRICE	frantumazione terreno da rilevato / miscelazione calce terreno	Frantumazione del terreno da rilevato steso con la ruspa	
			Miscelazione terreno frantumato con la calce stesa	
4	SPANDICALCE	stesa della calce sul terreno	Stesa della calce sul terreno da rilevato steso e frantumato	
6	RULLO COMPRESSORE VIBRANTE	compattazione dei materiali	compattazione dei materiali terrosi depositati in cantiere e movimentati	90÷95
7	LIVELLATRICE MOTOGRADER	livellazione piani	Livellazione del piano di testa del rilevato	
8	ESCAVATORE	operazioni di scavo	Profilatura scarpata	90÷95

<b>FASE 5: FORMAZIONE DI FONDAZIONE STRADALE</b>				
<b>(Numero medio di mezzi operanti in cantiere = 3)</b>				
N°	Mezzo Utilizzati	Funzione	Fase Lavorativa	LAeq dB(A)
1	CAMION	trasporto materiali	Trasporto del materiale da rilevato in cantiere per le successive operazioni	80
2	RUSPA	movimentazione e stesa materiali	Movimentazione e stesa dei materiali terrosi depositati in cantiere	85-90
3	RULLO COMPRESSORE VIBRANTE	compattazione dei materiali	compattazione dei materiali terrosi depositati in cantiere e movimentati	90-95
4	LIVELLATRICE MOTOGRADER	livellazione piani	Livellazione del piano di testa del rilevato	
5	ESCAVATORE	operazioni di scavo	Profilatura scarpata del rilevato	90-95

<b>FASE 6: FORMAZIONE DI MANTI BITUMINOSI BASE/BINDER/USURA</b>				
<b>(Numero medio di mezzi operanti in cantiere = 3)</b>				
N°	Mezzo Utilizzati	Funzione	Fase Lavorativa	LAeq dB(A)
1	CAMION	trasporto materiali	Trasporto del materiale da stendere e scarico graduale durante tutto il tempo di esecuzione della lavorazione	80
2	VIBROFINITRICE	stesa e livellamento del manto bituminoso	Stesa e contemporaneo livellamento in piano orizzontale o inclinato del materiale scaricato dal camion	90-95
3	RULLO COMPRESSORE NON VIBRANTE	compattazione del manto	compattazione del manto bituminoso steso e livellato	80-85

<b>FASE 8: INSTALLAZIONE DI BARRIERE DI RITENUTA</b>				
<b>(Numero medio di mezzi operanti in cantiere = 2)</b>				
N°	Mezzo Utilizzati	Funzione	Fase Lavorativa	LAeq dB(A)
1	CAMION	Trasporto materiali	Trasporto delle barriere smontate	80
2	BATTIPALO	Infissione pali	Infissione montanti barriere	95-100
3	MARTELLO ED ATTREZZERIA MINUTA IN GENERE	Assemblaggio barriera	Montaggio della barriera metallica sui montanti infissi	80

Come precedentemente anticipato, sulla base delle indicazioni deducibili dal crono programma definitivo delle attività di cantiere, che sarà reso disponibile in sede di progetto esecutivo dell'opera, sarà necessario richiedere, per specifici periodi di tempo, deroghe ai limiti di emissione o assoluti di immissione fissati dalla vigente legislazione per le aree ove ricadono i recettori sopra identificati come esposti a livelli di pressione acustica oltre i limiti di legge.

Parallelamente, in fase di cantiere, sarà opportuno prevedere anche soluzioni temporanee idonee al contenimento della pressione sonora sviluppata, quali barriere antirumore mobili o recinzioni fisse antirumore, di cui si danno indicazioni ed ipotesi nel paragrafo successivo (al proposito si veda anche Piano di cantierizzazione-Relazione descrittiva).

## 5.1 Misure di mitigazione acustica per la fase di cantiere

Per la perimetrazione delle aree di cantiere si prevede di utilizzare strutture che possano anche assolvere la funzione di barriere antirumore, specialmente nei tratti più vicini a recettori sensibili o residenziali. In merito, il mercato offre oggi numerose possibili soluzioni: si va da barriere mobili standard a barriere integrate a sistemi di protezione stradale tipo new Jersey, particolarmente adatte per i tratti in immediata prossimità al sedime stradale.



Esistono anche barriere mobili da zavorrare mediante Big Bass: le seguenti immagini mostrano alcune installazioni di tale tipo, anche in riferimento ad opere stradali ed a grandi cantieri cittadini.

Le loro caratteristiche di facile rilocazione e di buona efficienza di abbattimento, anche perché generalmente posizionate molto vicine alle sorgenti potenzialmente disturbanti, rendono tali barriere particolarmente indicate per la schermatura acustica delle attività di cantiere: benché si preveda normalmente la richiesta di apposite deroghe al rispetto dei limiti acustici di zona per attività temporanee, a maggior tutela dei possibili recettori esposti è ormai prassi standard utilizzare sistemi di barriere acustiche perimetrali del tipo indicato.

Le caratteristiche acustiche dei sistemi di barriere di cantiere, variano molto da produttore a produttore e per esse ci si riferisce normalmente ai fogli tecnici forniti dai produttori stessi che riportano spesso i valori spettrali di assorbimento ottenuti secondo le metodiche standard fissate da specifiche norme (UNI EN ISO 354:2003 e/o UNI EN 1793-1:1999).







Il presente documento è stato redatto, in qualità di Tecnico Competente in Acustica Ambientale, da:

➤ **Dott. Giuseppe Quaglia**




**ENTECA**  **Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica**

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	4863
------------------------------------	------



**ORDINE INTERREGIONALE DEI CHIMICI E DEI FISICI DEL PIEMONTE E DELLA VALLE D'AOSTA**

Ente Pubblico sotto la vigilanza del



Ministero della Salute



NOMINATIVO	+	DATA DI ISCRIZIONE	+	NUMERO DI ISCRIZIONE	+
QUAGLIA Giuseppe		15/05/2019		2569/F	

In Allegato 1 si riporta la Determinazione Dirigenziale n° 231 del 24/04/2001 Direzione Tutela e Risanamento Ambientale - Programmazione Gestione Rifiuti Settore Risanamento Acustico ed Atmosferico, della Regione Piemonte, con la quale l'autore è stato riconosciuto Tecnico Competente in Acustica Ambientale e l'estratto della scheda personale della banca dati dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica, ENTECA.

## **ALLEGATO 1**

**Tecnico competente in acustica ambientale**

**Regione Piemonte**

**Direzione Tutela e Risanamento Ambientale - Programmazione Gestione Rifiuti**

**Settore Risanamento Acustico ed Atmosferico**

**Determinazione dirigenziale n° 231 del 24/04/2001**

**ENTECA – Elenco Nazionale dei TECNICI Competenti in Acustica**



**REGIONE PIEMONTE**

Direzione TUTELA E RISANAMENTO AMBIENTALE - PROGRAMMAZIONE GESTIONE RIFIUTI

Settore Risanamento acustico ed atmosferico

DETERMINAZIONE NUMERO: 231

DEL: 24/04/2001

Codice Direzione: 22

Codice Settore: 22.4

Legislatura: 7

Anno: 2001

**Oggetto**

Legge 447/1995, art. 2, commi 6 e 7. Accoglimento e rigetto domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale. Domande dal n. A354 al n. A365.

Visto l'art. 2, commi 6 e 7, della legge 26/10/1995, n. 447, con cui si stabilisce che per svolgere attività di tecnico competente in acustica ambientale deve essere presentata apposita domanda all'Assessorato regionale competente in materia, corredata da idonea documentazione comprovante l'aver svolto attività, in modo non occasionale, nel campo dell'acustica ambientale, da almeno quattro anni per i richiedenti in possesso del diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico, o da almeno due anni per coloro che sono in possesso di laurea o diploma universitario ad indirizzo scientifico;

vista la deliberazione n. 81-6591 del giorno 4/3/1996, con cui la Giunta Regionale ha stabilito le modalità di presentazione e di valutazione delle domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, che recepisce fra l'altro la risoluzione, assunta in data 25/1/1996 dai Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano, concernente indicazioni applicative generali, finalizzate ad un'attuazione omogenea della norma in tutte le Regioni;

visto l'atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, emanato con D.P.C.M. 31/3/1998;



Direzione 22 Settore 22.4 Segue Testo Determinazione Numero 231 / Anno 2017 Pagina 2 di 2

visti gli ordini di servizio n. 5210/RIF del 24/4/96 e n. 7539/RIF del 3/7/97 con cui il Responsabile del Settore smaltimento rifiuti e risanamento atmosferico, ha istituito apposito Gruppo di lavoro per la valutazione delle domande stesse, come previsto dalla deliberazione sopra richiamata;

vista la propria determinazione n. 355/22.4 del giorno 9/12/1998, con cui, al fine di recepire le disposizioni per la semplificazione del procedimento amministrativo, si è approvato un nuovo modello di domanda per lo svolgimento dell'attività in oggetto e si è confermato quanto stabilito dalla Giunta Regionale con la citata deliberazione n. 81-6591/1996, per quanto non in contrasto con la determinazione stessa;

visto il verbale n. 32 della seduta del Gruppo di lavoro tenutasi il giorno 19/4/2001, nonché le relative schede personali ad esso allegate, numerate progressivamente dal n. A354 al n. A365, conservato agli atti del Settore;

visti gli articoli 3 e 16 del D. Lgs. n. 29/1993, come modificato dal D. Lgs. n. 470/1993;

visto l'art. 22 della legge regionale n. 51/1997;

in conformità con gli indirizzi e i criteri disposti nella materia del presente provvedimento dalla Giunta Regionale con deliberazione n. 81-6591 del 4/3/1996,

il Dirigente Responsabile del Settore Risanamento Acustico e Atmosferico

#### DETERMINA

1. di accogliere le domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale presentate da parte dei richiedenti elencati nell'allegato A, parte integrante della presente determinazione;

Avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso innanzi al TAR Piemonte entro il termine di 60 giorni dalla notificazione.

La presente determinazione sarà pubblicata sul B.U. della Regione Piemonte ai sensi dell'art. 65 dello Statuto.

DR/CR

Il Dirigente Responsabile  
Carla CONTARDI

ID: TCARN22 2633-448-14336



Direzione 22 Settore 22.4 Allegato Numero 1 di 1

Pagina 1 di 1

**Allegato A - Domande accolte (22° elenco)**

All. n.	Cognome e Nome	Luogo e data di nascita
A/362	ARNAUDO Maurizio	Cuneo 19/5/1967
A/357	ERRICO Luigi	Napoli 27/7/1971
A/360	FASSIO Mario	Biella (BI) 20/8/1965
A/364	GILLI Luciano	Ferrara 28/7/1964
A/358	LASAGNA Giovanni	Asti 12/9/1948
A/356	MAZZUCATO Alberto	Torino 29/12/1965
A/355	PAPAIANNI Domenico	Spilinga (VV) 16/10/1941
A/361	PREGLIASCO Mario	Mondovì (CN) 24/3/1962
A/363	QUAGLIA Giuseppe	Novara 7/10/1964
A/354	SANNA-CHERCHI Clelia	Cuneo 19/5/1965
A/365	STELLA Gianmario	Costigliole d'Asti (AT) 25/8/1960
A/359	ZANETTA Gian Antonio	Premosello Chiovenda (VB) 2/3/1955

Legge 447/1995, art. 2, commi 3 e 7. Accoglimento e rigetto domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale. Domande dalla n. A/354 al n. A/365.

Visto l'art. 2, commi 3 e 7, della legge 28/10/1995, n. 447, con cui si stabilisce che per svolgere attività di tecnico competente in acustica ambientale deve essere presentata apposita domanda all'Assessorato regionale competente in materia, corredata da idonea documentazione comprovante l'aver svolto attività, in modo non occasionale, nel campo dell'acustica ambientale, da almeno quattro anni per i richiedenti in possesso del diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico, o da almeno due anni per coloro che sono in possesso di laurea o diploma universitario ad indirizzo scientifico;

Visto la Circolare n. 41/004 del giorno 04/11/1995, con cui la Giunta Regionale ha stabilito le modalità di presentazione e di valutazione delle domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, che recepisce tra l'altro la risoluzione, assunta in data 25/1/1995 dai Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano, concernente indicazioni applicative generali, finalizzate ad un'attuazione omogenea delle norme in tutte le Regioni;

Visto l'atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, emanato con D.P.C.M. 31/3/1998;

536-85-13312

# ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

[Home \(home.php\)](#)

[Tecnici Competenti in Acustica \(tecnic\\_i\\_viewlist.php\)](#)

[Corsi](#)

[Login \(login.php\)](#)



[\(index.php\)](#)

/ [Tecnici Competenti in Acustica](#)

(tecnic\_i\_viewlist.php)

/ [Vista](#)

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	4863
<b>Regione</b>	Piemonte
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	13.90.20/TC/316/2018A
<b>Cognome</b>	QUAGLIA
<b>Nome</b>	Giuseppe
<b>Titolo studio</b>	Laurea in Fisica
<b>Estremi provvedimento</b>	D.D 231 del 24 aprile 2001
<b>Luogo nascita</b>	Novara
<b>Data nascita</b>	07/10/1964
<b>Codice fiscale</b>	QGLGPP64R07F952Q
<b>Regione</b>	Piemonte
<b>Provincia</b>	NO
<b>Comune</b>	Novara
<b>Via</b>	Via Andrea Costa
<b>Cap</b>	28100
<b>Civico</b>	3/a
<b>Nazionalità</b>	IT
<b>Dati contatto</b>	NOVARA Envitech - Ambiente e Tecnologie S.r.l. - Via G. Bonomelli, 1/f - 28100 NOVARA
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	10/12/2018

## ALLEGATO 2

Rapporto tecnico del monitoraggio acustico  
effettuato nell'area interessata dal progetto  
della circonvallazione Nord-Est di Pisa  
lotti funzionali 1-2, 2-3, 3-5 e 10-12

## RAPPORTO DI PROVA DELLE MISURAZIONI EFFETTUATE RISULTATI OTTENUTI DAI RILIEVI DEI FLUSSI VEICOLARI

**Agr. Dott.ssa Irene Menichini**

Iscritta al Collegio Nazionale degli Agratecnici e degli Agr. Laureati al numero 393 dal 03/09/2018

Iscritta nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al numero 8368 dal 10/12/2018

(provvedimento: Decreto Regione Toscana n. 2261 del 24 febbraio 2017)

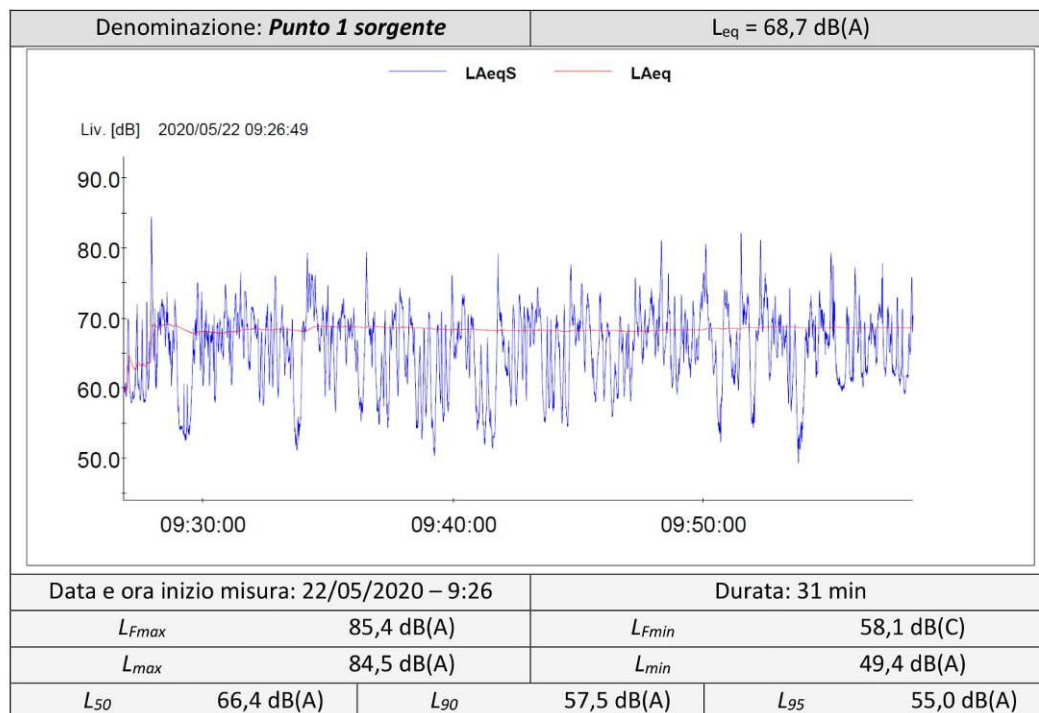
Pisa, 28/05/2020

### Prima campagna di misura del 22/05/2020



Punti di misura indagati lungo la Via Aurelia SS1, il giorno 22/05/2020, periodo diurno.

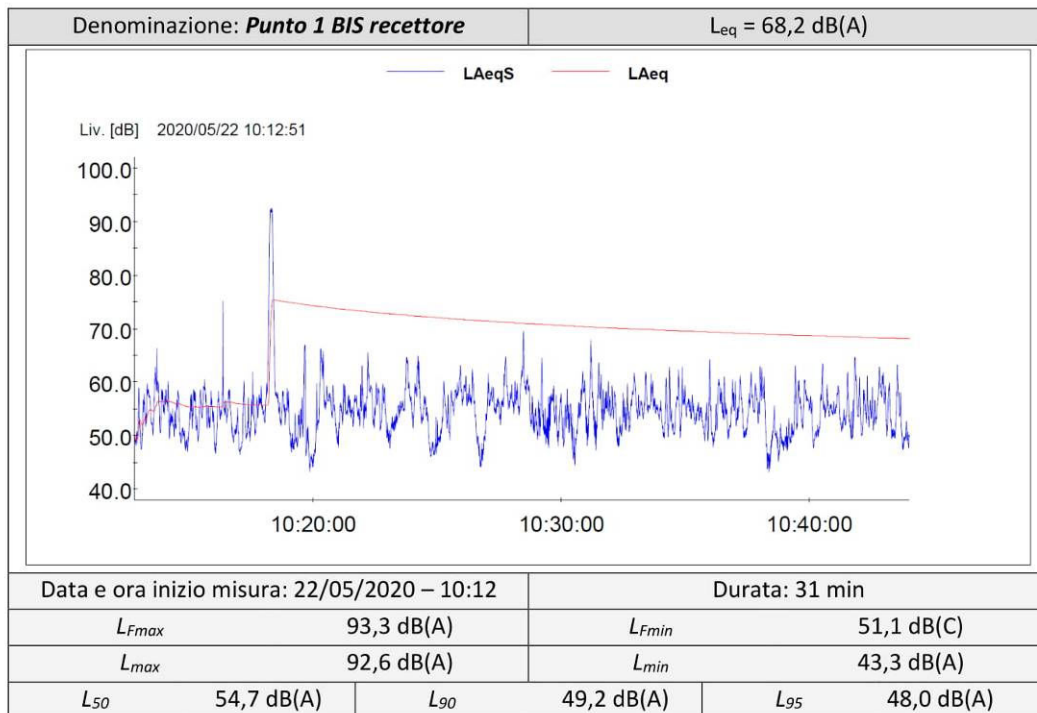
I punti sono denominati come accordato; la loro localizzazione esatta è rappresentata nelle fotografie aeree allegate in cui è indicata anche (approssimativamente) la distanza dalla viabilità.



Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	255	Autovetture	196	451
Autocarri leggeri	10	Autocarri leggeri	31	41
Autocarri pesanti	15	Autocarri pesanti	14	29
Autobus	2	Autobus	2	4
Ciclomotori	18	Ciclomotori	8	26
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

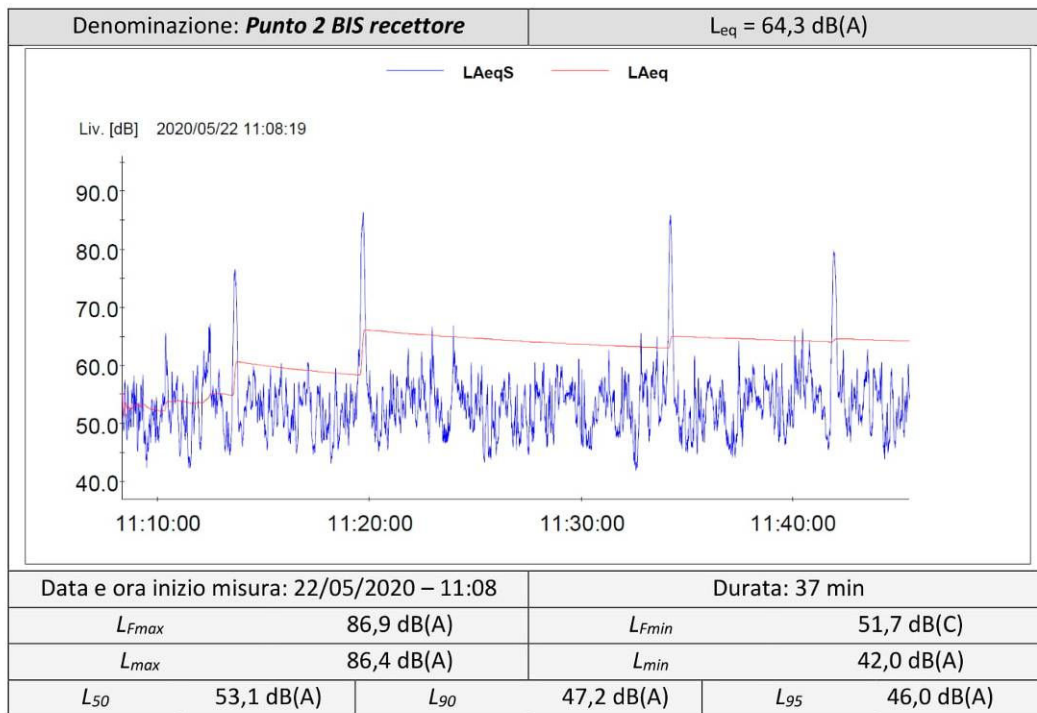
Passaggi treni	0	Passaggi aerei	2
----------------	---	----------------	---





<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Viareggio/mare</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	205	Autovetture	241	446
Autocarri leggeri	17	Autocarri leggeri	18	35
Autocarri pesanti	10	Autocarri pesanti	15	25
Autobus	0	Autobus	2	2
Ciclomotori	20	Ciclomotori	16	36
Veicoli speciali	1	Veicoli speciali	1	2

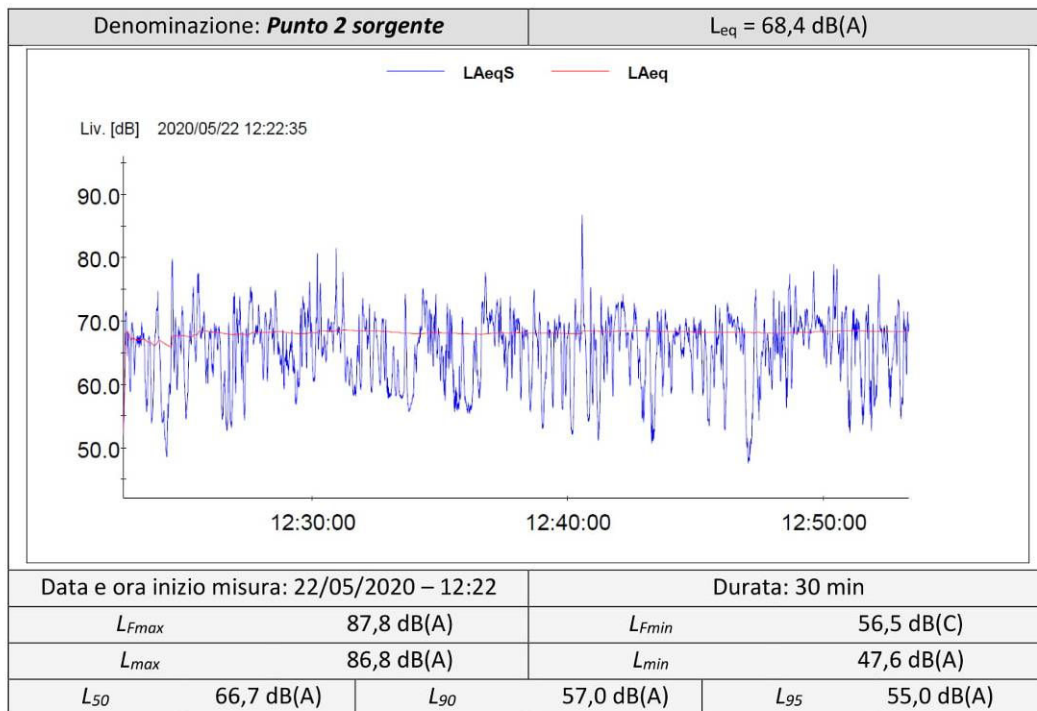
Passaggi treni	1	Passaggi aerei	1
----------------	---	----------------	---



Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	213	Autovetture	253	466
Autocarri leggeri	20	Autocarri leggeri	24	44
Autocarri pesanti	11	Autocarri pesanti	16	27
Autobus	1	Autobus	1	2
Ciclomotori	15	Ciclomotori	29	44
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

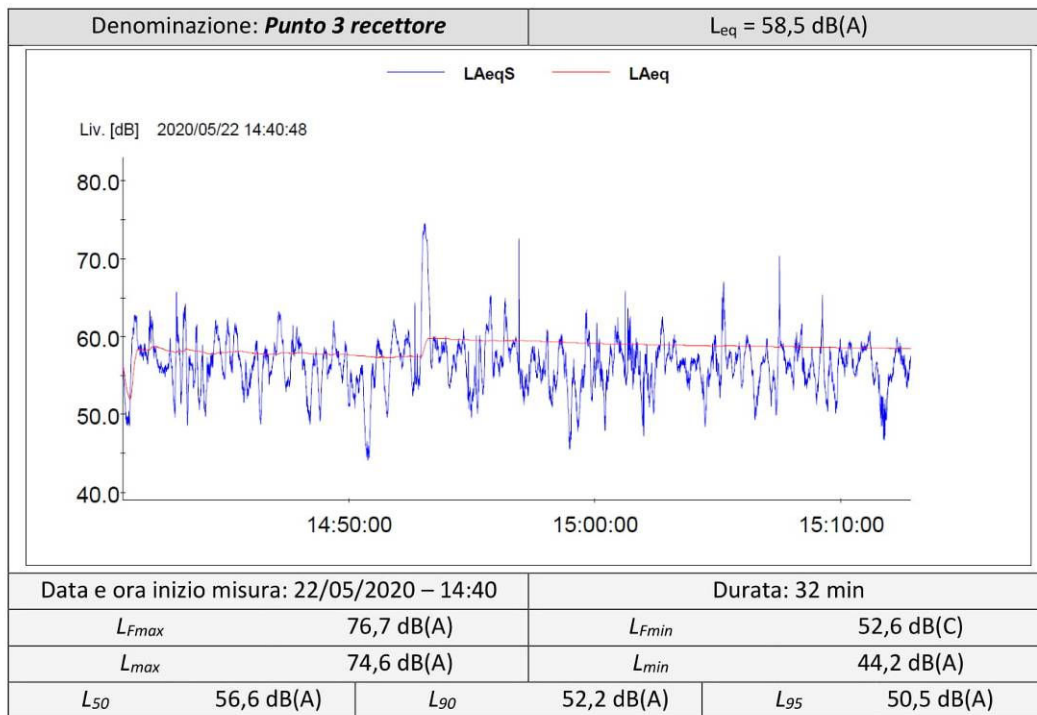
Passaggi treni	4	Passaggi aerei	1
----------------	---	----------------	---



<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Viareggio/mare</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	210	Autovetture	265	475
Autocarri leggeri	8	Autocarri leggeri	10	18
Autocarri pesanti	8	Autocarri pesanti	12	20
Autobus	1	Autobus	4	5
Ciclomotori	14	Ciclomotori	27	41
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

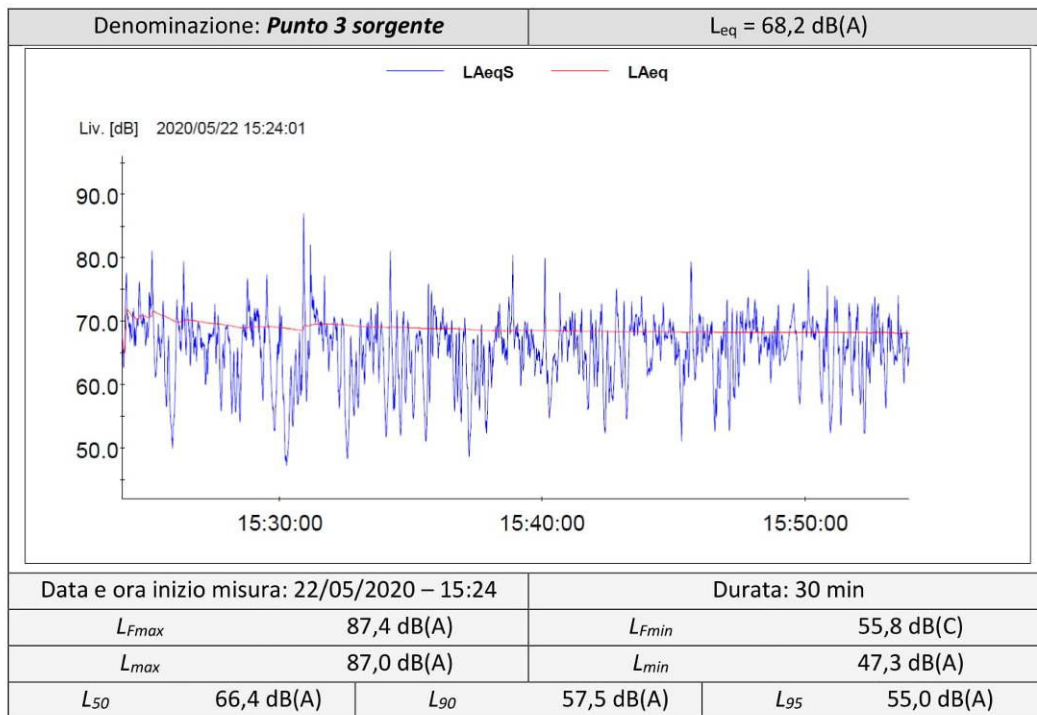
Passaggi treni	1	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---



<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Viareggio/mare</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	248	Autovetture	232	480
Autocarri leggeri	14	Autocarri leggeri	11	25
Autocarri pesanti	15	Autocarri pesanti	7	22
Autobus	1	Autobus	1	2
Ciclomotori	32	Ciclomotori	36	68
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

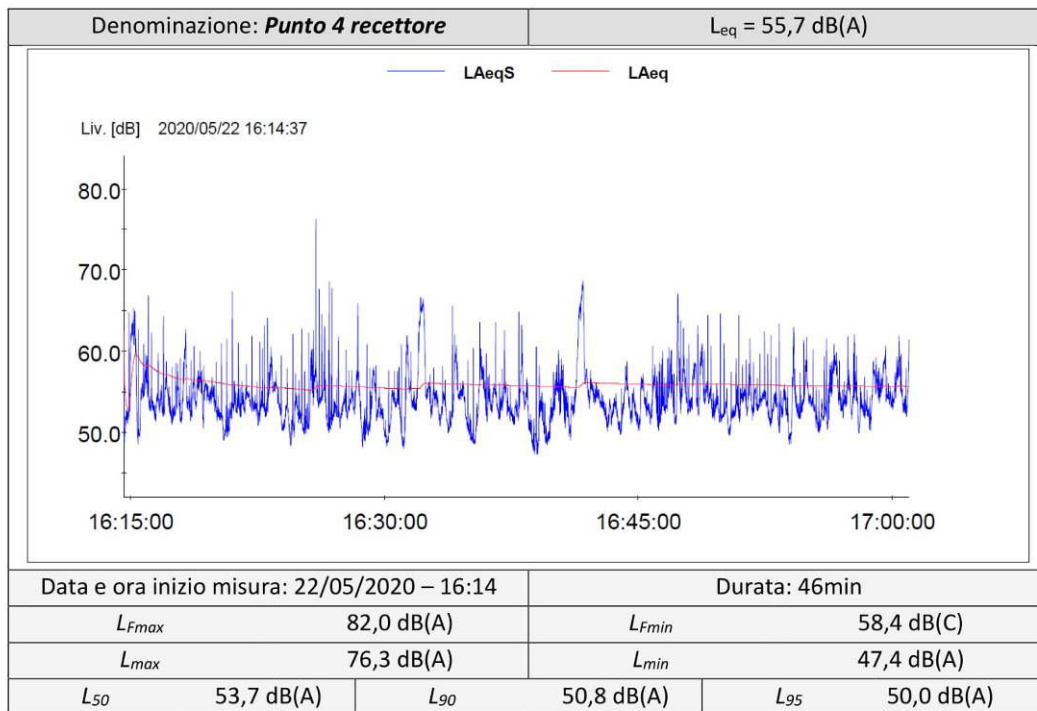
Passaggi treni	1	Passaggi aerei	1
----------------	---	----------------	---





Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	258	Autovetture	255	513
Autocarri leggeri	13	Autocarri leggeri	10	23
Autocarri pesanti	8	Autocarri pesanti	9	17
Autobus	2	Autobus	1	3
Ciclomotori	15	Ciclomotori	24	39
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	1	1

Passaggi treni	3	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---



<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Viareggio/mare</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	366	Autovetture	389	755
Autocarri leggeri	10	Autocarri leggeri	7	17
Autocarri pesanti	11	Autocarri pesanti	14	25
Autobus	0	Autobus	0	0
Ciclomotori	32	Ciclomotori	27	59
Veicoli speciali	1	Veicoli speciali	0	1

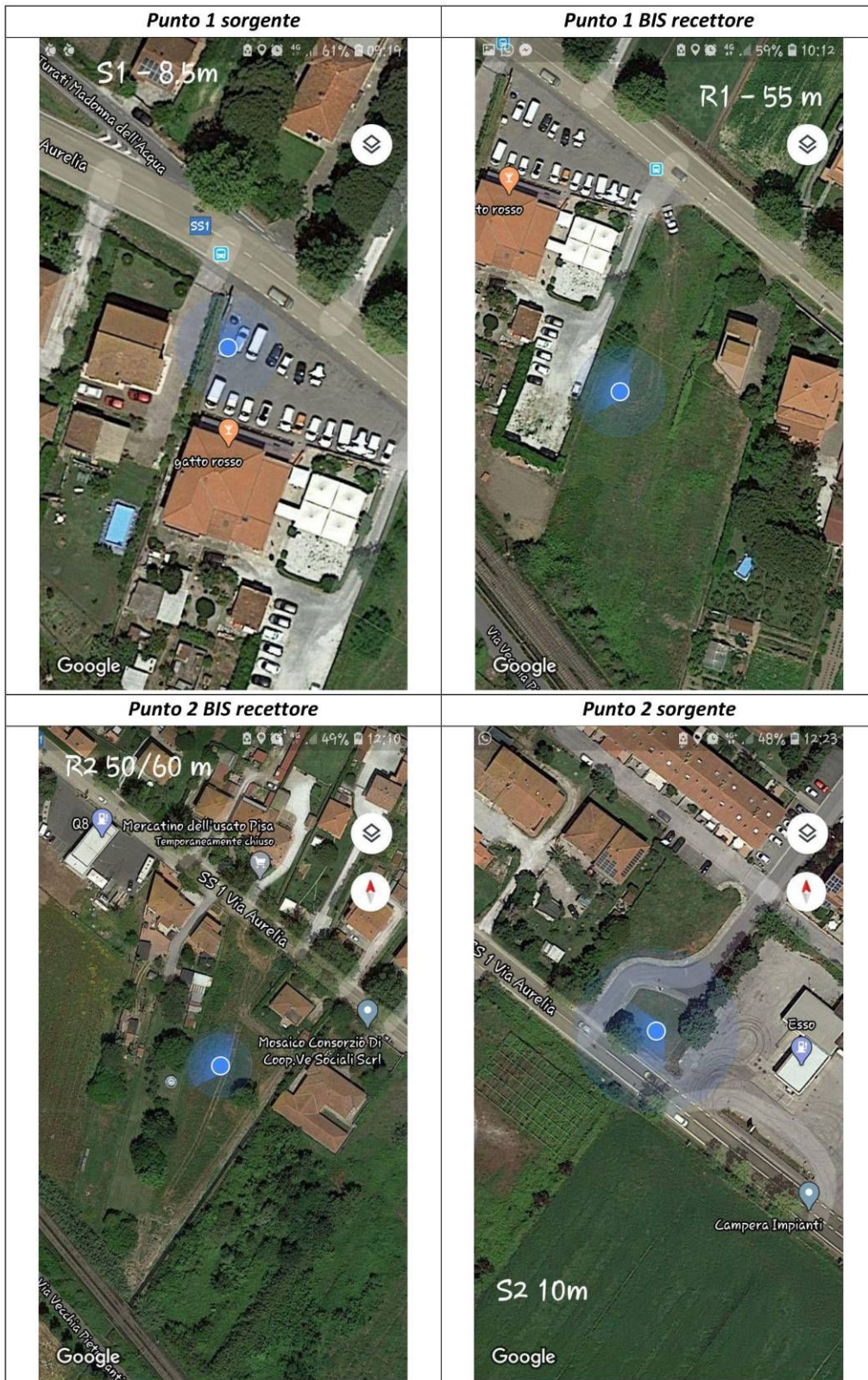
Passaggi treni	3	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---

**Note relative ai rilievi**

Per tutti i punti di misura indagati il 22/05/2020 le condizioni meteorologiche sono state: cielo sereno, vento assente o comunque < 5 m/s.

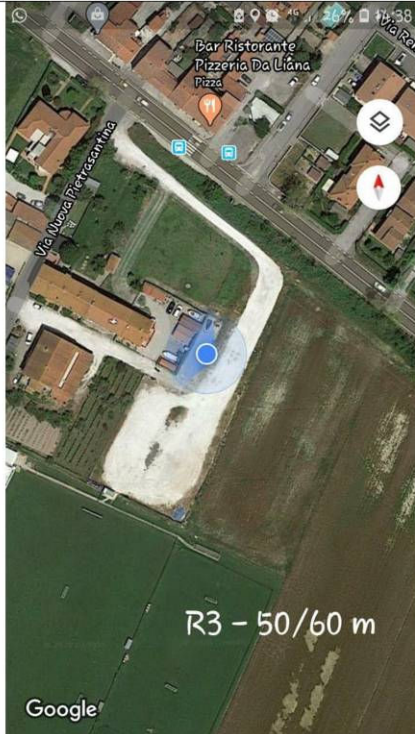
Per questa prima campagna così come per le successive, il microfono del fonometro integratore è stato posizionato ad un'altezza di 4 m dal piano di calpestio, su apposita asta e ad almeno 1 metro da pareti ed altri ostacoli interferenti. Il microfono era inoltre provvisto di cuffia antivento ed era orientato verso la sorgente indagata (viabilità). I rilievi del rumore sono stati effettuati con strumentazione e metodiche di misura conformi alle disposizioni del D.M. 16/03/1998.

Prima e dopo il ciclo di misure, la strumentazione è stata controllata con un calibratore di classe 1; le calibrazioni di inizio e fine ciclo di misura si sono discostate di circa 0,1 dB.





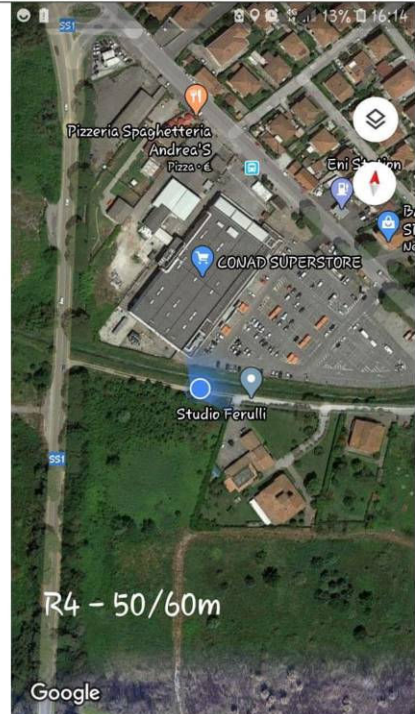
**Punto 3 recettore**



**Punto 3 sorgente**



**Punto 4 recettore**



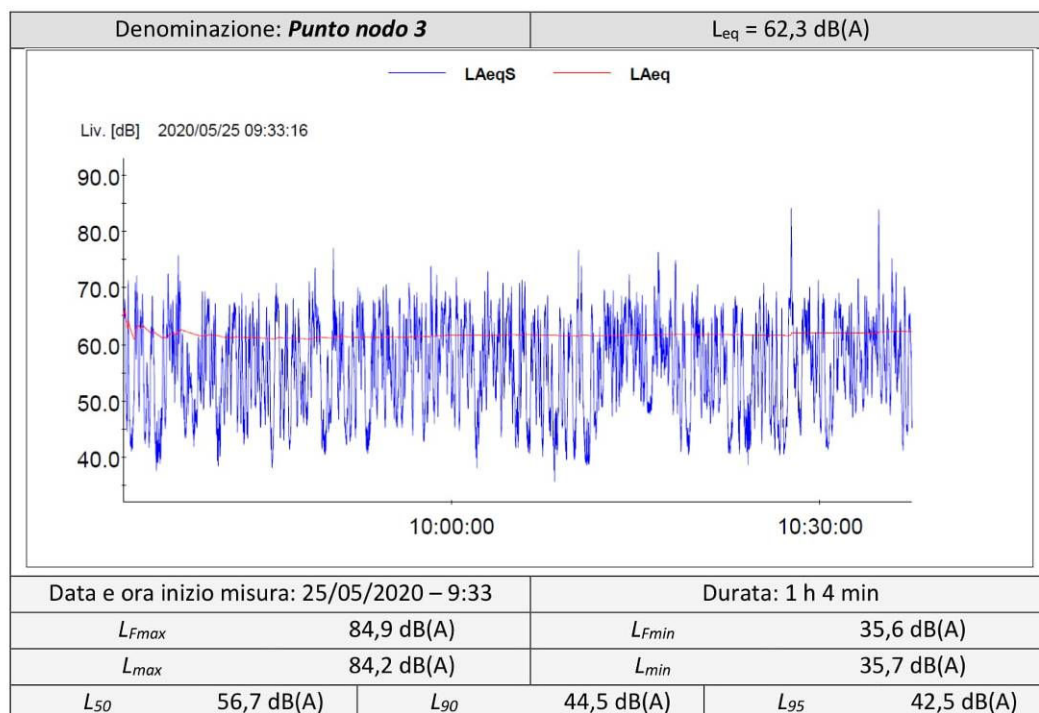


## RISULTATI OTTENUTI DAI RILIEVI DEI FLUSSI VEICOLARI

### Seconda campagna di misura del 25/05/2020

Punti di misura indagati il giorno 25/05/2020, periodo diurno.

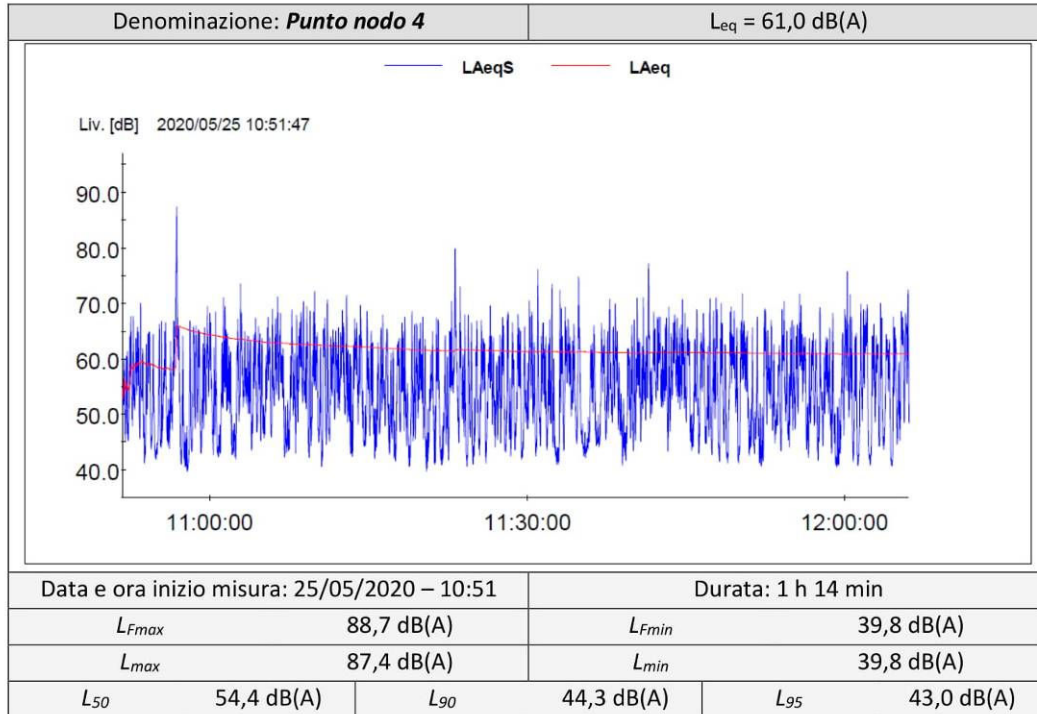
I punti sono denominati come accordato; la loro localizzazione esatta è rappresentata nelle fotografie aeree allegate in cui è indicata anche (approssimativamente) la distanza dalla viabilità.



Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Madonna dell'Acqua		Totale
Autovetture	220	Autovetture	204	424
Autocarri leggeri	9	Autocarri leggeri	14	23
Autocarri pesanti	3	Autocarri pesanti	1	4
Autobus	2	Autobus	11	13
Ciclomotori	34	Ciclomotori	25	59
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

Passaggi treni (lontano)	1	Passaggi aerei	0
--------------------------	---	----------------	---

Condizioni meteo: sereno, con vento < 5 m/s

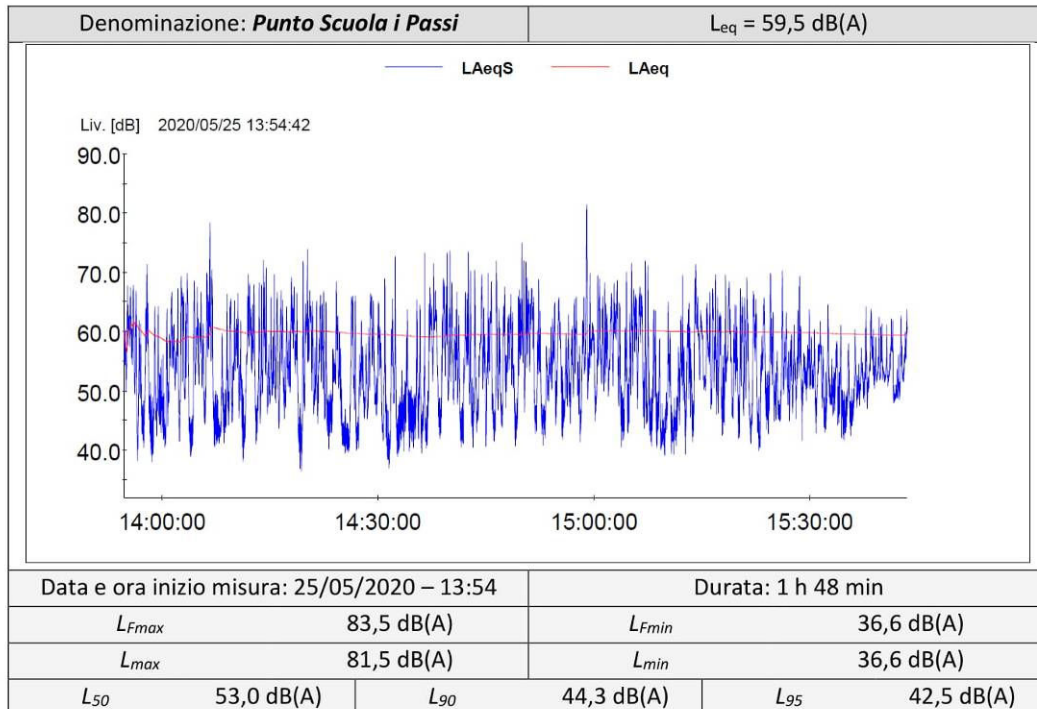


<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Pontasserchio</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	227	Autovetture	242	469
Autocarri leggeri	5	Autocarri leggeri	11	16
Autocarri pesanti	3	Autocarri pesanti	1	4
Autobus	7	Autobus	0	7
Ciclomotori	35	Ciclomotori	37	72
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	1*	1

\*il veicolo speciale passato è un'ambulanza

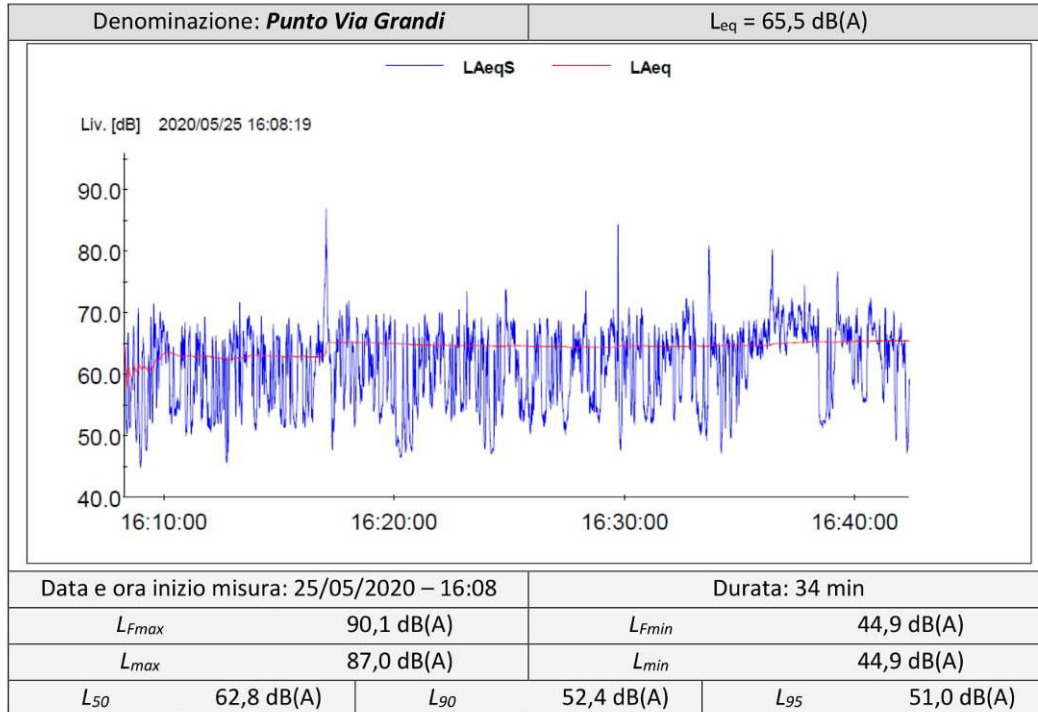
Passaggi treni	0	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---

Condizioni meteo: sereno, con vento circa 5 m/s



Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Pontasserchio		Totale
Autovetture	207	Autovetture	166	373
Autocarri leggeri	9	Autocarri leggeri	5	14
Autocarri pesanti	0	Autocarri pesanti	0	0
Autobus	5	Autobus	5	10
Ciclomotori	54	Ciclomotori	38	92
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0
Passaggi treni	3	Passaggi aerei		0

Condizioni meteo: sereno, con vento < 5 m/s (quasi assente)



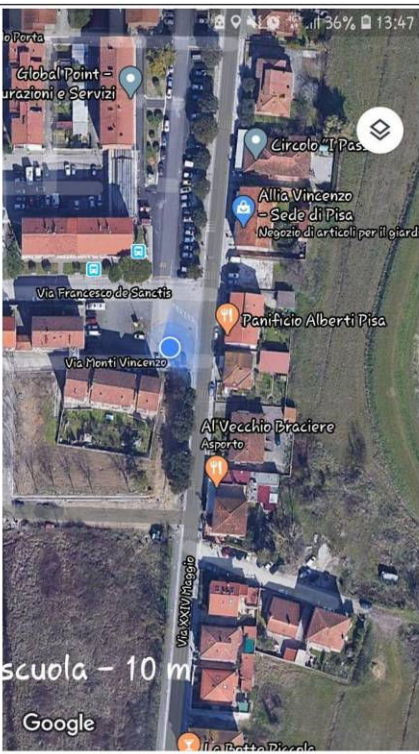



Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Ghezzano		Totale
Autovetture	228	Autovetture	254	482
Autocarri leggeri	4	Autocarri leggeri	6	10
Autocarri pesanti	1	Autocarri pesanti	1	2
Autobus	0	Autobus	0	0
Ciclomotori	15	Ciclomotori	23	38
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	2	2

Passaggi treni	0	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---

Il picco delle 16:30 nel grafico temporale è dovuto al rintocco della campana della chiesa.  
Alcuni tratti della misura sono stati disturbati dalla presenza di un tagliaerba.  
Condizioni meteo: sereno, con vento circa 5 m/s



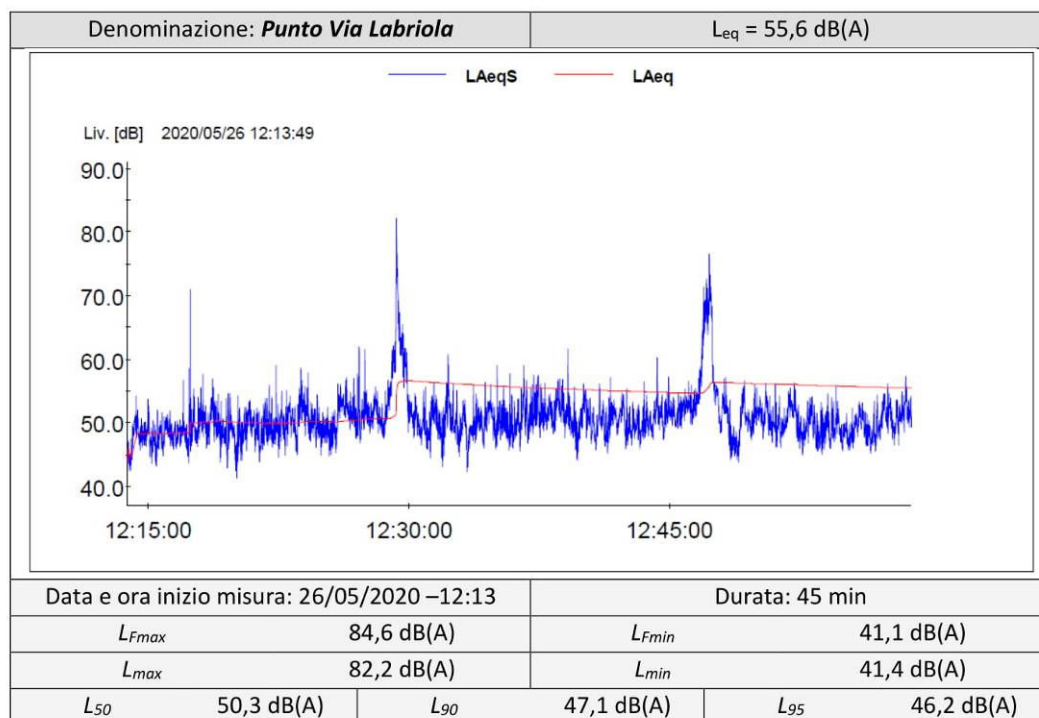
<p><b>Punto nodo 3</b></p> 	<p><b>Punto nodo 4</b></p> 
<p><b>Punto scuola i Passi</b></p> 	<p><b>Punto Via Grandi</b></p> 

## RISULTATI OTTENUTI DAI RILIEVI DEI FLUSSI VEICOLARI

### Terza campagna di misura del 26/05/2020

Punti di misura indagati il giorno 26/05/2020, periodo diurno.

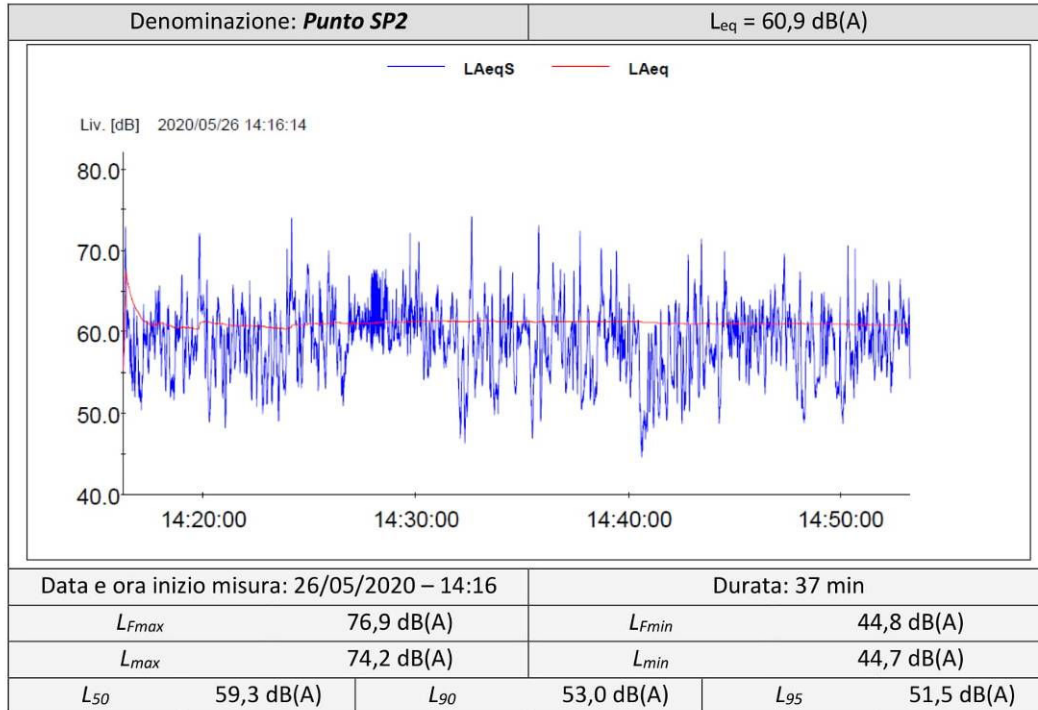
I punti sono denominati come accordato; la loro localizzazione esatta è rappresentata nelle fotografie aeree allegate in cui è indicata anche (approssimativamente) la distanza dalla viabilità.



Nessuna visibilità sulla viabilità: misurazione di clima acustico

Condizioni meteo: sereno, con vento circa 5 m/s

I due picchi corrispondono a due ambulanze di passaggio lungo Via Cisanello

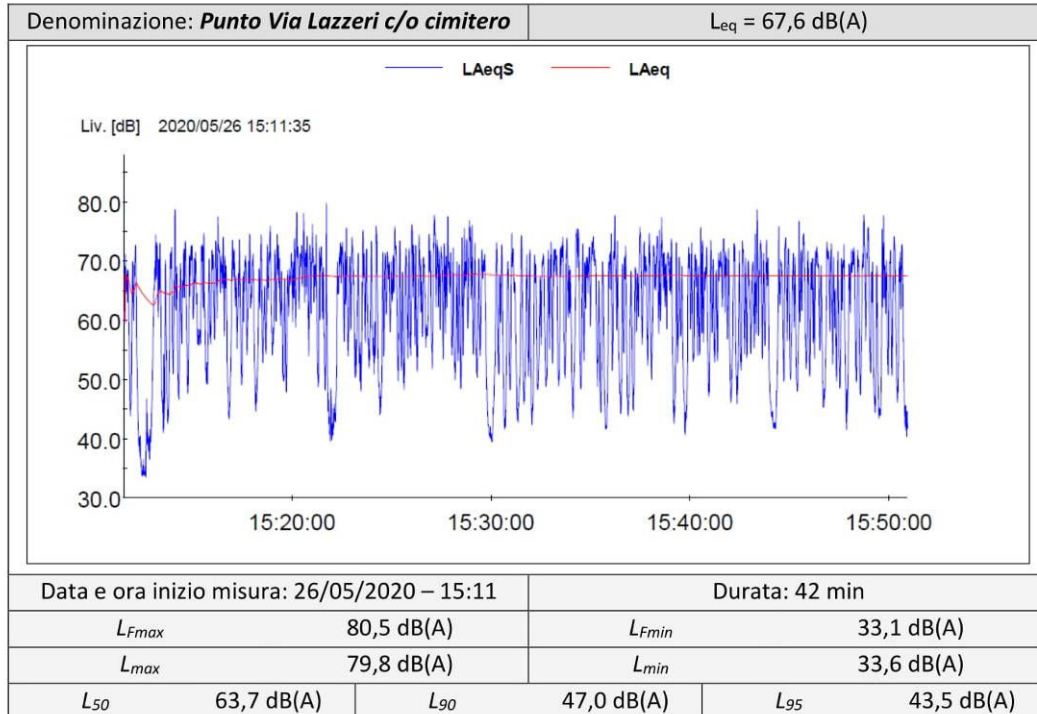


Flussi veicolari rilevati				
Direzione Ghezzano		Direzione San Giuliano		Totale
Autovetture	254	Autovetture	228	482
Autocarri leggeri	12	Autocarri leggeri	9	21
Autocarri pesanti	0	Autocarri pesanti	0	0
Autobus	1	Autobus	1	2
Ciclomotori	36	Ciclomotori	24	60
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	1	1
Passaggi treni		0	Passaggi aerei	0

Condizioni meteo: sereno, con vento circa 5 m/s

Per qualche minuto è stato presente un veicolo fermo, con motore acceso, vicino al punto di misura





Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Ghezzano/San Giuliano		Totale
Autovetture	218	Autovetture	251	469
Autocarri leggeri	17	Autocarri leggeri	5	22
Autocarri pesanti	2	Autocarri pesanti	1	3
Autobus	0	Autobus	0	0
Ciclomotori	11	Ciclomotori	22	33
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

Passaggi treni	0	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---

Condizioni meteo: parzialmente nuvoloso, con vento circa 5 m/s  
Postazione di misura sopraelevata rispetto alla viabilità



<p><b>Punto Via Labriola</b></p> 	<p><b>Punto SP2</b></p> 
<p><b>Punto Via Lazzeri c/o cimitero</b></p> 	



**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

**SMART  
ENGINEERING**



**CREALINK** Srl  
INGEGNERIA & CONSULENZA



**Nuova viabilità nord di Pisa  
Progetto Definitivo  
Lotto 3-5**

**Delta OHM**

Member of GHM GROUP

**Delta OHM S.r.l. a socio unico**

Via Marconi, 5  
35030 Caselle di Selvazzano (PD)  
Tel. 0039-0498977150  
Fax 0039-049635596  
e-mail: info@deltaohm.com  
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica

Centro di Taratura LAT N° 124  
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato  
di Taratura



LAT N° 124

Pagina 1 di 8  
Page 1 of 8

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 19000940**  
*Certificate of Calibration*

- data di emissione  
*date of issue* 2019-03-21

- cliente  
*customer* Test S.r.l. - Strada Battifoglia, 14/N -  
06132 S. Andrea delle Fratte (PG)

- destinatario  
*receiver* Irene Menichini - Via Valdera, 136 -  
56038 Ponsacco (PI)

- richiesta  
*application* 529\_REV2

- in data  
*date* 2019-03-19

Si riferisce a  
Referring to

- oggetto  
*item* Fonometro

- costruttore  
*manufacturer* Delta Ohm S.r.l.

- modello  
*model* HD2110L

- matricola  
*serial number* 12121433025

- data delle misure  
*date of measurements* 2019/3/20

- registro di laboratorio  
*laboratory reference* 39200

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Pierantonio Benvenuti





**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

**SMART  
ENGINEERING**  
s.r.l.



**CREALINK** Srl  
INGEGNERIA & CONSULENZA



**ARCHFO**  
SISTEMI

Nuova viabilità nord di Pisa  
Progetto Definitivo  
Lotto 3-5

**DeltaOHM**

Member of GHM GROUP

**Delta OHM S.r.l. a socio unico**

Via Marconi, 5  
35030 Caselle di Selvazzano (PD)  
Tel. 0039-0498977150  
Fax 0039-049635596  
e-mail: info@deltaohm.com  
Web Site: www.deltaohm.com

**Laboratorio Misure di Elettroacustica**  
*Electroacoustic Measurement Laboratory*

Centro di Taratura LAT N° 124  
*Calibration Centre*

Laboratorio Accreditato  
di Taratura



LAT N° 124

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 19000941  
*Certificate of Calibration*

- data di emissione <i>date of issue</i>	2019-03-21
- cliente <i>customer</i>	Test S.r.l. - Strada Battifoglia, 14/N - 06132 S. Andrea delle Fratte (PG)
- destinatario <i>receiver</i>	Irene Menichini - Via Valdera, 136 - 56038 Ponsacco (PI)
- richiesta <i>application</i>	529_REV2
- in data <i>date</i>	2019-03-19
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2020
- matricola <i>serial number</i>	12029657
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2019/3/20
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	39199

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*  
Pierantonio Benvenuti

## ALLEGATO 3

Tabella dei livelli previsti ai recettori di facciata entro l'area limitrofa al tracciato del lotto 3-5 della futura tangenziale di Pisa e lungo le Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio per la configurazione ante operam e post operam

NB: in rosso i superamenti dei limiti di legge come di seguito specificato

- Ante operam      Strada E, classe IV: 65/55 dB(A) (diurno/notturno)  
                            Strada E, classe III: 60/50 dB(A) (diurno/notturno)
- Post operam      Strada C1: 65/55 (diurno/notturno) entro 250 m



Ricevitore	Piano	Direzione	ante operam		post operam	
			LrD dB(A)	LrN dB(A)	LrD dB(A)	LrN dB(A)
1 O	piano terra	W	54,3	46,6	54,9	49,4
1 O	piano 1	W	58,1	50,4	60,6	55,0
1 S	piano terra	S	55,8	48,0	58,3	53,0
1 S	piano 1	S	58,9	51,2	63,8	58,3
2 N	piano terra	NW	56,7	49,0	59,7	53,0
2 N	piano 1	NW	58,6	50,9	64,1	57,7
2 O	piano terra	SW	62,1	54,4	63,6	55,8
2 O	piano 1	SW	63,0	55,3	65,9	58,5
3 NE	piano terra	N	48,4	40,7	56,8	51,4
3 NE	piano 1	N	52,7	45,0	62,1	56,6
3 NO	piano terra	N	52,8	45,0	57,7	51,6
3 NO	piano 1	N	56,3	48,5	63,0	57,0
4 N	piano terra	N	50,1	42,3	56,8	51,2
4 N	piano 1	N	54,2	46,4	62,4	56,7
5 E	piano terra	E	32,2	24,4	55,3	50,0
5 N	piano terra	N	46,1	38,4	57,1	51,8
6 E	piano terra	E	26,1	18,1	58,3	53,0
6 E	piano 1	E	30,1	22,0	63,4	58,2
6 N	piano terra	N	28,3	20,5	45,9	40,7
6 N	piano 1	N	34,1	26,2	54,1	48,8
6 O	piano terra	W	33,9	26,1	60,4	55,2
6 O	piano 1	W	37,6	29,9	65,2	60,0
6 S	piano terra	S	32,8	24,9	63,9	58,7
6 S	piano 1	S	36,3	28,5	68,2	63,0
7 E	piano terra	E	29,8	21,4	57,4	52,2
7 E	piano 1	E	33,4	25,1	62,2	56,9
7 O	piano terra	W	28,7	20,8	58,6	53,4
7 O	piano 1	W	32,3	24,3	63,3	58,1
7 SE	piano terra	S	31,4	23,5	62,3	57,0
7 SE	piano 1	S	35,2	27,3	67,1	61,9
7 SO	piano terra	S	31,0	23,2	62,6	57,4
7 SO	piano 1	S	34,8	27,0	67,3	62,1
8 N	piano terra	N	28,4	20,5	56,5	51,2
8 O	piano terra	W	28,9	21,1	52,9	47,7
8 S	piano terra	S	27,8	19,9	49,0	43,7
9 N	piano terra	N	29,4	21,2	59,9	54,7
9 S	piano terra	S	27,4	19,5	46,1	40,8
10 E	piano terra	E	29,2	20,9	57,4	52,2
10 N	piano terra	N	29,1	20,9	59,7	54,5

11 E	piano terra	E	28,9	20,7	56,8	51,6
11 NE	piano terra	N	28,8	20,5	60,1	54,9
11 NO	piano terra	N	29,4	21,1	60,5	55,3
11 O	piano terra	W	25,8	17,7	56,2	51,0
11 OS	piano terra	W	26,9	18,9	54,6	49,3
12 N	piano terra	N	31,1	22,8	64,2	59,0
12 N	piano 1	N	35,9	27,6	68,3	63,0
12 O	piano terra	W	25,9	17,9	60,0	54,7
12 O	piano 1	W	30,0	22,2	64,5	59,3
13 E	piano terra	E	33,8	25,4	63,5	58,3
13 N	piano terra	N	31,9	23,6	64,6	59,4
14 E	piano terra	E	32,4	24,1	58,6	53,4
14 E	piano 1	E	38,6	30,2	65,3	60,1
14 N	piano terra	N	31,9	23,6	61,3	56,1
14 N	piano 1	N	37,5	29,1	68,1	62,9
15 E	piano terra	E	61,2	52,8	64,1	58,2
15 E	piano 1	E	62,8	54,5	67,7	61,7
15 N	piano terra	N	56,3	48,0	57,3	49,6
15 N	piano 1	N	58,2	49,8	61,6	54,0
15 S	piano terra	S	56,6	48,3	65,6	60,3
15 S	piano 1	S	58,8	50,4	68,8	63,4
16 SE	piano terra	S	54,0	45,7	64,8	59,5
16 SO	piano terra	S	41,4	33,0	61,5	56,2
17 E	piano terra	E	58,3	49,9	60,4	53,5
17 N	piano terra	N	52,6	44,2	55,5	48,2
17 S	piano terra	S	54,9	46,5	58,1	51,9
18 E	piano terra	E	64,1	55,7	65,7	57,9
18 E	piano 1	E	64,6	56,3	68,3	60,8
18 O	piano terra	W	48,0	39,6	50,6	44,5
18 O	piano 1	W	50,0	41,7	55,2	49,2
18 S	piano terra	S	59,2	50,8	59,9	52,9
18 S	piano 1	S	60,5	52,1	64,5	58,0
19 E	piano terra	E	63,5	55,1	65,9	58,1
19 E	piano 1	E	64,1	55,8	67,5	59,9
19 N	piano terra	N	58,5	50,1	62,6	54,7
19 N	piano 1	N	59,5	51,1	64,9	57,1
19 O	piano terra	W	43,5	35,1	49,0	42,6
19 O	piano 1	W	51,4	43,0	57,3	50,1
20 EN	piano terra	E	58,8	50,4	63,8	55,9
20 EN	piano 1	E	61,1	52,7	67,0	59,2
20 ES	piano terra	E	59,2	50,8	63,9	56,1
20 ES	piano 1	E	61,4	53,1	67,2	59,4

20 N	piano terra	N	53,8	45,4	59,1	51,2
20 N	piano 1	N	56,7	48,3	62,7	54,9
20 O	piano terra	W	35,6	27,2	48,9	43,4
20 O	piano 1	W	39,6	31,3	52,7	47,2
20 S	piano terra	S	53,3	44,9	57,9	50,4
20 S	piano 1	S	56,3	47,9	62,2	54,8
21 E	piano terra	E	52,1	43,8	57,3	49,6
21 E	piano 1	E	56,9	48,6	63,1	55,4
21 S	piano terra	S	50,3	42,0	56,2	48,8
21 S	piano 1	S	53,8	45,4	60,6	53,1
22 bis E	piano terra	E	46,7	38,4	54,8	49,1
22 bis E	piano 1	E	50,9	42,6	61,0	55,4
22 bis N	piano terra	N	42,1	33,8	55,1	49,7
22 bis N	piano 1	N	46,8	38,5	62,8	57,5
22 bis O	piano terra	W	28,2	20,1	52,1	46,8
22 bis O	piano 1	W	30,0	21,9	59,4	54,2
22 bis se	piano terra	E	48,1	39,7	54,0	47,7
22 bis se	piano 1	E	51,7	43,3	59,3	53,3
22 bis torre E	piano 2	E	48,6	40,3	57,2	51,3
22 bis torre N	piano 2	N	45,2	36,8	59,6	54,2
22 bis torre O	piano 2	W	32,5	24,4	55,1	49,8
22 E	piano terra	E	69,6	61,2	73,8	65,9
22 E	piano 1	E	68,3	60,0	72,7	64,9
22 S	piano terra	S	62,2	53,9	67,8	59,9
22 S	piano 1	S	62,6	54,3	68,5	60,7
23 E	piano terra	E	63,9	55,5	66,7	58,8
23 E	piano 1	E	64,4	56,0	68,4	60,8
23 N	piano terra	N	58,8	50,4	59,9	52,9
23 N	piano 1	N	59,7	51,3	64,4	58,0
23 O	piano terra	W	37,3	28,9	51,6	46,2
23 O	piano 1	W	43,7	35,4	57,6	52,1
23 S	piano terra	S	59,2	50,8	63,0	54,9
23 S	piano 1	S	59,9	51,5	64,6	56,6
24 N	piano terra	N	55,2	46,8	59,9	52,7
24 N	piano 1	N	57,6	49,2	64,1	57,1
24 O	piano terra	W	61,4	53,0	64,5	56,6
24 O	piano 1	W	62,6	54,2	67,4	59,5
24 S	piano terra	S	54,9	46,5	57,3	49,3
24 S	piano 1	S	56,9	48,6	61,1	53,1
I Passi 1 E	piano terra	E	25,7	17,7	45,8	40,5
I Passi 1 E	piano 1	E	28,3	20,2	52,7	47,4
I Passi 1 E	piano 2	E	30,2	22,2	56,9	51,7

I Passi 1 E	piano 3	E	31,7	23,7	58,4	53,1
I Passi 1 N	piano terra	N	27,6	19,5	51,0	45,7
I Passi 1 N	piano 1	N	31,7	23,6	56,8	51,6
I Passi 1 N	piano 2	N	34,8	26,8	60,6	55,3
I Passi 1 N	piano 3	N	36,6	28,5	62,3	57,0
I Passi 1 O	piano terra	W	26,4	18,1	48,1	42,8
I Passi 1 O	piano 1	W	30,4	22,1	52,7	47,5
I Passi 1 O	piano 2	W	33,1	24,8	57,2	52,0
I Passi 1 O	piano 3	W	34,9	26,6	59,1	53,8
I Passi 2 Est E	piano terra	E	28,5	20,6	47,4	42,1
I Passi 2 Est E	piano 1	E	32,5	24,6	55,7	50,4
I Passi 2 Est E	piano 2	E	35,8	27,8	59,5	54,2
I Passi 2 Est E	piano 3	E	37,7	29,8	61,0	55,8
I Passi 2 Est E	piano 4	E	39,5	31,5	61,7	56,4
I Passi 2 Est E	piano 5	E	40,8	32,9	62,0	56,7
I Passi 2 Est N	piano terra	N	28,4	20,4	49,6	44,3
I Passi 2 Est N	piano 1	N	33,5	25,5	59,1	53,9
I Passi 2 Est N	piano 2	N	36,6	28,6	62,4	57,1
I Passi 2 Est N	piano 3	N	39,0	31,0	63,8	58,5
I Passi 2 Est N	piano 4	N	40,5	32,5	64,4	59,1
I Passi 2 Est N	piano 5	N	41,6	33,6	64,6	59,3
I Passi 2 Ovest N	piano terra	N	28,3	20,3	49,5	44,2
I Passi 2 Ovest N	piano 1	N	33,8	25,8	59,1	53,8
I Passi 2 Ovest N	piano 2	N	36,5	28,5	62,2	56,9
I Passi 2 Ovest N	piano 3	N	38,6	30,6	63,6	58,3
I Passi 2 Ovest N	piano 4	N	40,4	32,4	64,2	58,9
I Passi 2 Ovest N	piano 5	N	41,6	33,6	64,4	59,2
I Passi 2 Ovest O	piano terra	W	26,1	18,0	46,6	41,3
I Passi 2 Ovest O	piano 1	W	28,3	20,1	55,2	50,0
I Passi 2 Ovest O	piano 2	W	30,9	22,6	58,7	53,5
I Passi 2 Ovest O	piano 3	W	32,5	24,2	60,3	55,0
I Passi 2 Ovest O	piano 4	W	33,9	25,6	60,8	55,6
I Passi 2 Ovest O	piano 5	W	35,6	27,3	61,1	55,8
I Passi 2 Sud E	piano terra	E	27,8	19,8	42,6	37,1
I Passi 2 Sud E	piano 1	E	30,3	22,4	48,1	42,7
I Passi 2 Sud E	piano 2	E	33,9	25,9	52,3	47,0
I Passi 2 Sud E	piano 3	E	35,5	27,6	54,4	49,1
I Passi 2 Sud E	piano 4	E	37,2	29,3	55,5	50,2
I Passi 2 Sud O	piano 2	W	30,8	22,5	49,4	44,1
I Passi 2 Sud O	piano 3	W	32,3	24,0	52,0	46,8
I Passi 2 Sud O	piano 4	W	33,8	25,5	53,4	48,1
I Passi 2 Sud S	piano terra	S	27,8	19,8	40,1	34,6



I Passi 2 Sud S	piano 1	S	30,1	22,1	44,0	38,6
I Passi 2 Sud S	piano 2	S	32,1	24,0	46,6	41,2
I Passi 2 Sud S	piano 3	S	33,7	25,7	49,5	44,2
I Passi 2 Sud S	piano 4	S	35,2	27,2	51,2	45,8
I Passi 3 Est E	piano terra	NE	31,6	23,6	51,5	46,2
I Passi 3 Est E	piano 1	NE	39,1	31,2	59,0	53,7
I Passi 3 Est E	piano 2	NE	42,5	34,5	62,3	57,0
I Passi 3 Est E	piano 3	NE	44,7	36,8	63,5	58,1
I Passi 3 Est E	piano 4	NE	46,0	38,1	63,9	58,6
I Passi 3 Est E	piano 5	NE	46,6	38,7	64,0	58,7
I Passi 3 Est N	piano terra	NW	29,8	21,9	52,1	46,8
I Passi 3 Est N	piano 1	NW	34,4	26,5	59,4	54,1
I Passi 3 Est N	piano 2	NW	37,3	29,3	63,2	57,9
I Passi 3 Est N	piano 3	NW	39,3	31,3	64,5	59,2
I Passi 3 Est N	piano 4	NW	40,8	32,8	65,0	59,7
I Passi 3 Est N	piano 5	NW	41,7	33,7	65,1	59,9
I Passi 3 Est S	piano terra	SE	32,7	24,8	44,8	39,2
I Passi 3 Ovest N	piano terra	NE	29,2	21,2	50,2	44,9
I Passi 3 Ovest N	piano 1	NE	34,0	26,0	58,3	53,1
I Passi 3 Ovest N	piano 2	NE	36,9	28,9	62,5	57,2
I Passi 3 Ovest N	piano 3	NE	38,9	31,0	63,8	58,5
I Passi 3 Ovest N	piano 4	NE	40,4	32,5	64,2	58,9
I Passi 3 Ovest N	piano 5	NE	41,3	33,3	64,4	59,1
I Passi 3 Ovest O	piano terra	NW	26,9	18,8	47,5	42,2
I Passi 3 Ovest O	piano 1	NW	28,0	19,9	57,5	52,3
I Passi 3 Ovest O	piano 2	NW	30,1	22,0	60,9	55,7
I Passi 3 Ovest O	piano 3	NW	31,5	23,3	62,3	57,1
I Passi 3 Ovest O	piano 4	NW	32,6	24,4	63,0	57,7
I Passi 3 Ovest O	piano 5	NW	34,5	26,3	63,2	58,0
I Passi 3 Ovest S	piano terra	SW	26,7	18,7	41,4	36,0
I Passi 3 Ovest S	piano 1	SW	27,9	19,8	45,3	40,0
I Passi 3 Ovest S	piano 2	SW	29,0	21,0	49,0	43,7
I Passi 3 Ovest S	piano 3	SW	30,8	22,7	51,4	46,1
I Passi 3 Ovest S	piano 4	SW	32,9	24,9	52,7	47,4
I Passi 3 Ovest S	piano 5	SW	35,1	27,0	53,6	48,3
I Passi 3 Sud E	piano terra	E	32,8	24,8	45,8	40,3
I Passi 3 Sud E	piano 1	E	38,8	30,8	52,6	47,0
I Passi 3 Sud E	piano 2	E	41,6	33,7	57,2	51,8
I Passi 3 Sud E	piano 3	E	44,4	36,4	59,5	54,0
I Passi 3 Sud E	piano 4	E	45,2	37,2	60,3	54,8
I Passi 3 Sud E	piano 5	E	46,2	38,3	60,3	54,8
I Passi 3 Sud O	piano terra	W	27,2	19,2	41,3	35,9

I Passi 3 Sud O	piano 1	W	28,9	20,9	44,7	39,4
I Passi 3 Sud O	piano 2	W	30,7	22,6	47,9	42,6
I Passi 3 Sud O	piano 3	W	32,4	24,3	50,4	45,1
I Passi 3 Sud O	piano 4	W	34,0	25,9	51,9	46,6
I Passi 3 Sud O	piano 5	W	35,6	27,5	52,6	47,3
I Passi 3 Sud S	piano terra	S	30,6	22,7	40,3	34,5
I Passi 3 Sud S	piano 1	S	33,4	25,4	43,8	38,1
I Passi 3 Sud S	piano 2	S	35,6	27,6	46,8	41,2
I Passi 3 Sud S	piano 3	S	37,1	29,1	49,5	43,9
I Passi 3 Sud S	piano 4	S	37,7	29,7	50,0	44,5
I Passi 3 Sud S	piano 5	S	38,8	30,8	46,6	40,5
I Passi 4 E	piano terra	E	41,2	33,3	49,5	43,3
I Passi 4 E	piano 1	E	46,8	38,8	56,5	50,6
I Passi 4 E	piano 2	E	50,2	42,2	60,3	54,5
I Passi 4 E	piano 3	E	50,8	42,9	61,4	55,7
I Passi 4 N	piano terra	N	38,5	30,6	51,1	45,6
I Passi 4 N	piano 1	N	43,8	35,9	58,1	52,6
I Passi 4 N	piano 2	N	48,3	40,3	62,2	56,7
I Passi 4 N	piano 3	N	49,1	41,2	63,5	58,1
I Passi 4 O	piano terra	W	30,2	22,3	47,9	42,6
I Passi 4 O	piano 1	W	32,5	24,6	53,9	48,6
I Passi 4 O	piano 2	W	34,7	26,7	57,5	52,2
I Passi 4 O	piano 3	W	36,3	28,3	59,5	54,3
I Passi 5 E	piano terra	E	52,1	44,1	56,8	49,6
I Passi 5 E	piano 1	E	56,7	48,7	61,9	55,1
I Passi 5 E	piano 2	E	57,4	49,4	63,6	57,0
I Passi 5 E	piano 3	E	57,8	49,8	64,2	57,8
I Passi 5 E	piano 4	E	57,9	50,0	64,4	58,0
I Passi 5 N	piano terra	N	41,5	33,6	51,2	45,3
I Passi 5 N	piano 1	N	49,2	41,3	59,6	53,8
I Passi 5 N	piano 2	N	50,9	43,0	62,6	57,0
I Passi 5 N	piano 3	N	51,7	43,7	63,9	58,3
I Passi 5 N	piano 4	N	52,2	44,2	64,4	58,8
I Passi 5 O	piano terra	W	35,2	27,2	47,5	42,0
I Passi 5 O	piano 1	W	40,0	32,0	54,0	48,6
I Passi 5 O	piano 2	W	39,1	31,2	57,8	52,5
I Passi 5 O	piano 3	W	39,6	31,7	59,8	54,6
I Passi 5 O	piano 4	W	40,5	32,5	60,7	55,4
I Passi 6 N	piano terra	N	26,5	18,4	45,4	40,1
I Passi 6 O	piano terra	W	26,2	18,0	45,7	40,4
I Passi 6 S	piano terra	S	25,6	17,5	38,9	33,5
I Passi 7 N	piano terra	N	25,9	17,8	45,2	39,9

I Passi 7 O	piano terra	W	25,1	16,9	43,2	37,9
I Passi 7 S	piano terra	S	24,8	16,8	37,2	31,7
I Passi 8 E	piano terra	E	53,8	45,9	58,1	50,5
I Passi 8 E	piano 1	E	57,6	49,7	61,9	54,5
I Passi 8 E	piano 2	E	58,2	50,2	63,1	56,1
I Passi 8 E	piano 3	E	58,4	50,4	63,6	56,8
I Passi 8 E	piano 4	E	58,4	50,5	63,8	57,1
I Passi 8 N	piano terra	N	49,0	41,1	53,9	46,8
I Passi 8 N	piano 1	N	52,7	44,8	58,3	51,5
I Passi 8 N	piano 2	N	53,5	45,6	60,4	54,1
I Passi 8 N	piano 3	N	54,0	46,0	61,4	55,3
I Passi 8 N	piano 4	N	54,3	46,3	62,2	56,1
I Passi 9 E	piano terra	E	54,3	46,3	58,2	50,5
I Passi 9 E	piano 1	E	58,1	50,1	61,9	54,3
I Passi 9 E	piano 2	E	58,6	50,7	62,8	55,5
I Passi 9 E	piano 3	E	58,8	50,8	63,3	56,1
I Passi 9 S	piano terra	S	52,4	44,5	56,4	48,6
I Passi 9 S	piano 1	S	57,0	49,0	60,5	52,6
I Passi 9 S	piano 2	S	57,7	49,7	61,1	53,3
I Passi 9 S	piano 3	S	57,9	49,9	61,3	53,4
I Passi 10 E	piano terra	E	52,5	44,6	56,9	49,2
I Passi 10 E	piano 1	E	57,6	49,7	61,2	53,4
I Passi 10 E	piano 2	E	58,3	50,4	62,0	54,4
I Passi 10 E	piano 3	E	58,5	50,6	62,3	54,8
I Passi 11 E	piano terra	E	54,1	46,1	57,9	50,0
I Passi 11 E	piano 1	E	58,4	50,4	61,8	54,0
I Passi 11 E	piano 2	E	58,9	51,0	62,4	54,6
I Passi 11 E	piano 3	E	59,1	51,1	62,6	54,9
I Passi 11 s	piano terra	S	47,1	39,1	50,4	42,6
I Passi 12 E	piano terra	E	50,6	42,6	53,5	45,7
I Passi 12 E	piano 1	E	55,2	47,3	58,6	50,8
I Passi 12 E	piano 2	E	56,2	48,2	59,6	51,8
I Passi 12 E	piano 3	E	56,5	48,6	60,0	52,2
I Passi 12 N	piano terra	N	45,0	37,1	48,8	41,0
I Passi 12 N	piano 1	N	50,0	42,1	53,6	45,8
I Passi 12 N	piano 2	N	51,5	43,5	54,9	47,1
I Passi 12 N	piano 3	N	52,3	44,4	55,8	48,0
I Passi 12 S	piano terra	S	38,1	30,1	41,6	33,9
I Passi 12 S	piano 1	S	43,9	36,0	47,3	39,5
I Passi 12 S	piano 2	S	46,6	38,6	49,9	42,1
I Passi 12 S	piano 3	S	48,0	40,1	51,4	43,5
I Passi 13centro N	piano terra	N	52,0	44,1	55,2	47,4

I Passi 13centro N	piano 1	N	55,9	47,9	59,4	51,5
I Passi 13centro N	piano 2	N	56,6	48,7	60,1	52,3
I Passi 13centro N	piano 3	N	56,9	48,9	60,5	52,7
I Passi 13centro S	piano terra	S	49,6	41,7	52,7	44,8
I Passi 13centro S	piano 1	S	54,5	46,6	57,9	50,0
I Passi 13centro S	piano 2	S	55,3	47,3	58,7	50,8
I Passi 13centro S	piano 3	S	55,6	47,6	58,9	51,1
I Passi 13E E	piano terra	E	60,0	52,0	63,1	55,2
I Passi 13E E	piano 1	E	61,7	53,8	65,1	57,2
I Passi 13E E	piano 2	E	61,7	53,8	65,1	57,3
I Passi 13E E	piano 3	E	61,5	53,6	65,0	57,1
I Passi 13E N	piano terra	N	56,3	48,4	59,3	51,5
I Passi 13E N	piano 1	N	58,5	50,5	61,9	54,0
I Passi 13E N	piano 2	N	58,7	50,8	62,2	54,3
I Passi 13E N	piano 3	N	58,7	50,7	62,2	54,4
I Passi 13E S	piano terra	S	54,7	46,8	58,0	50,1
I Passi 13E S	piano 1	S	57,5	49,6	60,9	53,0
I Passi 13E S	piano 2	S	57,8	49,8	61,2	53,3
I Passi 13E S	piano 3	S	57,8	49,8	61,2	53,3
I Passi 13O N	piano terra	N	49,7	41,8	52,7	45,0
I Passi 13O N	piano 1	N	54,3	46,4	57,8	50,0
I Passi 13O N	piano 2	N	55,4	47,4	58,9	51,1
I Passi 13O N	piano 3	N	55,8	47,9	59,4	51,7
I Passi 13O S	piano terra	S	45,5	37,6	48,5	40,6
I Passi 13O S	piano 1	S	51,9	43,9	55,3	47,4
I Passi 13O S	piano 2	S	53,4	45,5	56,8	48,9
I Passi 13O S	piano 3	S	53,9	46,0	57,3	49,4
I Passi 14 N	piano terra	N	57,9	50,0	61,3	53,6
I Passi 14 N	piano 1	N	58,9	50,9	62,7	55,2
I Passi 14 O	piano terra	W	64,3	56,3	67,6	59,8
I Passi 14 O	piano 1	W	64,4	56,4	67,8	60,0
I Passi 14 S	piano terra	S	59,0	51,1	62,5	54,6
I Passi 14 S	piano 1	S	59,9	52,0	63,4	55,5
I Passi 15 N	piano terra	N	57,8	49,9	61,4	53,6
I Passi 15 O	piano terra	W	62,4	54,4	65,9	58,1
I Passi 15 S	piano terra	S	54,8	46,8	58,7	50,9
I Passi 16 N	piano terra	N	53,5	45,5	57,8	50,0
I Passi 16 S	piano terra	S	53,5	45,6	57,3	49,4
I Passi 17 N	piano terra	N	57,6	49,7	61,2	53,3
I Passi 17 N	piano 1	N	58,1	50,2	61,6	53,8
I Passi 17 O	piano terra	W	65,8	57,9	69,2	61,4
I Passi 17 O	piano 1	W	65,3	57,3	68,7	60,8



I Passi 17 S	piano terra	S	58,9	51,0	62,3	54,4
I Passi 17 S	piano 1	S	59,6	51,6	63,0	55,1
I Passi 18 N	piano terra	N	59,0	51,0	62,3	54,5
I Passi 18 N	piano 1	N	59,6	51,7	63,0	55,2
I Passi 18 O	piano terra	W	66,0	58,0	69,3	61,5
I Passi 18 O	piano 1	W	65,5	57,5	68,8	61,0
I Passi 18 S	piano terra	S	58,4	50,4	61,6	53,7
I Passi 18 S	piano 1	S	58,5	50,6	61,9	54,0
I Passi 19 N	piano terra	N	58,8	50,9	62,1	54,2
I Passi 19 N	piano 1	N	58,9	50,9	62,3	54,4
I Passi 19 O	piano terra	W	66,1	58,2	69,5	61,6
I Passi 19 O	piano 1	W	65,5	57,5	68,9	61,0
I Passi 19 S	piano terra	S	61,3	53,3	64,6	56,7
I Passi 19 S	piano 1	S	61,5	53,6	64,9	57,0
I Passi 20 N	piano terra	N	56,0	48,1	59,0	51,1
I Passi 20 O	piano terra	W	62,3	54,3	65,4	57,6
I Passi 20 S	piano terra	S	54,3	46,4	57,0	49,2
I Passi scuola E	piano terra	E	25,5	17,5	41,8	36,5
I Passi scuola N	piano terra	N	25,7	17,5	45,9	40,6
I Passi scuola O-centro	piano terra	W	27,9	19,6	42,7	37,3
I Passi scuola O-N	piano terra	W	27,8	19,6	43,5	38,1
I Passi scuola O-S	piano terra	W	26,5	18,3	42,3	36,9
I Passi scuola Ovest E	piano terra	E	23,9	15,9	41,7	36,4
I Passi scuola Ovest N	piano terra	N	27,0	18,8	45,1	39,8
I Passi scuola Ovest O-centro	piano terra	W	30,7	22,4	42,5	37,0
I Passi scuola Ovest O-N	piano terra	W	29,5	21,2	44,0	38,6
I Passi scuola Ovest O-S	piano terra	W	29,6	21,3	41,3	35,8

## ALLEGATO 4

Tabella dei livelli previsti ai recettori di facciata entro l'area limitrofa al tracciato del lotto 3-5 della futura tangenziale di Pisa e lungo le Vie Pietrasantina, San Jacopo e XXIV Maggio utilizzati per la fase di ottimizzazione delle barriere per la configurazione ante e post mitigazioni

NB: in rosso i superamenti dei limiti di legge ex D.P.R. 142/2004 riferiti ad infrastrutture di nuova realizzazione di tipologia C1 (65/55 dB(A) per la fascia di pertinenza, periodi diurno/notturno), tranne:

- (\*) recettore non utilizzato nel calcolo

Ricevitore	Piano	Direzione	ante mitigazioni		post mitigazioni	
			LrD dB(A)	LrN dB(A)	LrD dB(A)	LrN dB(A)
1 O	piano terra	W	54,9	49,4	53,4	47,8
1 O	piano 1	W	60,6	55,0	58,3	52,5
1 S	piano terra	S	58,3	53,0	56,0	50,5
1 S	piano 1	S	63,8	58,3	60,2	54,6
2 N	piano terra	NW	59,7	53,0	54,9	49,2
2 N	piano 1	NW	64,1	57,7	60,2	54,6
2 O	piano terra	SW	63,6	55,8	56,6	49,3
2 O	piano 1	SW	65,9	58,5	60,3	53,4
3 NE	piano terra	N	56,8	51,4	55,4	50,1
3 NE	piano 1	N	62,1	56,6	60,2	54,8
3 NO	piano terra	N	57,7	51,6	54,6	49,2
3 NO	piano 1	N	63,0	57,0	60,0	54,5
4 N	piano terra	N	56,8	51,2	55,1	49,7
4 N	piano 1	N	62,4	56,7	60,0	54,6
5 E	piano terra	E	55,3	50,0	54,6	49,4
5 N	piano terra	N	57,1	51,8	56,3	51,0
6 E	piano terra	E	58,3	53,0	51,7	46,4
6 E	piano 1	E	63,4	58,2	55,0	49,8
6 N	piano terra	N	45,9	40,7	44,1	38,9
6 N	piano 1	N	54,1	48,8	49,2	43,9
6 O	piano terra	W	60,4	55,2	54,9	49,6
6 O	piano 1	W	65,2	60,0	59,4	54,1
6 S	piano terra	S	63,9	58,7	56,6	51,4
6 S	piano 1	S	68,2	63,0	60,2	55,0
7 E	piano terra	E	57,4	52,2	53,5	48,2
7 E	piano 1	E	62,2	56,9	57,7	52,4
7 O	piano terra	W	58,6	53,4	50,2	44,9
7 O	piano 1	W	63,3	58,1	53,0	47,8
7 SE	piano terra	S	62,3	57,0	56,0	50,8
7 SE	piano 1	S	67,1	61,9	59,7	54,4
7 SO	piano terra	S	62,6	57,4	55,8	50,6
7 SO	piano 1	S	67,3	62,1	59,4	54,2
8 N	piano terra	N	56,5	51,2	53,7	48,4
8 O	piano terra	W	52,9	47,7	52,6	47,4
8 S	piano terra	S	49,0	43,7	47,6	42,4
9 N	piano terra	N	59,9	54,7	56,1	50,8
9 S	piano terra	S	46,1	40,8	44,8	39,5
10 E	piano terra	E	57,4	52,2	52,3	47,1
10 N	piano terra	N	59,7	54,5	55,7	50,4

11 E	piano terra	E	56,8	51,6	50,0	44,8
11 NE	piano terra	N	60,1	54,9	54,7	49,5
11 NO	piano terra	N	60,5	55,3	55,4	50,2
11 O	piano terra	W	56,2	51,0	52,8	47,6
11 OS	piano terra	W	54,6	49,3	50,3	45,1
12 N	piano terra	N	64,2	59,0	56,2	51,0
12 N	piano 1	N	68,3	63,0	60,2	55,0
12 O	piano terra	W	60,0	54,7	52,8	47,6
12 O	piano 1	W	64,5	59,3	57,0	51,8
13 E	piano terra	E	63,5	58,3	55,4	50,2
13 N	piano terra	N	64,6	59,4	56,4	51,1
14 E	piano terra	E	58,6	53,4	54,1	48,9
14 E	piano 1	E	65,3	60,1	58,6	53,4
14 N	piano terra	N	61,3	56,1	55,3	50,0
14 N	piano 1	N	68,1	62,9	59,8	54,6
15 E	piano terra	E	64,1	58,2	55,8	49,2
15 E	piano 1	E	67,7	61,7	59,9	53,3
15 N	piano terra	N	57,3	49,6	51,6	44,4
15 N	piano 1	N	61,6	54,0	54,8	47,7
15 S	piano terra	S	65,6	60,3	55,5	50,2
15 S	piano 1	S	68,8	63,4	60,2	54,8
16 SE	piano terra	S	64,8	59,5	55,6	50,3
16 SO	piano terra	S	61,5	56,2	55,1	49,8
17 E	piano terra	E	60,4	53,5	54,0	48,0
17 N	piano terra	N	55,5	48,2	49,0	42,6
17 S	piano terra	S	58,1	51,9	54,2	48,4
18 E	piano terra	E	65,7	57,9	55,0	48,1
18 E	piano 1	E	68,3	60,8	60,1	53,5
18 O	piano terra	W	50,6	44,5	46,2	40,2
18 O	piano 1	W	55,2	49,2	51,7	45,6
18 S	piano terra	S	59,9	52,9	53,6	47,5
18 S	piano 1	S	64,5	58,0	58,9	53,0
19 E	piano terra	E	65,9	58,1	54,8	47,7
19 E	piano 1	E	67,5	59,9	58,5	51,7
19 N	piano terra	N	62,6	54,7	52,5	44,9
19 N	piano 1	N	64,9	57,1	56,9	49,8
19 O	piano terra	W	49,0	42,6	48,5	41,9
19 O	piano 1	W	57,3	50,1	54,1	47,1
20 EN	piano terra	E	63,8	55,9	55,6	48,1
20 EN	piano 1	E	67,0	59,2	60,2	52,9
20 ES	piano terra	E	63,9	56,1	55,0	47,6
20 ES	piano 1	E	67,2	59,4	59,8	52,7



20 N	piano terra	N	59,1	51,2	53,1	45,4
20 N	piano 1	N	62,7	54,9	57,8	50,1
20 O	piano terra	W	48,9	43,4	48,5	43,0
20 O	piano 1	W	52,7	47,2	52,1	46,5
20 S	piano terra	S	57,9	50,4	50,5	44,3
20 S	piano 1	S	62,2	54,8	54,6	48,7
21 E	piano terra	E	57,3	49,6	51,6	44,3
21 E	piano 1	E	63,1	55,4	58,4	51,0
21 S	piano terra	S	56,2	48,8	50,5	44,1
21 S	piano 1	S	60,6	53,1	54,0	47,7
22 bis E	piano terra	E	54,8	49,1	53,7	48,1
22 bis E	piano 1	E	61,0	55,4	58,4	52,8
22 bis N	piano terra	N	55,1	49,7	55,3	50,1
22 bis N	piano 1	N	62,8	57,5	60,2	54,9
22 bis O	piano terra	W	52,1	46,8	52,6	47,3
22 bis O	piano 1	W	59,4	54,2	57,4	52,2
22 bis se	piano terra	E	54,0	47,7	53,1	47,0
22 bis se	piano 1	E	59,3	53,3	57,4	51,4
22 bis torre E	piano 2	E	57,2	51,3	56,3	50,6
22 bis torre N	piano 2	N	59,6	54,2	58,9	53,6
22 bis torre O	piano 2	W	55,1	49,8	54,3	49,0
22 E (*)	piano terra	E	73,8	65,9	73,8	65,9
22 E (*)	piano 1	E	72,7	64,9	72,7	64,8
22 S (*)	piano terra	S	67,8	59,9	67,0	59,1
22 S (*)	piano 1	S	68,5	60,7	68,3	60,5
23 E	piano terra	E	66,7	58,8	55,3	48,4
23 E	piano 1	E	68,4	60,8	60,2	53,6
23 N	piano terra	N	59,9	52,9	54,8	49,0
23 N	piano 1	N	64,4	58,0	60,2	54,7
23 O	piano terra	W	51,6	46,2	50,8	45,4
23 O	piano 1	W	57,6	52,1	55,7	50,2
23 S	piano terra	S	63,0	54,9	54,8	46,8
23 S	piano 1	S	64,6	56,6	58,4	50,6
24 N	piano terra	N	59,9	52,7	55,5	49,4
24 N	piano 1	N	64,1	57,1	60,3	54,1
24 O	piano terra	W	64,5	56,6	55,3	47,7
24 O	piano 1	W	67,4	59,5	60,1	52,6
24 S	piano terra	S	57,3	49,3	53,4	45,5
24 S	piano 1	S	61,1	53,1	57,7	49,7
I Passi 1 E	piano terra	E	45,8	40,5	42,9	37,6
I Passi 1 E	piano 1	E	52,7	47,4	47,7	42,5
I Passi 1 E	piano 2	E	56,9	51,7	50,0	44,8

I Passi 1 E	piano 3	E	58,4	53,1	51,6	46,3
I Passi 1 N	piano terra	N	51,0	45,7	49,1	43,8
I Passi 1 N	piano 1	N	56,8	51,6	53,6	48,3
I Passi 1 N	piano 2	N	60,6	55,3	57,0	51,7
I Passi 1 N	piano 3	N	62,3	57,0	58,7	53,4
I Passi 1 O	piano terra	W	48,1	42,8	47,3	42,1
I Passi 1 O	piano 1	W	52,7	47,5	51,8	46,5
I Passi 1 O	piano 2	W	57,2	52,0	55,9	50,6
I Passi 1 O	piano 3	W	59,1	53,8	57,8	52,5
I Passi 2 Est E	piano terra	E	47,4	42,1	44,3	38,9
I Passi 2 Est E	piano 1	E	55,7	50,4	49,5	44,1
I Passi 2 Est E	piano 2	E	59,5	54,2	50,9	45,4
I Passi 2 Est E	piano 3	E	61,0	55,8	51,9	46,4
I Passi 2 Est E	piano 4	E	61,7	56,4	53,0	47,4
I Passi 2 Est E	piano 5	E	62,0	56,7	54,2	48,6
I Passi 2 Est N	piano terra	N	49,6	44,3	47,9	42,6
I Passi 2 Est N	piano 1	N	59,1	53,9	54,1	48,8
I Passi 2 Est N	piano 2	N	62,4	57,1	56,8	51,5
I Passi 2 Est N	piano 3	N	63,8	58,5	58,3	53,0
I Passi 2 Est N	piano 4	N	64,4	59,1	59,3	53,9
I Passi 2 Est N	piano 5	N	64,6	59,3	60,1	54,7
I Passi 2 Ovest N	piano terra	N	49,5	44,2	47,7	42,4
I Passi 2 Ovest N	piano 1	N	59,1	53,8	54,0	48,8
I Passi 2 Ovest N	piano 2	N	62,2	56,9	57,0	51,7
I Passi 2 Ovest N	piano 3	N	63,6	58,3	58,5	53,2
I Passi 2 Ovest N	piano 4	N	64,2	58,9	59,3	54,0
I Passi 2 Ovest N	piano 5	N	64,4	59,2	60,2	54,8
I Passi 2 Ovest O	piano terra	W	46,6	41,3	45,5	40,2
I Passi 2 Ovest O	piano 1	W	55,2	50,0	51,8	46,5
I Passi 2 Ovest O	piano 2	W	58,7	53,5	55,8	50,6
I Passi 2 Ovest O	piano 3	W	60,3	55,0	57,7	52,5
I Passi 2 Ovest O	piano 4	W	60,8	55,6	58,5	53,3
I Passi 2 Ovest O	piano 5	W	61,1	55,8	59,1	53,8
I Passi 2 Sud E	piano terra	E	42,6	37,1	40,5	35,1
I Passi 2 Sud E	piano 1	E	48,1	42,7	43,2	37,7
I Passi 2 Sud E	piano 2	E	52,3	47,0	45,0	39,3
I Passi 2 Sud E	piano 3	E	54,4	49,1	46,1	40,2
I Passi 2 Sud E	piano 4	E	55,5	50,2	47,1	41,1
I Passi 2 Sud O	piano 2	W	49,4	44,1	49,0	43,7
I Passi 2 Sud O	piano 3	W	52,0	46,8	51,6	46,3
I Passi 2 Sud O	piano 4	W	53,4	48,1	52,9	47,6
I Passi 2 Sud S	piano terra	S	40,1	34,6	38,2	32,8

I Passi 2 Sud S	piano 1	S	44,0	38,6	39,6	34,1
I Passi 2 Sud S	piano 2	S	46,6	41,2	41,0	35,4
I Passi 2 Sud S	piano 3	S	49,5	44,2	42,4	36,8
I Passi 2 Sud S	piano 4	S	51,2	45,8	44,0	38,4
I Passi 3 Est E	piano terra	NE	51,5	46,2	47,6	42,3
I Passi 3 Est E	piano 1	NE	59,0	53,7	52,3	46,8
I Passi 3 Est E	piano 2	NE	62,3	57,0	53,8	48,3
I Passi 3 Est E	piano 3	NE	63,5	58,1	55,4	49,8
I Passi 3 Est E	piano 4	NE	63,9	58,6	56,8	51,3
I Passi 3 Est E	piano 5	NE	64,0	58,7	58,1	52,6
I Passi 3 Est N	piano terra	NW	52,1	46,8	49,0	43,7
I Passi 3 Est N	piano 1	NW	59,4	54,1	53,8	48,5
I Passi 3 Est N	piano 2	NW	63,2	57,9	56,0	50,6
I Passi 3 Est N	piano 3	NW	64,5	59,2	57,5	52,1
I Passi 3 Est N	piano 4	NW	65,0	59,7	58,6	53,2
I Passi 3 Est N	piano 5	NW	65,1	59,9	59,7	54,3
I Passi 3 Est S	piano terra	SE	44,8	39,2	43,1	37,7
I Passi 3 Ovest N	piano terra	NE	50,2	44,9	46,9	41,5
I Passi 3 Ovest N	piano 1	NE	58,3	53,1	53,0	47,6
I Passi 3 Ovest N	piano 2	NE	62,5	57,2	55,0	49,6
I Passi 3 Ovest N	piano 3	NE	63,8	58,5	56,4	51,0
I Passi 3 Ovest N	piano 4	NE	64,2	58,9	57,5	52,1
I Passi 3 Ovest N	piano 5	NE	64,4	59,1	58,6	53,1
I Passi 3 Ovest O	piano terra	NW	47,5	42,2	46,3	41,0
I Passi 3 Ovest O	piano 1	NW	57,5	52,3	52,4	47,2
I Passi 3 Ovest O	piano 2	NW	60,9	55,7	54,9	49,7
I Passi 3 Ovest O	piano 3	NW	62,3	57,1	56,6	51,4
I Passi 3 Ovest O	piano 4	NW	63,0	57,7	57,6	52,4
I Passi 3 Ovest O	piano 5	NW	63,2	58,0	58,5	53,3
I Passi 3 Ovest S	piano terra	SW	41,4	36,0	40,6	35,3
I Passi 3 Ovest S	piano 1	SW	45,3	40,0	44,0	38,7
I Passi 3 Ovest S	piano 2	SW	49,0	43,7	47,6	42,3
I Passi 3 Ovest S	piano 3	SW	51,4	46,1	49,8	44,5
I Passi 3 Ovest S	piano 4	SW	52,7	47,4	51,0	45,7
I Passi 3 Ovest S	piano 5	SW	53,6	48,3	51,9	46,6
I Passi 3 Sud E	piano terra	E	45,8	40,3	43,3	37,8
I Passi 3 Sud E	piano 1	E	52,6	47,0	48,7	43,0
I Passi 3 Sud E	piano 2	E	57,2	51,8	51,0	45,3
I Passi 3 Sud E	piano 3	E	59,5	54,0	52,9	47,1
I Passi 3 Sud E	piano 4	E	60,3	54,8	54,3	48,5
I Passi 3 Sud E	piano 5	E	60,3	54,8	55,2	49,4
I Passi 3 Sud O	piano terra	W	41,3	35,9	40,5	35,1

I Passi 3 Sud O	piano 1	W	44,7	39,4	42,6	37,3
I Passi 3 Sud O	piano 2	W	47,9	42,6	45,7	40,4
I Passi 3 Sud O	piano 3	W	50,4	45,1	47,8	42,5
I Passi 3 Sud O	piano 4	W	51,9	46,6	49,1	43,8
I Passi 3 Sud O	piano 5	W	52,6	47,3	50,5	45,2
I Passi 3 Sud S	piano terra	S	40,3	34,5	38,4	32,8
I Passi 3 Sud S	piano 1	S	43,8	38,1	40,1	34,3
I Passi 3 Sud S	piano 2	S	46,8	41,2	41,1	35,2
I Passi 3 Sud S	piano 3	S	49,5	43,9	41,9	36,0
I Passi 3 Sud S	piano 4	S	50,0	44,5	43,1	37,2
I Passi 3 Sud S	piano 5	S	46,6	40,5	44,3	38,3
I Passi 4 E	piano terra	E	49,5	43,3	46,7	40,7
I Passi 4 E	piano 1	E	56,5	50,6	51,5	45,6
I Passi 4 E	piano 2	E	60,3	54,5	54,5	48,6
I Passi 4 E	piano 3	E	61,4	55,7	56,5	50,7
I Passi 4 N	piano terra	N	51,1	45,6	48,4	42,8
I Passi 4 N	piano 1	N	58,1	52,6	53,3	47,8
I Passi 4 N	piano 2	N	62,2	56,7	56,0	50,4
I Passi 4 N	piano 3	N	63,5	58,1	57,8	52,3
I Passi 4 O	piano terra	W	47,9	42,6	45,0	39,6
I Passi 4 O	piano 1	W	53,9	48,6	48,7	43,4
I Passi 4 O	piano 2	W	57,5	52,2	50,7	45,4
I Passi 4 O	piano 3	W	59,5	54,3	52,2	47,0
I Passi 5 E (*)	piano terra	E	56,8	49,6	54,2	47,1
I Passi 5 E (*)	piano 1	E	61,9	55,1	58,4	51,6
I Passi 5 E (*)	piano 2	E	63,6	57,0	60,3	53,9
I Passi 5 E (*)	piano 3	E	64,2	57,8	61,4	55,2
I Passi 5 E (*)	piano 4	E	64,4	58,0	62,0	55,9
I Passi 5 N	piano terra	N	51,2	45,3	48,8	43,1
I Passi 5 N	piano 1	N	59,6	53,8	54,2	48,5
I Passi 5 N	piano 2	N	62,6	57,0	57,0	51,3
I Passi 5 N	piano 3	N	63,9	58,3	58,9	53,3
I Passi 5 N	piano 4	N	64,4	58,8	60,1	54,5
I Passi 5 O	piano terra	W	47,5	42,0	45,1	39,7
I Passi 5 O	piano 1	W	54,0	48,6	49,2	43,8
I Passi 5 O	piano 2	W	57,8	52,5	51,5	46,1
I Passi 5 O	piano 3	W	59,8	54,6	52,9	47,5
I Passi 5 O	piano 4	W	60,7	55,4	53,9	48,5
I Passi 6 N	piano terra	N	45,4	40,1	45,2	39,9
I Passi 6 O	piano terra	W	45,7	40,4	45,2	39,9
I Passi 6 S	piano terra	S	38,9	33,5	37,2	31,8
I Passi 7 N	piano terra	N	45,2	39,9	44,8	39,5



I Passi 7 O	piano terra	W	43,2	37,9	43,0	37,7
I Passi 7 S	piano terra	S	37,2	31,7	36,2	30,8
I Passi 8 E (*)	piano terra	E	58,1	50,5	55,4	48,1
I Passi 8 E (*)	piano 1	E	61,9	54,5	59,2	52,1
I Passi 8 E (*)	piano 2	E	63,1	56,1	60,6	53,9
I Passi 8 E (*)	piano 3	E	63,6	56,8	61,3	54,8
I Passi 8 E (*)	piano 4	E	63,8	57,1	61,7	55,2
I Passi 8 N (*)	piano terra	N	53,9	46,8	51,7	45,0
I Passi 8 N (*)	piano 1	N	58,3	51,5	55,7	49,2
I Passi 8 N (*)	piano 2	N	60,4	54,1	58,0	52,0
I Passi 8 N (*)	piano 3	N	61,4	55,3	59,2	53,3
I Passi 8 N (*)	piano 4	N	62,2	56,1	60,0	54,1
I Passi 9 E (*)	piano terra	E	58,2	50,5	55,3	47,8
I Passi 9 E (*)	piano 1	E	61,9	54,3	59,1	51,7
I Passi 9 E (*)	piano 2	E	62,8	55,5	60,1	53,1
I Passi 9 E (*)	piano 3	E	63,3	56,1	60,8	53,9
I Passi 9 S (*)	piano terra	S	56,4	48,6	52,7	44,9
I Passi 9 S (*)	piano 1	S	60,5	52,6	56,6	48,7
I Passi 9 S (*)	piano 2	S	61,1	53,3	57,1	49,3
I Passi 9 S (*)	piano 3	S	61,3	53,4	57,2	49,4
I Passi 10 E (*)	piano terra	E	56,9	49,2	53,7	46,1
I Passi 10 E (*)	piano 1	E	61,2	53,4	57,9	50,3
I Passi 10 E (*)	piano 2	E	62,0	54,4	58,8	51,4
I Passi 10 E (*)	piano 3	E	62,3	54,8	59,3	52,1
I Passi 11 E (*)	piano terra	E	57,9	50,0	54,6	46,8
I Passi 11 E (*)	piano 1	E	61,8	54,0	58,4	50,6
I Passi 11 E (*)	piano 2	E	62,4	54,6	59,0	51,2
I Passi 11 E (*)	piano 3	E	62,6	54,9	59,4	51,7
I Passi 11 s (*)	piano terra	S	50,4	42,6	46,9	39,1
I Passi 12 E (*)	piano terra	E	53,5	45,7	49,8	42,1
I Passi 12 E (*)	piano 1	E	58,6	50,8	54,8	46,9
I Passi 12 E (*)	piano 2	E	59,6	51,8	55,7	47,9
I Passi 12 E (*)	piano 3	E	60,0	52,2	56,1	48,4
I Passi 12 N (*)	piano terra	N	48,8	41,0	45,4	37,7
I Passi 12 N (*)	piano 1	N	53,6	45,8	50,0	42,2
I Passi 12 N (*)	piano 2	N	54,9	47,1	51,3	43,5
I Passi 12 N (*)	piano 3	N	55,8	48,0	52,0	44,3
I Passi 12 S (*)	piano terra	S	41,6	33,9	36,9	29,6
I Passi 12 S (*)	piano 1	S	47,3	39,5	41,5	33,8
I Passi 12 S (*)	piano 2	S	49,9	42,1	43,8	36,0
I Passi 12 S (*)	piano 3	S	51,4	43,5	45,4	37,7
I Passi 13centro N (*)	piano terra	N	55,2	47,4	51,8	44,1

I Passi 13centro N (*)	piano 1	N	59,4	51,5	55,7	47,9
I Passi 13centro N (*)	piano 2	N	60,1	52,3	56,5	48,7
I Passi 13centro N (*)	piano 3	N	60,5	52,7	56,9	49,2
I Passi 13centro S (*)	piano terra	S	52,7	44,8	49,3	41,4
I Passi 13centro S (*)	piano 1	S	57,9	50,0	54,5	46,6
I Passi 13centro S (*)	piano 2	S	58,7	50,8	55,2	47,3
I Passi 13centro S (*)	piano 3	S	58,9	51,1	55,4	47,6
I Passi 13E E (*)	piano terra	E	63,1	55,2	59,9	52,0
I Passi 13E E (*)	piano 1	E	65,1	57,2	61,8	53,9
I Passi 13E E (*)	piano 2	E	65,1	57,3	61,8	54,0
I Passi 13E E (*)	piano 3	E	65,0	57,1	61,7	53,9
I Passi 13E N (*)	piano terra	N	59,3	51,5	56,0	48,2
I Passi 13E N (*)	piano 1	N	61,9	54,0	58,5	50,7
I Passi 13E N (*)	piano 2	N	62,2	54,3	58,8	50,9
I Passi 13E N (*)	piano 3	N	62,2	54,4	58,8	51,1
I Passi 13E S (*)	piano terra	S	58,0	50,1	54,8	46,9
I Passi 13E S (*)	piano 1	S	60,9	53,0	57,6	49,7
I Passi 13E S (*)	piano 2	S	61,2	53,3	57,9	50,0
I Passi 13E S (*)	piano 3	S	61,2	53,3	57,8	50,0
I Passi 13O N (*)	piano terra	N	52,7	45,0	49,2	41,5
I Passi 13O N (*)	piano 1	N	57,8	50,0	54,1	46,3
I Passi 13O N (*)	piano 2	N	58,9	51,1	55,1	47,4
I Passi 13O N (*)	piano 3	N	59,4	51,7	55,6	48,1
I Passi 13O S (*)	piano terra	S	48,5	40,6	45,0	37,2
I Passi 13O S (*)	piano 1	S	55,3	47,4	51,7	43,8
I Passi 13O S (*)	piano 2	S	56,8	48,9	53,2	45,3
I Passi 13O S (*)	piano 3	S	57,3	49,4	53,6	45,8
I Passi 14 N (*)	piano terra	N	61,3	53,6	58,4	50,8
I Passi 14 N (*)	piano 1	N	62,7	55,2	60,0	52,7
I Passi 14 O (*)	piano terra	W	67,6	59,8	64,6	56,8
I Passi 14 O (*)	piano 1	W	67,8	60,0	64,8	56,9
I Passi 14 S (*)	piano terra	S	62,5	54,6	59,4	51,5
I Passi 14 S (*)	piano 1	S	63,4	55,5	60,1	52,3
I Passi 15 N (*)	piano terra	N	61,4	53,6	58,4	50,6
I Passi 15 O (*)	piano terra	W	65,9	58,1	62,8	55,0
I Passi 15 S (*)	piano terra	S	58,7	50,9	55,2	47,3
I Passi 16 N (*)	piano terra	N	57,8	50,0	54,6	46,9
I Passi 16 S (*)	piano terra	S	57,3	49,4	53,4	45,5
I Passi 17 N (*)	piano terra	N	61,2	53,3	57,4	49,6
I Passi 17 N (*)	piano 1	N	61,6	53,8	57,8	50,1
I Passi 17 O (*)	piano terra	W	69,2	61,4	66,2	58,3
I Passi 17 O (*)	piano 1	W	68,7	60,8	65,6	57,7

I Passi 17 S (*)	piano terra	S	62,3	54,4	59,2	51,4
I Passi 17 S (*)	piano 1	S	63,0	55,1	59,8	51,9
I Passi 18 N (*)	piano terra	N	62,3	54,5	59,2	51,4
I Passi 18 N (*)	piano 1	N	63,0	55,2	59,9	52,1
I Passi 18 O (*)	piano terra	W	69,3	61,5	66,3	58,4
I Passi 18 O (*)	piano 1	W	68,8	61,0	65,8	57,9
I Passi 18 S (*)	piano terra	S	61,6	53,7	57,9	50,1
I Passi 18 S (*)	piano 1	S	61,9	54,0	58,0	50,2
I Passi 19 N (*)	piano terra	N	62,1	54,2	58,5	50,7
I Passi 19 N (*)	piano 1	N	62,3	54,4	58,5	50,6
I Passi 19 O (*)	piano terra	W	69,5	61,6	66,5	58,6
I Passi 19 O (*)	piano 1	W	68,9	61,0	65,8	57,9
I Passi 19 S (*)	piano terra	S	64,6	56,7	61,4	53,5
I Passi 19 S (*)	piano 1	S	64,9	57,0	61,7	53,8
I Passi 20 N (*)	piano terra	N	59,0	51,1	55,7	47,8
I Passi 20 O (*)	piano terra	W	65,4	57,6	62,3	54,4
I Passi 20 S (*)	piano terra	S	57,0	49,2	52,9	45,1
I Passi scuola E	piano terra	E	41,8	36,5	39,8	34,5
I Passi scuola N	piano terra	N	45,9	40,6	44,7	39,5
I Passi scuola O-centro	piano terra	W	42,7	37,3	42,6	37,3
I Passi scuola O-N	piano terra	W	43,5	38,1	43,3	37,9
I Passi scuola O-S	piano terra	W	42,3	36,9	42,2	36,8
I Passi scuola Ovest E	piano terra	E	41,7	36,4	40,5	35,2
I Passi scuola Ovest N	piano terra	N	45,1	39,8	44,6	39,3
I Passi scuola Ovest O-centro	piano terra	W	42,5	37,0	42,5	37,0
I Passi scuola Ovest O-N	piano terra	W	44,0	38,6	43,7	38,3
I Passi scuola Ovest O-S	piano terra	W	41,3	35,8	41,4	35,8

## ALLEGATO 5

Tabella dei livelli previsti ai recettori di facciata del quartiere I Passi per gli scenari post operam mitigato e per la fase transitoria di esercizio

NB: in rosso i superamenti dei limiti di legge



Ricevitore	Piano	Direzione	Post operam mitigato		Fase transitoria	
			LrD dB(A)	LrN dB(A)	LrD dB(A)	LrN dB(A)
I Passi 1 E	piano terra	E	42,9	37,6	39,1	33,6
I Passi 1 E	piano 1	E	47,7	42,5	43,8	38,5
I Passi 1 E	piano 2	E	50,0	44,8	46,6	41,2
I Passi 1 E	piano 3	E	51,6	46,3	48,3	43,0
I Passi 1 N	piano terra	N	49,1	43,8	44,8	39,4
I Passi 1 N	piano 1	N	53,6	48,3	49,3	43,9
I Passi 1 N	piano 2	N	57,0	51,7	52,7	47,3
I Passi 1 N	piano 3	N	58,7	53,4	54,4	49,1
I Passi 1 O	piano terra	W	47,3	42,1	43,1	37,8
I Passi 1 O	piano 1	W	51,8	46,5	47,4	42,1
I Passi 1 O	piano 2	W	55,9	50,6	51,4	46,1
I Passi 1 O	piano 3	W	57,8	52,5	53,3	48,1
I Passi 2 Est E	piano terra	E	44,3	38,9	40,6	35,0
I Passi 2 Est E	piano 1	E	49,5	44,1	45,9	40,2
I Passi 2 Est E	piano 2	E	50,9	45,4	47,6	41,8
I Passi 2 Est E	piano 3	E	51,9	46,4	48,9	42,9
I Passi 2 Est E	piano 4	E	53,0	47,4	50,1	44,0
I Passi 2 Est E	piano 5	E	54,2	48,6	51,1	45,1
I Passi 2 Est N	piano terra	N	47,9	42,6	43,7	38,3
I Passi 2 Est N	piano 1	N	54,1	48,8	49,7	44,3
I Passi 2 Est N	piano 2	N	56,8	51,5	52,5	47,1
I Passi 2 Est N	piano 3	N	58,3	53,0	54,1	48,6
I Passi 2 Est N	piano 4	N	59,3	53,9	55,0	49,5
I Passi 2 Est N	piano 5	N	60,1	54,7	55,8	50,3
I Passi 2 Ovest N	piano terra	N	47,7	42,4	43,6	38,2
I Passi 2 Ovest N	piano 1	N	54,0	48,8	49,6	44,2
I Passi 2 Ovest N	piano 2	N	57,0	51,7	52,7	47,3
I Passi 2 Ovest N	piano 3	N	58,5	53,2	54,2	48,7
I Passi 2 Ovest N	piano 4	N	59,3	54,0	55,1	49,6
I Passi 2 Ovest N	piano 5	N	60,2	54,8	55,8	50,4
I Passi 2 Ovest O	piano terra	W	45,5	40,2	41,5	36,1
I Passi 2 Ovest O	piano 1	W	51,8	46,5	47,5	42,2
I Passi 2 Ovest O	piano 2	W	55,8	50,6	51,5	46,2
I Passi 2 Ovest O	piano 3	W	57,7	52,5	53,4	48,1
I Passi 2 Ovest O	piano 4	W	58,5	53,3	54,2	48,9
I Passi 2 Ovest O	piano 5	W	59,1	53,8	54,8	49,5
I Passi 2 Sud E	piano terra	E	40,5	35,1	37,2	31,3
I Passi 2 Sud E	piano 1	E	43,2	37,7	40,1	34,2
I Passi 2 Sud E	piano 2	E	45,0	39,3	42,5	36,2

I Passi 2 Sud E	piano 3	E	46,1	40,2	44,0	37,4
I Passi 2 Sud E	piano 4	E	47,1	41,1	45,1	38,5
I Passi 2 Sud O	piano 2	W	49,0	43,7	45,1	39,7
I Passi 2 Sud O	piano 3	W	51,6	46,3	47,7	42,3
I Passi 2 Sud O	piano 4	W	52,9	47,6	49,0	43,7
I Passi 2 Sud S	piano terra	S	38,2	32,8	35,3	29,4
I Passi 2 Sud S	piano 1	S	39,6	34,1	37,1	31,3
I Passi 2 Sud S	piano 2	S	41,0	35,4	38,9	33,1
I Passi 2 Sud S	piano 3	S	42,4	36,8	40,5	34,6
I Passi 2 Sud S	piano 4	S	44,0	38,4	42,2	36,3
I Passi 3 Est E	piano terra	NE	47,6	42,3	43,5	37,9
I Passi 3 Est E	piano 1	NE	52,3	46,8	48,0	42,1
I Passi 3 Est E	piano 2	NE	53,8	48,3	49,7	43,6
I Passi 3 Est E	piano 3	NE	55,4	49,8	51,4	45,1
I Passi 3 Est E	piano 4	NE	56,8	51,3	52,5	46,3
I Passi 3 Est E	piano 5	NE	58,1	52,6	53,5	47,4
I Passi 3 Est N	piano terra	NW	49,0	43,7	45,0	39,5
I Passi 3 Est N	piano 1	NW	53,8	48,5	49,7	44,2
I Passi 3 Est N	piano 2	NW	56,0	50,6	51,9	46,4
I Passi 3 Est N	piano 3	NW	57,5	52,1	53,5	48,0
I Passi 3 Est N	piano 4	NW	58,6	53,2	54,7	49,1
I Passi 3 Est N	piano 5	NW	59,7	54,3	55,7	50,2
I Passi 3 Est S	piano terra	SE	43,1	37,7	38,7	32,5
I Passi 3 Ovest N	piano terra	NE	46,9	41,5	43,0	37,5
I Passi 3 Ovest N	piano 1	NE	53,0	47,6	49,0	43,4
I Passi 3 Ovest N	piano 2	NE	55,0	49,6	51,1	45,5
I Passi 3 Ovest N	piano 3	NE	56,4	51,0	52,7	46,9
I Passi 3 Ovest N	piano 4	NE	57,5	52,1	53,8	48,0
I Passi 3 Ovest N	piano 5	NE	58,6	53,1	54,7	49,0
I Passi 3 Ovest O	piano terra	NW	46,3	41,0	42,2	36,9
I Passi 3 Ovest O	piano 1	NW	52,4	47,2	48,0	42,8
I Passi 3 Ovest O	piano 2	NW	54,9	49,7	50,5	45,3
I Passi 3 Ovest O	piano 3	NW	56,6	51,4	52,2	47,0
I Passi 3 Ovest O	piano 4	NW	57,6	52,4	53,2	47,9
I Passi 3 Ovest O	piano 5	NW	58,5	53,3	54,1	48,8
I Passi 3 Ovest S	piano terra	SW	40,6	35,3	36,8	31,2
I Passi 3 Ovest S	piano 1	SW	44,0	38,7	39,8	34,4
I Passi 3 Ovest S	piano 2	SW	47,6	42,3	43,5	38,1
I Passi 3 Ovest S	piano 3	SW	49,8	44,5	45,6	40,3
I Passi 3 Ovest S	piano 4	SW	51,0	45,7	46,8	41,5
I Passi 3 Ovest S	piano 5	SW	51,9	46,6	47,7	42,3
I Passi 3 Sud E	piano terra	E	43,3	37,8	39,7	33,5

I Passi 3 Sud E	piano 1	E	48,7	43,0	44,9	38,3
I Passi 3 Sud E	piano 2	E	51,0	45,3	47,1	40,4
I Passi 3 Sud E	piano 3	E	52,9	47,1	49,1	42,2
I Passi 3 Sud E	piano 4	E	54,3	48,5	50,1	43,1
I Passi 3 Sud E	piano 5	E	55,2	49,4	50,5	43,6
I Passi 3 Sud O	piano terra	W	40,5	35,1	36,7	31,1
I Passi 3 Sud O	piano 1	W	42,6	37,3	38,8	33,2
I Passi 3 Sud O	piano 2	W	45,7	40,4	41,7	36,3
I Passi 3 Sud O	piano 3	W	47,8	42,5	43,7	38,3
I Passi 3 Sud O	piano 4	W	49,1	43,8	45,0	39,6
I Passi 3 Sud O	piano 5	W	50,5	45,2	46,5	41,1
I Passi 3 Sud S	piano terra	S	38,4	32,8	36,4	30,2
I Passi 3 Sud S	piano 1	S	40,1	34,3	39,0	32,7
I Passi 3 Sud S	piano 2	S	41,1	35,2	40,7	34,3
I Passi 3 Sud S	piano 3	S	41,9	36,0	41,7	35,3
I Passi 3 Sud S	piano 4	S	43,1	37,2	41,6	35,0
I Passi 3 Sud S	piano 5	S	44,3	38,3	42,4	35,4
I Passi 4 E	piano terra	E	46,7	40,7	44,1	36,8
I Passi 4 E	piano 1	E	51,5	45,6	48,7	41,4
I Passi 4 E	piano 2	E	54,5	48,6	50,9	43,5
I Passi 4 E	piano 3	E	56,5	50,7	51,9	44,5
I Passi 4 N	piano terra	N	48,4	42,8	44,2	38,0
I Passi 4 N	piano 1	N	53,3	47,8	48,8	42,6
I Passi 4 N	piano 2	N	56,0	50,4	51,3	44,9
I Passi 4 N	piano 3	N	57,8	52,3	52,7	46,3
I Passi 4 O	piano terra	W	45,0	39,6	40,8	35,3
I Passi 4 O	piano 1	W	48,7	43,4	44,4	39,0
I Passi 4 O	piano 2	W	50,7	45,4	46,4	40,9
I Passi 4 O	piano 3	W	52,2	47,0	47,9	42,5
I Passi 5 E	piano terra	E	54,2	47,1	53,9	46,1
I Passi 5 E	piano 1	E	58,4	51,6	57,7	49,8
I Passi 5 E	piano 2	E	60,3	53,9	58,3	50,5
I Passi 5 E	piano 3	E	61,4	55,2	59,0	51,2
I Passi 5 E	piano 4	E	62,0	55,9	59,5	51,7
I Passi 5 N	piano terra	N	48,8	43,1	45,5	38,7
I Passi 5 N	piano 1	N	54,2	48,5	50,5	43,6
I Passi 5 N	piano 2	N	57,0	51,3	52,0	45,2
I Passi 5 N	piano 3	N	58,9	53,3	53,4	46,6
I Passi 5 N	piano 4	N	60,1	54,5	54,7	47,9
I Passi 5 O	piano terra	W	45,1	39,7	41,8	35,8
I Passi 5 O	piano 1	W	49,2	43,8	46,0	40,0
I Passi 5 O	piano 2	W	51,5	46,1	47,7	41,9

I Passi 5 O	piano 3	W	52,9	47,5	48,9	43,3
I Passi 5 O	piano 4	W	53,9	48,5	50,1	44,4
I Passi 6 N	piano terra	N	45,2	39,9	41,1	35,7
I Passi 6 O	piano terra	W	45,2	39,9	41,1	35,8
I Passi 6 S	piano terra	S	37,2	31,8	34,6	29,0
I Passi 7 N	piano terra	N	44,8	39,5	40,7	35,4
I Passi 7 O	piano terra	W	43,0	37,7	38,9	33,5
I Passi 7 S	piano terra	S	36,2	30,8	33,8	28,1
I Passi 8 E	piano terra	E	55,4	48,1	55,6	47,7
I Passi 8 E	piano 1	E	59,2	52,1	59,0	51,1
I Passi 8 E	piano 2	E	60,6	53,9	59,5	51,7
I Passi 8 E	piano 3	E	61,3	54,8	59,9	52,1
I Passi 8 E	piano 4	E	61,7	55,2	60,1	52,3
I Passi 8 N	piano terra	N	51,7	45,0	50,7	43,0
I Passi 8 N	piano 1	N	55,7	49,2	54,1	46,3
I Passi 8 N	piano 2	N	58,0	52,0	54,6	46,9
I Passi 8 N	piano 3	N	59,2	53,3	55,3	47,6
I Passi 8 N	piano 4	N	60,0	54,1	56,0	48,4
I Passi 9 E	piano terra	E	55,3	47,8	55,8	47,9
I Passi 9 E	piano 1	E	59,1	51,7	59,4	51,5
I Passi 9 E	piano 2	E	60,1	53,1	60,0	52,1
I Passi 9 E	piano 3	E	60,8	53,9	60,2	52,3
I Passi 9 S	piano terra	S	52,7	44,9	54,2	46,3
I Passi 9 S	piano 1	S	56,6	48,7	58,3	50,4
I Passi 9 S	piano 2	S	57,1	49,3	58,9	51,0
I Passi 9 S	piano 3	S	57,2	49,4	59,1	51,2
I Passi 10 E	piano terra	E	53,7	46,1	54,6	46,7
I Passi 10 E	piano 1	E	57,9	50,3	58,8	50,9
I Passi 10 E	piano 2	E	58,8	51,4	59,5	51,6
I Passi 10 E	piano 3	E	59,3	52,1	59,7	51,8
I Passi 11 E	piano terra	E	54,6	46,8	55,6	47,7
I Passi 11 E	piano 1	E	58,4	50,6	59,6	51,7
I Passi 11 E	piano 2	E	59,0	51,2	60,1	52,2
I Passi 11 E	piano 3	E	59,4	51,7	60,3	52,4
I Passi 11 s	piano terra	S	46,9	39,1	48,1	40,3
I Passi 12 E	piano terra	E	49,8	42,1	51,3	43,4
I Passi 12 E	piano 1	E	54,8	46,9	56,4	48,5
I Passi 12 E	piano 2	E	55,7	47,9	57,4	49,5
I Passi 12 E	piano 3	E	56,1	48,4	57,7	49,8
I Passi 12 N	piano terra	N	45,4	37,7	46,5	38,6
I Passi 12 N	piano 1	N	50,0	42,2	51,3	43,5
I Passi 12 N	piano 2	N	51,3	43,5	52,7	44,8



I Passi 12 N	piano 3	N	52,0	44,3	53,5	45,7
I Passi 12 S	piano terra	S	36,9	29,6	39,3	31,5
I Passi 12 S	piano 1	S	41,5	33,8	45,1	37,2
I Passi 12 S	piano 2	S	43,8	36,0	47,7	39,8
I Passi 12 S	piano 3	S	45,4	37,7	49,1	41,3
I Passi 13centro N	piano terra	N	51,8	44,1	52,9	45,1
I Passi 13centro N	piano 1	N	55,7	47,9	57,1	49,2
I Passi 13centro N	piano 2	N	56,5	48,7	57,9	50,0
I Passi 13centro N	piano 3	N	56,9	49,2	58,2	50,3
I Passi 13centro S	piano terra	S	49,3	41,4	50,4	42,5
I Passi 13centro S	piano 1	S	54,5	46,6	55,7	47,8
I Passi 13centro S	piano 2	S	55,2	47,3	56,5	48,5
I Passi 13centro S	piano 3	S	55,4	47,6	56,7	48,8
I Passi 13E E	piano terra	E	59,9	52,0	60,9	53,0
I Passi 13E E	piano 1	E	61,8	53,9	62,9	55,0
I Passi 13E E	piano 2	E	61,8	54,0	62,9	55,0
I Passi 13E E	piano 3	E	61,7	53,9	62,7	54,8
I Passi 13E N	piano terra	N	56,0	48,2	57,1	49,2
I Passi 13E N	piano 1	N	58,5	50,7	59,7	51,8
I Passi 13E N	piano 2	N	58,8	50,9	59,9	52,0
I Passi 13E N	piano 3	N	58,8	51,1	59,9	52,0
I Passi 13E S	piano terra	S	54,8	46,9	55,8	47,9
I Passi 13E S	piano 1	S	57,6	49,7	58,7	50,8
I Passi 13E S	piano 2	S	57,9	50,0	59,0	51,1
I Passi 13E S	piano 3	S	57,8	50,0	58,9	51,0
I Passi 13O N	piano terra	N	49,2	41,5	50,4	42,5
I Passi 13O N	piano 1	N	54,1	46,3	55,6	47,7
I Passi 13O N	piano 2	N	55,1	47,4	56,6	48,7
I Passi 13O N	piano 3	N	55,6	48,1	57,0	49,1
I Passi 13O S	piano terra	S	45,0	37,2	46,2	38,4
I Passi 13O S	piano 1	S	51,7	43,8	53,0	45,1
I Passi 13O S	piano 2	S	53,2	45,3	54,6	46,7
I Passi 13O S	piano 3	S	53,6	45,8	55,1	47,2
I Passi 14 N	piano terra	N	58,4	50,8	58,9	51,0
I Passi 14 N	piano 1	N	60,0	52,7	60,1	52,2
I Passi 14 O	piano terra	W	64,6	56,8	65,4	57,5
I Passi 14 O	piano 1	W	64,8	56,9	65,6	57,7
I Passi 14 S	piano terra	S	59,4	51,5	60,3	52,4
I Passi 14 S	piano 1	S	60,1	52,3	61,1	53,2
I Passi 15 N	piano terra	N	58,4	50,6	59,2	51,3
I Passi 15 O	piano terra	W	62,8	55,0	63,7	55,8
I Passi 15 S	piano terra	S	55,2	47,3	56,5	48,6

I Passi 16 N	piano terra	N	54,6	46,9	55,4	47,5
I Passi 16 S	piano terra	S	53,4	45,5	55,0	47,1
I Passi 17 N	piano terra	N	57,4	49,6	58,9	51,0
I Passi 17 N	piano 1	N	57,8	50,1	59,3	51,4
I Passi 17 O	piano terra	W	66,2	58,3	67,0	59,1
I Passi 17 O	piano 1	W	65,6	57,7	66,5	58,6
I Passi 17 S	piano terra	S	59,2	51,4	60,1	52,2
I Passi 17 S	piano 1	S	59,8	51,9	60,7	52,8
I Passi 18 N	piano terra	N	59,2	51,4	60,1	52,2
I Passi 18 N	piano 1	N	59,9	52,1	60,8	52,9
I Passi 18 O	piano terra	W	66,3	58,4	67,1	59,2
I Passi 18 O	piano 1	W	65,8	57,9	66,6	58,7
I Passi 18 S	piano terra	S	57,9	50,1	59,4	51,5
I Passi 18 S	piano 1	S	58,0	50,2	59,7	51,8
I Passi 19 N	piano terra	N	58,5	50,7	59,9	52,0
I Passi 19 N	piano 1	N	58,5	50,6	60,0	52,1
I Passi 19 O	piano terra	W	66,5	58,6	67,3	59,3
I Passi 19 O	piano 1	W	65,8	57,9	66,6	58,7
I Passi 19 S	piano terra	S	61,4	53,5	62,4	54,4
I Passi 19 S	piano 1	S	61,7	53,8	62,7	54,8
I Passi 20 N	piano terra	N	55,7	47,8	56,7	48,8
I Passi 20 O	piano terra	W	62,3	54,4	63,2	55,3
I Passi 20 S	piano terra	S	52,9	45,1	54,8	46,9
I Passi scuola E	piano terra	E	39,8	34,5	35,9	30,4
I Passi scuola N	piano terra	N	44,7	39,5	40,6	35,2
I Passi scuola O-centro	piano terra	W	42,6	37,3	39,2	33,7
I Passi scuola O-N	piano terra	W	43,3	37,9	39,8	34,3
I Passi scuola O-S	piano terra	W	42,2	36,8	38,6	33,2
I Passi scuola Ovest E	piano terra	E	40,5	35,2	36,3	30,9
I Passi scuola Ovest N	piano terra	N	44,6	39,3	40,6	35,3
I Passi scuola Ovest O-centro	piano terra	W	42,5	37,0	39,5	33,8
I Passi scuola Ovest O-N	piano terra	W	43,7	38,3	40,5	35,0
I Passi scuola Ovest O-S	piano terra	W	41,4	35,8	38,4	32,7